



Instituto Politécnico de Leiria - Escola Superior de Saúde de Leiria

Licenciatura em Fisioterapia TL4

**EFETIVIDADE DAS CORRENTES TENS**  
**(*TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION*)**  
**NA PROMOÇÃO DO PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO DE**  
**FERIDAS CRÓNICAS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Ana Marques

Ana Grave

André Lopes

Cláudia Monteiro

Leiria, junho de 2016



Instituto Politécnico de Leiria – Escola Superior de Saúde de Leiria

Licenciatura em Fisioterapia TL4

**EFETIVIDADE DAS CORRENTES TENS  
(*TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION*)  
NA PROMOÇÃO DO PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO DE  
FERIDAS CRÓNICAS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Monografia

Ana Marques nº 5120214

Ana Grave nº 5120458

André Lopes nº 5120206

Cláudia Monteiro nº 5120211

Unidade Curricular: Monografia

Docentes: José Alves-Guerreiro, Luís Carrão, Sandra Amado, Nuno Morais

Leiria, junho de 2016

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CA – Corrente alterna

CB – Corrente bifásica

CD – Corrente direta

Cl- – Cloreto

CM – Corrente monofásica

Co – Controlo

EE – Estimulação elétrica

EGF – *Epidermal growth factor*

FREMS – *Frequency rhythmic electrical modulation system*

IV – Infravermelho

K- – Potássio

MC – Microcorrente

MEDLINE - *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*

MI – Membro inferior

Na+ – Sódio

NR – Não randomizado

RCT – *Randomized Controlled Trial*;

PEDro – *Physiotherapy Evidence Database*

PDFG-A – *Platelet-derived growth factor*

PICOS – *Participants, Interventions, Comparisons, Outcomes, Study design*

PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*

PUSH – *Pressure Ulcer Scale for Healing*

TENS – *Transcutaneous electrical nerve stimulation*

VAS – *Visual Analogue Scale*

VeV – *Verge Videometer*

## RESUMO

**Introdução:** As feridas crônicas têm um impacto bastante significativo em várias componentes, tais como a física, psicológica e financeira. Estudos efetuados no âmbito da estimulação elétrica (EE) na cicatrização de feridas crônicas mostraram que as correntes bidirecionais, como o TENS (*transcutaneous electrical nerve stimulation*), parecem ser promissoras.

**Objetivo:** Descrever analiticamente os efeitos das correntes TENS na promoção da cicatrização de feridas crônicas.

**Métodos:** O estudo que efetuámos trata-se de uma revisão sistemática. As bases de dados utilizadas foram: MEDLINE/PubMed, *Cochrane Central Register of Controlled Trials*, B-on, PEDro. Foram incluídos estudos realizados em humanos com idades superiores ou iguais a 18 anos, podendo ser randomizados ou não. Estes estudos deviam de ter como *outcome* a taxa de cicatrização. A qualidade dos artigos foi avaliada pela escala PEDro.

**Resultados:** Dos 2505 artigos encontrados, incluímos 14 estudos (7 randomizados e 7 não-randomizados). Destes estudos, 5 focam-se nas feridas diabéticas, 3 incidem nas úlceras de pressão, 1 inclui úlceras venosas e 5 englobam mais do que um tipo de feridas crônicas. A média de idades em todos os estudos varia de 31,1 e 73,1 anos, sendo que o número da amostra varia de 20 a 214 indivíduos. Todos os artigos apresentaram resultados positivos na taxa de cicatrização aquando da aplicação das correntes TENS em qualquer tipo de feridas crônicas. O estudo apresenta algumas limitações na qualidade metodológica e no processo de seleção dos ensaios.

**Conclusão:** A terapia TENS parece ser uma modalidade terapêutica efetiva na promoção do processo de cicatrização de feridas crônicas.

**Palavras-chave:** correntes TENS; cicatrização; feridas crônicas

## **ABSTRACT**

**Introduction:** *Chronic wounds have a very significant impact in many components, such as physical, psychological and financial. Studies conducted in the context of electrical stimulation (ES) in the healing of chronic wounds have shown that bidirectional currents such as TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation), seem promising.*

**Objective:** *To describe analytically the effects of TENS currents in promoting the healing of chronic wounds.*

**Methods:** *The study that we've made it is a systematic review. The databases used were MEDLINE/PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials, B-on, PEDro. We included studies conducted in humans with age greater or equal to 18 years and may be randomized or not. These studies should have as outcome the healing rate. The quality of the articles was assessed by the PEDro scale.*

**Results:** *Of the 2505 articles found, we included 14 studies (7 randomized and 7 nonrandomized). From these studies, 5 focus in diabetic wounds, 3 with pressure ulcers, 1 include venous ulcers and 5 contain more than one type of chronic wounds. The average age in all studies ranges from 31,1 to 73,1 years, and the number of the sample varies 20 to 214 subjects. All articles were positive in the healing rate upon application of TENS currents in any type of chronic wounds. The study has some limitations in methodological quality of the trials and the selection process.*

**Conclusion:** *TENS therapy appears to be an effective therapeutic modality in promoting the healing process of chronic wounds.*

**Key-words:** *TENS currents; healing; chronic wounds*

## **ÍNDICE**

### **INTRODUÇÃO 10**

#### **1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14**

#### **2. METODOLOGIA 22**

2.1. TIPO DE ESTUDO 22

2.2. BASES DE DADOS 22

2.3. PALAVRAS-CHAVE A UTILIZAR 22

2.4. SELEÇÃO DOS ESTUDOS E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE 23

2.5. ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ESTUDOS 24

2.6. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS 25

#### **3. RESULTADOS 26**

#### **4. DISCUSSÃO 40**

#### **5. CONCLUSÃO 46**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47**

### **ANEXOS**

ANEXO I “Assuntos” selecionados na pesquisa da B-on

ANEXO II Escala PEDro

ANEXO III PRISMA Checklist

## ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1** Campo Endoelétrico e suas implicações na ferida. Encontra-se ainda representado o vetor elétrico (setas tracejadas a vermelho) que irá influenciar a migração celular (setas tracejadas a azul) 13
- FIGURA 2** PRISMA *Statement 25*

## **ÍNDICE DE TABELAS**

- TABELA 1** Combinações das palavras-chave e respectivos totais de resultados nas diversas bases de dados 24
- TABELA 2** Qualidade dos estudos incluídos na revisão segundo a escala PEDro 26
- TABELA 3** Resumo dos estudos incluídos na revisão 27

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo dar resposta ao problema da falta de consenso acerca da efetividade das correntes *Transcutaneous electrical nerve stimulation* (TENS) para uma maior promoção do processo de cicatrização de feridas crônicas. Os estudos relativos à estimulação elétrica (EE) na cicatrização de feridas têm-se focado nas correntes unidirecionais. No entanto, as bidirecionais parecem bastante promissoras na medida em que têm menos efeitos adversos e são menos invasivas na colocação dos elétrodos (Gardner, Frantz e Schmidt, 1999; Martínez-Rodríguez, Bello, Fraiz e Martínez-Bustelo, 2013).

Nesta linha de pensamento, formulamos como questão investigacional, qual a efetividade da utilização das correntes TENS na promoção da cicatrização das feridas crônicas?

Na base desta questão está a abordagem PICOS, de forma a direcionar o processo metodológico da nossa revisão, na medida em que, não só economiza tempo no processo de busca e mantém o foco na necessidade/problema, como também facilita a avaliação crítica da informação recolhida. Assim, o estudo inclui participantes (P – *Participants*) com idade igual ou superior a 18 anos, com pelo menos um tipo de feridas crônicas e, ao nível das intervenções (I – *Interventions*) a terapia de estimulação elétrica com as correntes TENS. Para responder à questão que propomos, iremos realizar comparações entre os resultados das variáveis que pretendemos (C – *Comparisons*), nomeadamente a taxa de cicatrização ou parâmetros que a permitam calcular, como a área da ferida (O – *Outcomes*). Por último, analisaremos estudos controlados e randomizados (RCT's) e não randomizados (NR), que abordarem os aspetos supracitados (S – *Study design*).

As feridas crônicas têm um impacto bastante significativo na componente física, mas também em termos psicológicos quer dos utentes quer das famílias e cuidadores. Esta problemática acarreta complicações como perda de mobilidade e dificuldade na marcha que se traduzem em limitações funcionais, afetando a qualidade de vida. Além disto, as feridas crônicas funcionam como uma porta aberta para a instalação de infeções e têm

ainda potencial de transformação maligna. Outro dos fatores negativos associado às feridas crónicas centra-se no aspeto financeiro, uma vez que os indivíduos são impedidos de desempenhar a sua atividade profissional, além de que os tratamentos são bastante dispendiosos (Hurd, 2013; Menke, Ward, Witten, Bonchev e Diegelmann, 2007).

Em termos epidemiológicos, segundo a revisão da literatura de Graves e Zheng (2014) as estimativas de prevalência das úlceras de pressão em ambiente hospitalar variaram de 1,1% a 26,7%; nas comunidades de 6% a 29%; nos lares de idosos de 7,6% a 53,2% e nas unidades de cuidados intensivos de 13,1% a 28,7%. Em estudos realizados no Canadá e na Holanda, observou-se que as diferentes fases de evolução da ferida possuíam diferentes valores de prevalência, assim registou-se uma prevalência de 62% e 10,5% na fase I, 29% e 11,8% na fase II, 4% e 5,2% na fase III e 4% e 1,3% na fase IV. No que diz respeito às úlceras diabéticas registou-se uma variação na prevalência de 1,2% a 20,4% em ambiente hospitalar e de 0,02% a 10% na comunidade, sendo que a nível de incidência obteve-se o valor de 41% ao longo de 12 meses na comunidade. As úlceras venosas possuíam valores de prevalência entre os 0,05% a 1% na comunidade, contudo outros estudos referiram a existência de valores de prevalência na comunidade de 1,69%. A nível de incidência este tipo de úlceras apresenta um intervalo de 0,02% para 0,35% ao longo de um período de um ano na população em geral. Por fim, as úlceras arteriais são as menos prevalentes e também com informação mais escassa, porém aponta-se que tenham uma prevalência de 0,01% na comunidade e cuidados de saúde primários (Graves et al., 2014).

Estima-se que nos países desenvolvidos existam mais de 7,4 milhões de úlceras de pressão, alegando-se que a sua prevalência em ambiente de cuidados intensivos na Europa é acima dos 20% (Sen et al., 2009). Nestes países o aparecimento de feridas crónicas é um problema de saúde substancial onde cerca de 1 a 2% da população tem probabilidade de vir a sofrer durante a sua vida (Trøstrup, Bjarnsholt, Kirketerp-Møller, Høiby e Mosser, 2013).

Furtado (2003) citado na dissertação de Favas (2012) estima que em Portugal a prevalência de úlceras de pressão em cuidados de saúde ambulatoriais é de 1,42 pessoas por cada 1000 habitantes. Para além disso, a taxa de prevalência destas feridas no distrito de Leiria, nos utentes inscritos nos Cuidados de Saúde Primários é de 31,6% e de 21,3% nos Cuidados de Saúde Diferenciados (Favas, 2012).

Nos Estados Unidos da América, as feridas crónicas afetam aproximadamente 6,5 milhões de indivíduos, sendo que o seu tratamento envolve gastos anuais de mais de 2,5 bilhões de dólares (Sen et al., 2009).

De facto, em termos socioeconómicos, o tratamento de feridas crónicas atinge um custo total de 2-4% do orçamento da saúde nos países ocidentais. Apesar disto, é esperado um aumento desta previsão como consequência do envelhecimento da população e da ampla epidemia de diabetes e obesidade (Trøstrup et al., 2013). É ainda estimado que em todo o mundo sejam gastos 7 bilhões de dólares por ano com os cuidados de saúde direcionados para as feridas crónicas (Margolis, Bilker, Santanna e Baumgarten, 2002).

Tendo em conta a problemática apresentada, o estudo que efetuámos trata-se de uma revisão sistemática, um elemento-chave dos cuidados de saúde servindo como instrumento para a implementação de práticas baseadas em evidências, para fazer um balanço relativo a uma questão (ou conjunto) de pesquisa e para a formação de futuras pesquisas. As revisões sistemáticas consistem numa síntese de estudos primários que tratam o mesmo objeto (Khan, Kunz, Kleijnen e Antes, 2003; Schlosser, 2006).

A revisão sistemática a desenvolver é qualitativa na medida em que a integração de estudos vai ser sintetizada, mas não combinada estatisticamente.

Pretendemos com esta revisão descrever analiticamente os efeitos das correntes TENS na promoção da cicatrização de feridas crónicas.

No que diz respeito à metodologia do estudo, as bases de dados utilizadas foram a MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*)/PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials, B-on e PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*). A seleção dos estudos teve como linha orientadora o *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses Statement (PRISMA Statement)*, de acordo com os critérios de elegibilidade (critérios de inclusão e de exclusão) previamente definidos. A análise da qualidade dos estudos incluídos efetuou-se através da escala PEDro. Para a recolha, síntese e análise de dados recorreu-se a elementos esquemáticos, tal como tabelas.

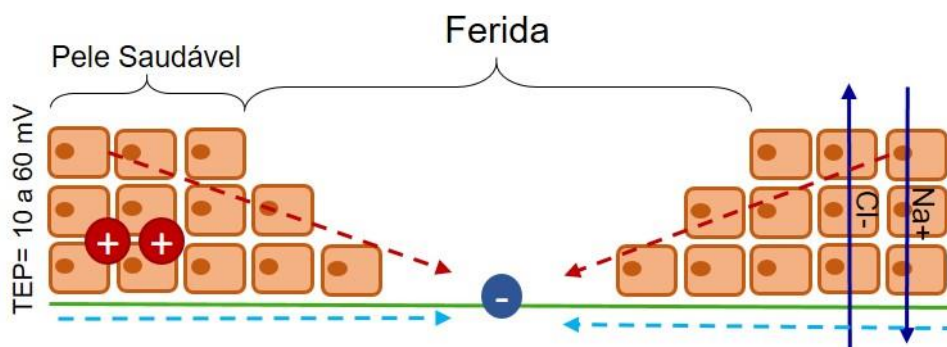
O presente trabalho encontra-se dividido em cinco fases:

- 1) fundamentação teórica, suporte teórico do estudo realizado;
- 2) metodologia, que inclui os passos dados para alcançar os objetivos delineados;
- 3) resultados, em esquemas e/ou tabelas para permitir a comparação de dados;
- 4) discussão, comparação de dados obtidos com os apresentados na literatura;
- 5) conclusão.

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pele humana possui um potencial endógeno ou transepitelial criado e mantido pelo fluxo de íons de cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) na epiderme e pelos íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) na derme (Herberger et al., 2015; Kitchen e Young, 2003). Este potencial endógeno situa-se entre os 10 e os 60 mV, sendo mantido pela bomba de  $\text{Na}^+$  e potássio ( $\text{K}^-$ ) para além da troca iónica posteriormente referida (Fraccalvieri, Salomone, Zingarelli, Rivarossa e Bruschi, 2015). Outros autores (Reid e Zhao, 2014) referem que o potencial transepitelial varia entre 25 e 45 mV, havendo ainda a referência, dada por Zhao (2009), que este potencial se encontra entre os 25 e os 40 mV. Assim, a pele forma uma barreira elétrica entre as cargas negativas na superfície da epiderme e as cargas positivas na derme (Herberger et al., 2015; Reid e Zhao, 2014). Por sua vez, esta diferença de potencial irá permitir que a célula funcione eficazmente (Figura I), repercutindo-se numa resposta favorável a lesões (Barnes, Shahin, Gohil e Chetter, 2014; Reid e Zhao, 2014). Uma lesão cutânea irá destruir a barreira elétrica, provocando um “curto-circuito” no potencial endógeno (Zhao, 2009) revelando-se essencial para o processo de cura (Wang e Zhao, 2010). Este contribui para a regulação e manutenção da ferida, podendo estar relacionado com o recrutamento de células pró-inflamatórias (Barnes et al., 2014; Reid e Zhao, 2014) e melhoria do fluxo sanguíneo (Herberger et al., 2015).

Figura 1 – Campo Endoelétrico e suas implicações na ferida. Encontra-se ainda representado o vetor elétrico (setas tracejadas a vermelho) que irá influenciar a migração celular (setas tracejadas a azul).



Fonte: Adaptada de Zhao (2009); Reid e Zhao (2014); Fraccalvieri, Salomone, Zingarelli, Rivarossa e Bruschi, (2015)

A cicatrização de feridas é um processo que envolve eventos celulares, fisiológicos e bioquímicos de modo a dar resposta à lesão do tecido. Este processo compreende três fases, são elas: inflamação, proliferação e remodelação (Demidova-Rice, Hamblin e Herman, 2012; Pryde, 2003; Velnar, Bailey e Smrkoji, 2009).

A fase inflamatória começa imediatamente após a lesão, envolvendo uma sequência complexa de eventos vasculares e celulares, controlados por mediadores hormonais e neurais (Pryde, 2003). Decorrentes da hemorragia são ativadas as plaquetas sanguíneas que aderem aos vasos sanguíneos danificados, iniciando uma reação hemostática. Ocorre a formação de uma cascata de coagulação de sangue com o intuito de prevenir hemorragias excessivas e de proteger, provisoriamente, a área afetada. As plaquetas sanguíneas têm a importante função de libertar diversos fatores de coagulação e de crescimento, aumentando assim a permeabilidade vascular no local da lesão e tornando mais firme o tampão formado (Demidova-Rice et al., 2012).

Após o terceiro dia da lesão inicia-se a fase proliferativa com uma duração aproximada de duas semanas (Velnar et al., 2009). Nesta fase ocorre uma série de acontecimentos, nomeadamente, a epitelização, neovascularização, produção de colagénio e contração da ferida. Na epitelização as células epiteliais intactas reproduzem-se e migram para a área lesionada, com o intuito de restaurar a epiderme lesada. A neovascularização resulta da angiogénese consistindo na criação de novos vasos sanguíneos que são fundamentais para a cicatrização de feridas, ao permitir a chegada de mais mediadores da inflamação (Pryde, 2003). Os fibroblastos irão promover a produção de colagénio que permite a formação da matriz intracelular dentro da ferida (Pryde, 2003; Velnar et al., 2009). Para tal, vários fatores de crescimento são libertados pelas células inflamatórias e plaquetas de modo a provocarem a migração de fibroblastos para o interior da ferida. De facto, os fibroblastos e as células endoteliais são as principais células da fase proliferativa (Velnar et al., 2009). A contração da ferida é considerada o último evento desta fase, tendo como objetivo a reparação da lesão. Os miofibroblastos são considerados as principais células responsáveis por essa contração. O seu início ocorre sensivelmente 5 dias após a lesão, acentuando-se após 2 semanas (Pryde, 2003).

Por último, sucede a fase remodelação caracterizando-se por ser a mais longa do processo de cicatrização, podendo manter-se até 1-2 anos (Pryde, 2003; Velnar et al., 2009). É

responsável pelo desenvolvimento de um novo epitélio e formação do tecido cicatricial, sendo todo o processo regulado por diversos fatores de crescimento. Apesar de a deposição inicial do colagénio ser altamente desorganizada, a nova matriz de colagénio atinge a sua organização no final desta fase, através da contração da ferida, já iniciada na fase proliferativa. Deste modo, o resultado final é uma cicatriz com elevada resistência à tração e diminuição do número de células e vasos sanguíneos (Velnar et al., 2009).

As feridas podem ser caracterizadas de acordo com diversos fatores, porém a classificação mais comum enfatiza o tempo de cicatrização. Deste modo, as feridas podem ser consideradas agudas ou crônicas. Como referido anteriormente, a cicatrização é influenciada por diversos mediadores, sendo necessária a sua perfeita sincronização para que o processo ocorra de uma forma eficaz (Velnar et al., 2009). Quando tal acontece, a ferida cicatrizará dentro de 5 a 10 dias podendo ir até 30 dias, sendo designada por ferida aguda. Este tipo de lesão pode ter origem traumática (decorrente de um episódio traumático) ou cirúrgica (consequente de uma intervenção cirúrgica) (Velnar et al., 2009).

As feridas podem ainda ser classificadas de acordo com o comprometimento tecidual em 4 estádios. No estádio I não ocorre perda tecidual, verificando-se apenas um comprometimento da epiderme. Já no estádio II ocorre perda tecidual, observando-se comprometimento da epiderme, derme ou ambas as camadas. No estádio III, verifica-se um comprometimento total da pele, assim como necrose de tecido subcutâneo. Por último, o estádio IV é o mais grave na medida em que ocorre extensa destruição de tecido, podendo haver lesão óssea ou muscular ou necrose tecidual (Tazima, Vicente e Moriya, 2008). De salientar que estes quatro estádios poderão ou não estar relacionados com as três fases de cicatrização das feridas.

Por outro lado, as feridas crônicas definem-se como uma falha no processo de reparação ordenado e atempado, incapaz de restabelecer a integridade anatómica e funcional (Velnar et al., 2009). Caracterizam-se por uma duração de cicatrização superior a 1-3 meses, mesmo com a implementação de tratamento correto e adequado (Favas, 2012; Herberger et al., 2015). Nestes casos, ocorre a retenção de certos compostos da inflamação que irão degradar células pró-inflamatórias e de alguns fatores de crescimento, que vão comprometer fortemente a cicatrização (Demidova-Rice et al., 2012).

As alterações na cicatrização podem ocorrer por diversos fatores, tais como: envelhecimento, obesidade, hábitos tabágicos e alcoólicos, alterações na perfusão, anemia, trauma recorrente, infeção da ferida, alterações nutricionais, medicação, entre outros. Para além disso, a dificuldade na cicatrização é típica de certas condições clínicas, destacando a *diabetes mellitus*, neoplasias e desordens do tecido conjuntivo (ECRI Institute, 1996; Pryde, 2003). Nas feridas crónicas acredita-se que o campo elétrico esteja comprometido ou até inibido na totalidade, impedindo que haja cicatrização da lesão (Herberger et al., 2015; Wang e Zhao, 2010).

As feridas crónicas podem ser de diferentes tipos: úlceras de pressão, úlceras venosas, úlceras arteriais e úlceras diabéticas. As úlceras de pressão definem-se por lesões causadas pela contínua e prolongada exercício de pressão nos tecidos moles, devido a movimentos de fricção repetidos e/ou compressão destes tecidos contra proeminências ósseas (ECRI Institute, 1996; Health Quality Ontario, 2009). As úlceras venosas encontram-se relacionadas com insuficiência venosa. Quando se dão alterações nas válvulas das veias é permitida a saída de componentes como a fibrina, havendo maior dificuldade na cicatrização (Demidova-Rice et al., 2012; ECRI Institute, 1996). As úlceras arteriais caracterizam-se pela obstrução destes vasos sanguíneos, sendo bastante dolorosas (Favas, 2012). Como são profundas, podem expor estruturas corporais como tendões e ossos podendo nos casos mais graves levar a amputações (Demidova-Rice et al., 2012; ECRI Institute, 1996). As úlceras diabéticas ocorrem devido a uma diminuição da resposta inflamatória, caracterizando-se por uma lesão abaixo do tornozelo num indivíduo com diabetes (Demidova-Rice et al., 2012; Favas, 2012).

O facto de os investigadores saberem da existência deste potencial endógeno na pele levou-os a testar variadas formas de tratamentos, nomeadamente, diferentes tipos de EE em feridas crónicas no sentido de restabelecer este potencial. Foi ainda concluído que a efetividade da EE é melhor observada quando as feridas não respondem ao tratamento convencional (Fracalvieri et al., 2015).

A corrente elétrica corresponde à circulação ou fluxo de partículas com carga através de um condutor, por resposta a um campo elétrico aplicado (Shapiro, 2003). A EE é uma modalidade terapêutica utilizada na fisioterapia, consistindo na distribuição de uma corrente elétrica para os tecidos, para excitação de células musculares e nervosas

(Martínez-Rodríguez et al., 2013). Para tal, são colocados elétrodos na pele, perto ou diretamente na ferida (Isseroff e Dahle, 2012).

A EE produz efeitos benéficos ao longo das três fases de cicatrização de feridas crônicas. Na fase inflamatória aumenta o fluxo sanguíneo, a oxigenação dos tecidos e estimula os fibroblastos, reduzindo o edema e proporcionando um maior efeito antibacteriano. Na fase proliferativa aumenta o transporte de membrana, a organização matricial do colagénio, bem como, proporciona a contração da ferida e a estimulação da síntese de ácido desoxirribonucleico (ADN) e de proteínas. Na última fase aumenta a proliferação epidérmica celular e a estimulação dos fibroblastos, permitindo assim a cicatrização (Ramadan, Elsaidy e Zyada, 2008; Ud-Din e Bayat, 2014).

Acredita-se ainda que a EE aplicada externamente à ferida (exógena) irá promover a recriação do campo elétrico endógeno, podendo alterar a proliferação do epitélio, macrófagos, granulócitos, bem como poderá atuar sobre fatores de crescimento (Barnes et al., 2014; Liebano e Machado, 2014).

Segundo Cukjati, Rebersek e Miklavcic (2001), a medida da taxa de cicatrização deve descrever o processo de cicatrização, independentemente do tipo de ferida, tratamento e localização, devendo por isso, prever o tempo necessário para a oclusão da ferida. A taxa de cicatrização é definida como a percentagem de diminuição da área de superfície da ferida, num determinado período de tempo. Outra forma de analisar esta taxa consiste na razão existente entre a área cicatrizada num dado tempo (dia, semana, ou outro intervalo temporal) relativamente à área inicial da ferida, se for calculada através da fórmula:  $[(\text{Área inicial} - \text{Área final}) / \text{Área inicial} \times 100]$  (Gonçalves, Borges, Junior e Lima, 2015). Contudo, esta apenas se apresenta como uma possível forma de cálculo deste *outcome*, uma vez que os estudos apresentam formas diversas de chegar ao valor da taxa de cicatrização.

Os principais tipos de correntes eletroterapêuticas são: corrente direta (CD), pulsada e alternada (CA). A corrente direta caracteriza-se por um fluxo contínuo unidirecional, mantendo polaridade constante, o que pode conduzir a queimaduras químicas. A corrente pulsada é administrada descontinuamente, numa série de pulsos intercalados com períodos sem fluxo de corrente. Por último, as correntes alternadas são constituídas por

um fluxo contínuo bidirecional, envolvendo pulsos bifásicos. Neste tipo de corrente, a acumulação de cargas no tecido é zero. Podem ainda classificar-se em bifásicas simétricas, bifásicas assimétricas e estimulação elétrica neuromuscular, sendo todas consideradas TENS (Gardner et al., 1999; Martínez-Rodríguez et al., 2013; Shapiro, 2003). De acordo com Watson (2013) TENS pode representar o uso de EE com elétrodos de superfície na pele, com a intenção de estimular os nervos.

Estudos efetuados no âmbito da EE na cicatrização de feridas crônicas compreendem todo o tipo de correntes elétricas, no entanto a corrente direta é a mais comumente utilizada. As correntes bidirecionais, como o TENS, têm tido um foco menor. Todavia, parecem ser promissoras, na medida em que são menos invasivas e possuem menos efeitos adversos, comparativamente com a corrente direta (Martínez-Rodríguez et al., 2013).

O TENS é usado comumente para analgesia<sup>1</sup>, mostrando também efeito no aumento na perfusão dos tecidos (Gürgen, Sayın, Çetin e Yücel, 2013; Machado, Santana, Tacani e Liebano, 2012), bem como revelou diminuir a resistência vascular (Kutlu, Çeçen, Gülgen, Sayn e Çetin, 2013). O TENS pode ser classificado em TENS tradicional, TENS acupuntura, TENS *burst*, TENS *brief intense* e TENS com modulação (Watson, 2013). Machado et al., (2012) sugerem que a frequência deste meio de intervenção terapêutico deve de compreender-se entre 2Hz e 100Hz, a amplitude deve variar de acordo com o tipo de úlcera: entre 0 mA e 70 mA para úlceras diabéticas e 20 mA a 45 mA para úlceras venosas. O tempo da exposição a TENS recomendado pelos autores situa-se entre vinte minutos a duas horas. Porém, neste estudo foram incluídos animais, não estando referidos quais os valores para os outros tipos de úlceras. Outros autores referem que a colocação dos elétrodos do TENS deve ser nas margens da ferida, ao contrário das correntes diretas, onde os elétrodos são colocados em cima da ferida (Gardner et al., 1999). Para além disso, autores referem que a corrente elétrica é mais forte nas margens da ferida do que no centro da mesma (Zhao, 2009).

Para além destes tipos de TENS, existe ainda outro denominado de FREMS (*Frequency Rhythmic Electrical Modulation System*). Esta corrente é descrita por Santamato et al.

---

<sup>1</sup> Esta capacidade é devida à estimulação das fibras Beta, inibindo assim o estímulo vindo do Sistema Nervoso Central a partir das fibras nociceptivas C, processo denominado por portão da dor ou teoria da comports da dor (Fraccalvieri, et al., 2015).

(2012) como sendo um tipo inovador de eletroterapia transcutânea utilizado para o tratamento da dor, servindo-se de sequências de estímulos elétricos modulados que alteram automaticamente a duração de impulso, amplitude e frequência. O impulso é caracterizado por uma fase ativa e uma fase de “descanso”, que é responsável pelo equilíbrio iônico do tecido envolvido (Lorenz Biotech). Em termos de onda, a FREMS possui uma onda bifásica assimétrica e eletricamente equilibrada, de modo a evitar queimaduras, possuindo ainda um sinal não periódico de forma a diminuir a adaptação nervosa (Magnoni et al., 2013). O método da FREMS assenta na hipótese de que o somatório dos estímulos elétricos sub-limiares, transportado até um nervo motor através da pele com recurso a um sistema não invasivo, fosse induzir potenciais de ação nos tecidos excitáveis (Janković e Binić, 2008). De salientar ainda que esta corrente possui outras funções para além do tratamento da dor, tais como: ação anti-inflamatória e reparação tecidual (Lorenz Biotech).

Um estudo mostrou que o TENS melhora o processo de cicatrização através da inibição de citocinas pró-inflamatórias, regulando a reepitelização e formação de tecido de granulação (Gürgen et al., 2013). Martínez-Rodríguez et al. (2013) referem que tanto as correntes de TENS como a estimulação neuromuscular promovem a vasodilatação, aumentando a perfusão na região lesada, podendo ainda traduzir-se num aumento da cicatrização.

Constatámos que até ao momento a evidência ainda é limitada no que diz respeito ao processo implícito nas correntes de TENS na cicatrização de feridas crônicas em humanos. Não obstante observámos que existem mais ensaios em animais e *in vitro* que abordam esta temática.

Repare-se no estudo realizado por Kutlu et al. (2013) onde foi comparada a concentração de alguns fatores de crescimento presentes em feridas de ratos, bem como a sua taxa de cicatrização. Para isso foram confrontadas as seguintes modalidades: TENS, solução salina, óleo de lavanda e iodopovidona. Os autores referem que, nos ratos em que foi aplicado TENS, ocorreram melhorias significativas na taxa de cicatrização, bem como foi o método terapêutico que registou níveis mais elevados de *platelet-derived growth factor*

(PDGF-A) e *epidermal growth factor* (EGF)<sup>2</sup>. Para além disso, este grupo apresentou ainda uma maior taxa de reepitelização. Kutlu et al. (2013) salientam também o papel do TENS no aumento da perfusão dos tecidos, aumento da concentração de fibroblastos na região lesada, redução do edema, bem como, o seu papel antisséptico. TENS mostrou ainda participar na migração de macrófagos e neutrófilos para a ferida (Kutlu et al., 2013).

Para finalizar, os autores Gürgen et al. (2013) salientam a necessidade de mais estudos no sentido de identificar o mecanismo exato de ação por trás das correntes TENS na promoção de feridas crónicas.

---

<sup>2</sup> PDGF-A e EGF são fatores de crescimento presentes durante a cicatrização de feridas, facilitando a coagulação e a reestruturação dos queratinócitos, respetivamente.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. TIPO DE ESTUDO

A temática do nosso trabalho assenta na realização de uma revisão sistemática acerca da efetividade das correntes TENS na promoção do processo de cicatrização de feridas crônicas. As revisões sistemáticas são um elemento-chave dos cuidados de saúde servindo como instrumento para a implementação de práticas baseadas em evidências, para fazer um balanço relativo a uma questão (ou conjunto) de pesquisa e para a formação de futuras pesquisas, consistindo numa síntese de estudos primários que tratam do mesmo objeto (Khan et al., 2003; Schlosser, 2006). A revisão sistemática que desenvolvemos foi qualitativa na medida em que a integração de estudos foi sintetizada, mas não combinada estatisticamente.

### 2.2. BASES DE DADOS

As bases de dados utilizadas para a revisão foram: MEDLINE/PubMed, *Cochrane Central Register of Controlled Trials*, B-on, PEDro. Para além disso, as referências dos estudos identificados foram examinadas para destacar quaisquer outros estudos complementares que se pudessem perder na busca eletrónica.

### 2.3. PALAVRAS-CHAVE A UTILIZAR

Para a pesquisa nas bases de dados referidas foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “*electrical stimulation*”, “*transcutaneous electric nerve stimulation*”, “TENS”, “*alternating current*”, “*biphasic current*”, “*chronic wound*” e “*healing*”. A partir destas palavras-chave foi possível criar cinco combinações de palavras, no sentido de otimizar a nossa pesquisa e diminuir a probabilidade de perda de estudos com potencial para integrar a revisão. Estas combinações podem ser verificadas na Tabela 1.

## 2.4. SELEÇÃO DOS ESTUDOS E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

A seleção dos estudos teve como linha orientadora o PRISMA *Statement*, que é constituído por uma lista de verificação de 27 itens (ANEXO III) e um diagrama de quatro fases (Figura II), com o intuito de assegurar a realização da revisão sistemática de forma mais objetiva, precisa e transparente. Após remoção de duplicados, os estudos foram selecionados segundo o título e o *abstract* e posteriormente segundo os critérios de elegibilidade. A seleção deve realizar-se por dois investigadores independentes. Caso haja qualquer discordância entre estes, a mesma é discutida e resolvida, se necessário, por um terceiro revisor (Liberati et al., 2009; Moher, Liberati, Tetzlaff e Altman, 2009).

Os critérios de elegibilidade mostram-se essenciais para a apreciação da validade, aplicabilidade e abrangência de uma revisão, assegurando que os estudos são selecionados de forma sistemática e imparcial. Podem separar-se por duas componentes: características do estudo (ex: informações referidas no PICOS e outros elementos como a duração do *follow-up*) e características do relatório (ex: idioma, ano e *status* de publicação) (Liberati et al., 2009). Assim, dividimos os critérios de elegibilidade em critérios de inclusão e de exclusão.

Os critérios de inclusão foram:

- ✓ Estudos de avaliação da efetividade das correntes TENS (correntes alternas e/ou bifásicas);
- ✓ A parametrização das correntes usadas nos estudos deve estar explícita;
- ✓ Serão incluídos todos os tipos de feridas crônicas (úlceras de pressão, úlceras venosas, arteriais, neuropáticas/diabéticas, entre outras);
- ✓ A medida a comparar será a taxa de cicatrização, pelo que serão incluídos estudos que a utilizem ou que possuam parâmetros que a permitam calcular;
- ✓ Estudos em humanos com idade igual ou superior a 18 anos;
- ✓ Estudos que utilizem elétrodos de superfície;
- ✓ Estudos randomizados e não randomizados;
- ✓ Ensaios publicados até dezembro de 2015 com restrições de idioma (Inglês e Português).

Como critérios de exclusão considerámos todos os estudos que não correspondam aos critérios descritos anteriormente, nomeadamente:

- Estudos em feridas agudas ou subagudas com duração inferior a um mês / 4 semanas;
- Estudos que não meçam a taxa de cicatrização e não apresentem os parâmetros necessários para a calcular, particularmente as áreas inicial e final das feridas.

## 2.5. ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ESTUDOS

Após a seleção dos estudos, os que estavam em conformidade com os critérios de elegibilidade foram analisados segundo a sua qualidade metodológica. A análise deve realizar-se por dois investigadores independentes. Caso haja qualquer discordância entre estes, a mesma é discutida e resolvida, se necessário, por um terceiro revisor.

Nesta revisão, utilizou-se a escala PEDro, um instrumento para avaliar a qualidade metodológica dos ensaios clínicos de intervenção em fisioterapia. Esta permite identificar quais os estudos clínicos randomizados, ou quase-randomizados, que poderão ter validade interna e conter informação estatística suficiente que torne os seus resultados interpretáveis (Morton, 2009; PEDro - Physiotherapy Evidence Database, 2015).

A escala PEDro é uma lista de verificação com 11 itens, sendo a classificação obtida pelo número de critérios cumpridos, não sendo contabilizado o primeiro critério. A soma dos critérios 2-11 irá traduzir-se numa pontuação entre 0 e 10, em que 10 é a pontuação máxima, que representa maior qualidade possível, e 0 a pontuação mínima, representado a menor qualidade possível. A versão da escala PEDro utilizada é em português, pois esta revelou-se equivalente em termos semânticos, idiomáticos e conceptuais ao original (Inglês), apresentando validade para a aplicação na cultura portuguesa (Costa, 2011).

As pontuações da escala PEDro não foram utilizadas como critérios de inclusão ou exclusão, mas com o intuito de melhorar a síntese dos resultados e discutir os pontos fortes e fracos de cada estudo incluído.

## 2.6 RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS

Para cada estudo, procedemos ao registo dos seguintes dados: autores/ano de publicação, desenho do estudo, idade média dos sujeitos, número total de participantes, tipo/etiologia das feridas, intervenção (tipos de correntes utilizadas nos diferentes grupos e parametrização das mesmas, número de indivíduos que receberam tratamento, características dos elétrodos), duração do *follow-up*, *outcomes* e resultados/conclusões. Posto isto, a recolha foi organizada através de uma tabela e de forma independente.

### 3. RESULTADOS

A pesquisa da literatura foi realizada em 4 bases de dados diferentes, nomeadamente Pubmed, *Cochrane Central Register of Controlled Trials*, B-on e PEDro, no período de 28 de março a 2 de abril. De seguida, é possível observar a estratégia de pesquisa (Tabela 1), com as diversas combinações das palavras-chave, tal como o número total de resultados encontrados nas diferentes bases de dados. De salientar que no momento da pesquisa na base eletrónica B-on recorreu-se aos “assuntos”, com o intuito de direcionar a pesquisa para os nossos objetivos (ANEXO I).

Tabela 1 - Combinações das palavras-chave e respetivos totais de resultados nas diversas bases de dados

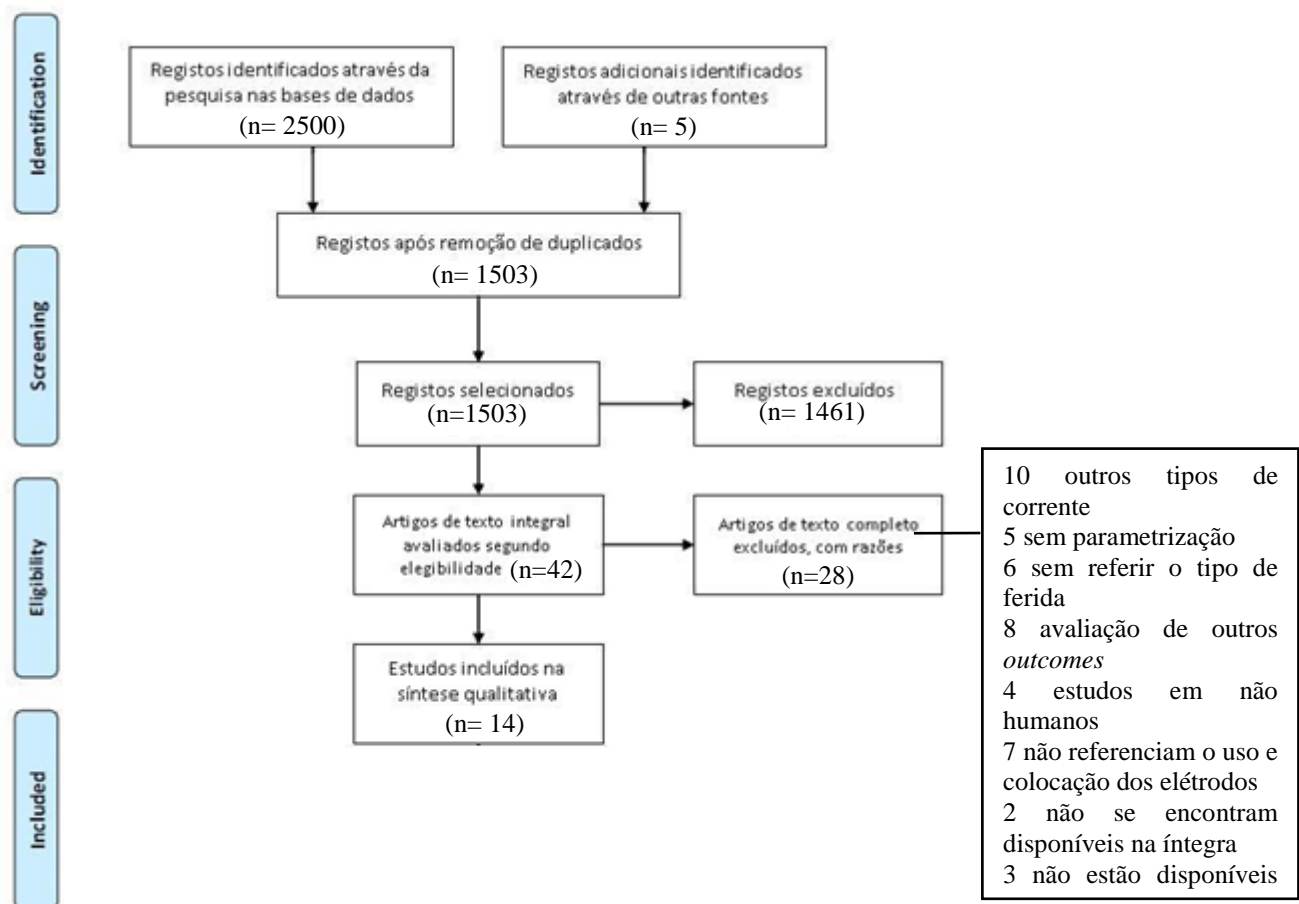
Base de dados	Palavras-chave	Totais		
Pubmed	<i>TENS + chronic wound + healing</i>	3	27	2500
	<i>Transcutaneous electric nerve stimulation + chronic wound + healing</i>	2		
	<i>Alternating Current + chronic wound + healing</i>	1		
	<i>Biphasic Current + chronic wound + healing</i>	1		
	<i>Electrical stimulation + chronic wound + healing</i>	20		
Cochrane	<i>TENS + chronic wound + healing</i>	24	44	
	<i>Transcutaneous electric nerve stimulation + chronic wound + healing</i>	3		
	<i>Alternating Current + chronic wound + healing</i>	1		
	<i>Biphasic Current + chronic wound + healing</i>	2		
	<i>Electrical stimulation + chronic wound + healing</i>	14		
B-on	<i>TENS + chronic wound + healing</i>	431	2420	
	<i>Transcutaneous electric nerve stimulation + chronic wound + healing</i>	156		
	<i>Alternating Current + chronic wound + healing</i>	401		
	<i>Biphasic Current + chronic wound + healing</i>	338		
	<i>Electrical stimulation + chronic wound + healing</i>	1094		
PEDro	<i>TENS + chronic wound + healing</i>	0	9	
	<i>Transcutaneous electric nerve stimulation + chronic wound + healing</i>	0		
	<i>Alternating Current + chronic wound + healing</i>	1		
	<i>Biphasic Current + chronic wound + healing</i>	1		
	<i>Electrical stimulation + chronic wound + healing</i>	7		

Após a procura efetuada nas bases de dados eletrónicas, tal como descrito anteriormente, foram identificados 2500 artigos, tendo sido adicionados mais 5 artigos referenciados noutras fontes (Figura 2).

Posteriormente à remoção dos artigos existentes em duplicado, provenientes das 4 bases de dados e de combinações diferentes, sobraram 1503 artigos, os quais foram submetidos

a análise dos respetivos títulos e *abstracts*. Destes 1503 ensaios, 1461 foram excluídos e 42 artigos foram selecionados, os quais foram submetidos aos critérios de inclusão da presente revisão sistemática. Após esta etapa foram excluídos 28 artigos, uma vez que não se enquadravam nos critérios de inclusão, nomeadamente, por apresentarem outros tipos de corrente que não as TENS, não especificarem a parametrização e os tipos de feridas, avaliarem outros *outcomes*, serem estudos em animais ou *in-vitro*, não referenciarem o tipo de eléctrodos usados, não se encontrarem disponíveis na íntegra, bem como não estarem disponíveis nos idiomas definidos (inglês e português). Como se pode verificar na Figura 2, a soma das razões que levaram à exclusão dos artigos não corresponde aos 28 estudos, dado que o mesmo ensaio pode apresentar mais do que uma razão.

Figura 2 - PRISMA Statement



Deste modo, os restantes 14 artigos foram submetidos à avaliação qualitativa segundo a escala PEDro, sendo que todos estes estudos foram incluídos nesta revisão sistemática (Figura 2). As pontuações obtidas nesta escala encontram-se entre 1/10 e 8/10, sendo que 4 ensaios têm uma pontuação igual ou superior a 5/10 (Tabela 2). Ao nível da validade externa (critério 1), apenas 5 dos estudos apresentam o critério. Quanto à validade interna (critérios 2-9) trata-se do parâmetro que apresenta maior vulnerabilidade, no que diz respeito à informação estatística (critérios 10-11) está claramente explícita na maioria dos estudos.

Tabela 2 – Qualidade dos estudos incluídos na revisão segundo a escala PEDro

Estudo/Ano	Classificação segundo a escala PEDro											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Baker, Chambers, Demuth e Villar (1997)	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/10
Baker, Rubayi, Villar e Demuth (1996)	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5/10
Cukjati, Robnik-Šikonja, Reberšek, Kononenko e Miklavčič (2001)	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Fraccalvieri et al. (2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1/10
Janković e Binić (2008)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Jerčinović, Karba, Vodovnik, Stefanovska, Krošelj, Turk, Džidic, Benko e Šavrin (1994)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Lawson e Petrofsky (2007)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3/10
Lawson e Petrofsky (2013)	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Magnoni et al. (2013)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
Margara, Boriani, Obbialero e Bocchiotti (2008)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2/10
Petrofsky, Lawson, Berk e Suh (2010)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Petrofsky, Lawson, Suh, Rossi, Zapata, Broadwell e Littleton (2007)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Santamato et al. (2012)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
Stefanovska, Vodovnik, Benko e Turk (1993)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3/10

Assim, de forma a sintetizar e organizar a informação extraída dos 14 artigos selecionados, procedemos ao preenchimento da tabela descritiva dos estudos (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo dos estudos incluídos na revisão

Autores/ Ano da publicação	Desenho do estudo	Idade média dos sujeitos (anos)	Nº total de particip antes	Tipo/ etiologia das feridas	Intervenção	Duração do <i>follow- up</i>	Outcomes	Resultados/ Conclusões
Baker, et al. (1996)	RCT	Grupo A = 34 ± 2	Grupo A = 20	Úlceras de pressão	- Todos os grupos realizaram tratamento <i>standard</i> - Colocação dos elétrodos: entre 2,5cm x 2,5cm e 5cm x10cm colocados um proximal e outro distal à ferida (nas feridas coccígeas, foram dispostos lateral e medialmente)	Até a ferida cicatrizar. Após 28 dias de tratamento, caso não fossem verificadas alterações na cicatrização, os sujeitos do grupo Co eram distribuído s pelos grupos CA e CD.	- Área da Ferida (cm <sup>2</sup> )  -Volume da ferida (cm <sup>3</sup> )  -Taxa de cicatrização (%)	- O Grupo A teve uma evolução na área da ferida de 6,6 ± 1,4 cm <sup>2</sup> para 4,4 ± 1,8 cm <sup>2</sup> . A taxa de cicatrização por semana deste grupo foi de 36,4 ± 6,2% - O Grupo B teve uma evolução na área da ferida de 2,4 ± 0,4 cm <sup>2</sup> para 1,1 ± 0,3 cm <sup>2</sup> . A taxa de cicatrização por semana deste grupo foi de 29,7 ± 5,1% - O Grupo MC teve uma evolução na área da ferida de 8,5 ± 1,9 cm <sup>2</sup> para 3,4 ± 1,4 cm <sup>2</sup> . A taxa de cicatrização por semana deste grupo foi de 23,3 ± 4,8% - O Grupo de Co teve uma evolução na área da ferida de 8,6 ± 2,6 cm <sup>2</sup> para 5,5 ± 1,5 cm <sup>2</sup> . A taxa de cicatrização por semana neste grupo foi de 32,7 ± 7,0% - Os resultados da corrente bifásica assimétrica foram claramente superiores aos da MC e do grupo de Co, mas não diferiram muito dos resultados da CB simétrica.
		Grupo B = 40 ± 2	Grupo B = 21		Grupo A - corrente bifásica assimétrica EE: entre 45 min e 1,5h, amplitude abaixo do limiar de contração, duração de fase 100µs, frequência: 50 Hz			
		Grupo MC = 36 ± 2	Grupo MC = 20		Grupo B - corrente bifásica simétrica EE: entre 45 min e 1,5h, amplitude abaixo do limiar de contração, duração de fase 300µs, frequência: 50Hz			
		Grupo Co = 33 ± 4	Grupo Co = 19		Grupo MC EE: entre 45 min e 1,5h, amplitude 4 mA, duração de fase 10µs, frequência: 1 Hz			
					Grupo Co: - Apenas tratamento <i>Standard</i>			
Baker, et al. (1997)	NR	Grupo A=58 ± 2 B=50 ± 2 MC=51 ± 2	N = 80 (A=21; B=20;	Úlceras diabéticas difíceis de cicatrizar	Grupo A: - Corrente bifásica assimétrica - amplitude abaixo da contração, duração da fase 100µs, frequência 50Hz	4 semanas ou até à cicatrização. Após 1	- Área da úlceras - Medição da	- Amplitude da estimulação Grupo A: 64,9 ± 2,7 mA e Grupo B: 62,8 ± 3,6 mA

		Co=52±2	MC=19; Co=20)		<p>Grupo B: - Corrente bifásica simétrica - amplitude abaixo da contração, duração da fase 300µs, frequência 50Hz</p> <p>Grupo MC: - Microcorrente (MC) (?) - Amplitude 4mA, Duração da fase 10µs, frequência 1Hz</p> <p>Grupo Co: - Mesmos procedimentos, mas com interrupção da passagem da corrente, ou seja, não receberam EE (0mA). - Todos os grupos realizavam 1-3 sessões por dia, entre 30 min e 1,5h. - Todos receberam tratamento <i>standard</i> para as feridas. - Eléttodos: na pele intacta, perto do bordos da ferida; pólo negativo proximal e pólo positivo distal.</p>	mês, pacientes do grupo de controlo (Co) passaram para o A ou B se as suas feridas permaneciam abertas.	profundidade de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 pacientes mudaram do grupo de controlo para o de tratamento;</li> <li>- As taxas de cicatrização foram de 27,0 ± 4,0% para o grupo A; 16,4 ± 6,1% para o grupo B; 17,2 ± 4,8% para o grupo MC e 17,3 ± 2,3% para o grupo Co;</li> <li>- Os estudos devem focar-se num tipo de feridas, pois a cicatrização pode variar de acordo com o diagnóstico;</li> <li>- EE bifásica assimétrica é eficaz na aceleração da cicatrização de feridas em sujeitos diabéticos;</li> <li>- A adição da EE ao tratamento <i>standard</i> em programas de gestão de feridas para sujeitos diabéticos é uma técnica efetiva para aumentar o processo de cicatrização.</li> </ul>
Cukjati <i>et al.</i> (2001)	RCT	<p>Grupo de intervenção conservativa = 39</p> <p>Grupo de placebo = 37</p> <p>Grupo CD = 43</p> <p>Grupo CB = 43</p>	N = 214	<p>Úlceras crónicas com pelo menos 4 semanas de duração e &gt; 1cm<sup>2</sup>: Úlceras de pressão (248) Arteriais (3) Vasculares (11) Neurotróficas (19)</p>	<p>- Todos os grupos receberam tratamento conservativo. Todos elaboraram tratamento diário. - Os grupos de EE recebiam sessões de meia hora, 1h/2h todos os dias.</p> <p>- O grupo de placebo recebia “tratamento” durante 2h. - Eléttodos desligados colocados em pele saudável nos dois lados da ferida.</p> <p>- CD: intensidade 0,6 mA. - Eléttodos colocados em torno da ferida ou o pólo positivo sobre a ferida e o negativo sobre a pele saudável</p> <p>- CB: duração de impulso de 0,25ms; frequência de 40 Hz e intensidade de 15 a 25 mA.</p>	6 semanas de tratamento + monitorização (?)	<p>- Área, perímetro, profundidade de e número de feridas. - Tempo e taxa de cicatrização</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Média do tempo de cicatrização (dias): Grupo Conservativa = 83; Grupo Placebo = 64; CD= 64; CB=63</li> <li>- Média da taxa de cicatrização (mm/dia): Grupo Conservativa = 0.145; Grupo Placebo = 0.162; CD = 0.168; CB = 0.190</li> <li>- Os grupos de EE cicatrizaram as feridas mais rapidamente e em maior percentagem do que os restantes grupos. Além disso, foi observável que as feridas intervencionadas com CD apresentavam uma cicatrização mais lenta do que as feridas intervencionadas com corrente bifásica. No entanto estas duas modalidades mostraram-se efetivas.</li> </ul>

				Traumáticas (18)	- Eléctrodos colocados em ambos os lados da ferida.			
Fraccalvieri <i>et al.</i> (2015)	NR	Grupo de cicatrização de feridas = 69	N = 32 Grupo da cicatrização de feridas = 21 Grupo de controlo da dor = 11	Úlceras que não respondam ao tratamento convencional, cirurgia ou terapia de pressão negativa durante pelo menos 4 semanas e > 2cm <sup>2</sup> : Diabéticas Arteriais Úlceras de pressão Traumáticas Venosas Esclerodermia	Grupo de cicatrização e de controlo da dor: - EE com uma estimulação pulsátil e periódica de baixa frequência (2Hz) (combinação de duas ondas integradas) - 3x por dia, duração de 30 minutos. <i>Stochastic (random) signal</i> : amplitude máxima 7.5±0.5V; duração 0.246s com 80% de energia; frequência 0-1300 Hz. <i>Rectangular pulse train</i> : onda periódica bifásica com amplitude máxima 12±1V e duração de 4 ms. - Os eléctrodos eram aplicados à volta da ferida, preferencialmente 3 a 5 cm das margens da ferida. - Tratamento convencional	22 meses	- Cicatrização de feridas (câmara digital, laser e software)  - Dor ( <i>Visual Numeric Scale</i> - VNS)	- No grupo de intervenção 15 indivíduos alteraram o estado crónico das suas feridas para agudo num tempo médio de 34 dias. - Neste grupo 3 sujeitos foram perdidos no <i>follow-up</i> ; 2 sujeitos não responderam ao tratamento. - No final do período de tratamento 87% das feridas estavam completamente fechadas num tempo médio de 97 dias, enquanto 13% se encontravam em reepitelização. - A utilização de EE a partir do aparelho BST demonstrou ser uma boa alternativa em pequenas feridas quando comparado com outras terapias.
		Grupo de controlo da dor = 67						
Janković e Binić (2008)	RCT	Grupo FREMS: 66,70±4,46	N = 35 (FREMS =20; Co = 15)	Venosas (37) Arteriais (1) Diabéticas (1) Mistas (4)	Grupo FREMS + tratamento tópico - 15 sessões, 5x por semana, 40 minutos, frequência 1Hz, intensidade 100-170 µA; - 4 canais independentes com 2 pares de eléctrodos pequenos transcutâneos, colocados em pontos anatómicos específicos nos MI's;	2 meses (3 semanas de intervenção + monitorização)	- Área da úlcera (VeV) - <i>Score</i> da úlcera (0-12) - Bordo da ferida (0-15)	- A área das feridas no grupo FREMS decresceu de 6,18 ± 1,72 para 1,13 ± 1,58, enquanto no grupo Co de 5,91 ± 1,16 para 3,17 ± 1,83 - Houve diminuição significativa em todos os <i>outcomes</i> , para ambos os grupos. No entanto, mais significativo no grupo que recebeu a terapia FREMS.

		Grupo Co: 70,47±9,22			Grupo de Co: - Tratamento tópico e analgésicos convencionais.		- Dor (VAS)	- FREMS é uma terapia segura e efetiva na reparação tecidual de úlceras dolorosas da perna de várias etiologias.
Jerčinović et al. (1994)	NR	36 ± 15	N = 73 (Grupo EE= 42 Grupo Co= 31)	Úlceras de pressão (109) Grupo EE = 61 Grupo Co = 48 Grupo transição= 20	Grupo EE: - Tratamento convencional + EE (durante 2 h) - 4 semanas (5 dias p/ semana) - Onda bifásica e assimétrica, frequência de repetição 40Hz, duração de pulso de 250µs e amplitude ajustada a cada sujeito até alcançar a contração muscular mínima (até 35mA). Os pulsos tinham uma duração de 4s, seguidos de uma pausa de 4s. - Eléttrodo autoaderentes flexíveis (75 ou 50mm de diâmetro), colocados sobre pele saudável, aproximadamente a 3cm da margem da úlcera. Grupo Co: - Tratamento convencional Grupo transição: - Experienciaram o tratamento do grupo EE - Início após as 4 semanas de tratamento do grupo EE e Co	Grupo EE e Co: total de 4 semanas Após este período o grupo cruzado iniciou o tratamento (observado por um período máximo de 1 ano)	- Área da ferida - Profundidade da ferida - Aparecimento de granulação	- No grupo EE a taxa de cicatrização por dia foi de 5,7 ± 7,1% e no grupo Co foi de 2,7 ± 3,6%. No grupo transição, a taxa foi 5,0 ± 4,2%. - A taxa de cicatrização nas úlceras de pressão sacrais e no trocânter foi significativamente mais elevada para o grupo EE face ao grupo de Co durante as primeiras 4 semanas. - Uma diminuição acentuada (superior a 5 mm) da profundidade da úlcera foi obtida em 6 de 10 úlceras profundas no grupo EE e em 4 de 12 no grupo Co. - Das 81 úlceras (61 EE + 20 transição), 58 ficaram completamente cicatrizadas. Destas, 13 eram mais profundas do que 5 mm, enquanto 45 foram feridas superficiais. No grupo Co, 15 feridas em 28 cicatrizaram. - Os resultados apresentados sugerem que, a EE em adição ao tratamento convencional, inicia e/ou acelera a cicatrização das mesmas.
Lawson e Petrofsky (2007)	RCT	Grupo com diabetes= 64.7±13.2 Grupo sem diabetes= 55.3±22.6	N = 20 Grupo com diabetes= 10 Grupo sem	Feridas crônicas no estágio III e IV sendo diabéticas e não diabéticas	- Ambos os grupos recebiam EE - Corrente bifásica (CB), 3x por semana (total 12 tratamentos) durante 30 minutos, num ambiente a 32 °C. - Onda bifásica retangular com 30 Hz, duração de impulso de 200 ms e intensidade de 20 mA.	4 semanas	- Área da ferida (régua e Laser Doppler Imager).	- A taxa de cicatrização nos indivíduos diabéticos que receberam EE foi 70.0 ± 32.3%. A taxa de cicatrização nos indivíduos não diabéticos que receberam EE foi 38.4 ± 22.3%. Estas diferenças mostraram-se significativas.

			diabetes= 10		- 2 elétrodos (2x4cm) em torno da ferida (superior e inferior) - Tratamento <i>standard</i>		- Fluxo sanguíneo da pele ( <i>Laser Doppler Imager</i> ).	- A EE bifásica a 32 °C aumentou o fluxo sanguíneo à volta da ferida no momento inicial do estudo, às 2 e 4 semanas. - O aumento do fluxo sanguíneo em indivíduos com diabetes mostrou uma correlação de 70% com as taxas de cicatrização.
Lawson e Petrofsky (2013)	NR	Grupo CB: = 64.7 ± 13.2 = 55.3 ± 22.6	N = 40  (Grupo CB = 20 Grupo CM = 20)	Úlceras neuropáticas de grau II (10 para cada grupo)  Úlceras de pressão de grau III e IV (10 para cada grupo)	Grupo corrente bifásica: - CB numa sala a 32° C (30 min) + tratamento tradicional  Grupo corrente monofásica (CM): - CM numa sala a 32° C (30 min) + tratamento tradicional  Ambos os grupos receberam a EE de acordo com os seguintes parâmetros: - 12 tratamentos, 3x por semana - Largura de pulso de 200 µs, frequência de 30 Hz, e uma corrente de até 20 mA. - 2 elétrodos (2 × 4 polegadas) colocados superior e inferiormente à ferida.	Total de 4 semanas	- Fluxo sanguíneo da pele - Área e perímetro da ferida (cm²) - Taxa de cicatrização.  (fluxo <i>Laser Doppler</i> , produzido pelo <i>Moor Instruments</i> )	- Nos indivíduos com úlceras neuropáticas, a taxa de cicatrização foi de 70,0 ± 32,3% no grupo bifásico, e 42,0 ± 22,3% no grupo monofásico. Nos indivíduos com úlceras de pressão, não houve diferenças significativas entre as correntes. - No grupo CB, a taxa de cicatrização foi significativamente maior nas úlceras neuropáticas do que nas úlceras de pressão. - No centro da ferida não foi significativamente diferente entre as duas correntes. - Observa-se uma melhoria significativa na taxa de cicatrização e fluxo sanguíneo quando se usa a estimulação elétrica bifásica.
		Grupo CM: = 55.7 ± 11.5 = 55 ± 15.1						
Magnoni <i>et al.</i> (2013)	RCT	Grupo Intervenção = 65.9 ± 18.4  Grupo Co = 65.1 ± 17.6	N = 60  (Grupo intervenção = 30;  Grupo Co = 30)	Úlceras crônicas nas pernas com pelo menos 6 meses:	Grupo de intervenção: - FREMS, 3 vezes por semana durante 4 semanas (total de 12 sessões de 35 minutos cada), que representa 1 ciclo. - Onda bifásica e assimétrica com uma fase ativa e uma fase de recarga. Fase ativa: voltagem de -300V, e pequena duração de impulso 10 a 100µs. Fase	4 semanas de intervenção + 2 semanas de descanso. Nos casos em que	- Dor (VAS)  - Cicatrização da ferida (escala PUSH -	- O grupo de intervenção apresentou uma maior redução do score PUSH do que o grupo Co 14 dias após o início do tratamento, mantendo-se até ao fim do segundo ciclo. - A percentagem de cicatrização no grupo de intervenção foi maior que o grupo Co. No entanto, no 4º ciclo, é

				Úlceras crônicas nas pernas: Traumáticas (2) Arteriais (29) Mistas (20) Diabéticas (6) Indefinidas (2) Queimaduras (1)	de recarga: baixa voltagem e longa duração de impulso 0.9 a 999 ms. - Cada canal possuía 4 pares de elétrodos, colocados em pontos anatómicos específicos dos MI's. - Tratamento convencional	não se observou cicatrização total da ferida, era permitida a ocorrência de um número máximo de 9 ciclos.	<i>Pressure Ulcer Scale for Healing</i>	possível verificar que os dois grupos apresentam uma percentagem de cicatrização semelhante (90% aprox.) - A administração desta EE teve um efeito positivo em termos da redução da dor e na cicatrização das feridas, quando comparado com uma intervenção baseada num tratamento convencional. Parece que a utilização desta EE provocou uma aceleração no processo cicatricial.
Margara, et al. (2008)	NR	Grupo A: 67,3 ±4,3  Grupo B: 64,65 ±3,6	N = 30  (A=16; B=14)	Úlceras diabéticas (estádio III e IV)	Grupo A: - Terapia FREMS + tratamento tradicional - 15 sessões, 30 minutos, frequência 1Hz-1KHz, amplitude 10-40µS - Elétrodos colocados no perímetro da úlcera; variação da colocação de sessão para sessão; Grupo B: - Terapia tradicional (1 ou mais vezes por semana, de acordo com as necessidades do paciente).	2 meses (30 dias do tratamento + monitorização)	- Área da úlcera	- A razão média da diminuição das úlceras no final do estudo em relação ao tamanho inicial foi de 0,93 (±0,11) para o grupo A e de 0,83 (±0,15) para o grupo B. - Melhorias das úlceras significativamente maiores do grupo A comparativamente com o grupo B. - FREMS é uma terapia eficiente e segura para o tratamento de úlceras diabéticas no pé.
Petrofsky et al. (2007)	NR	Grupo calor global= 64.7±13.2	N = 29  (Grupo calor global = 10)	Úlceras diabéticas nos pés ou pernas que não cicatrizem	Grupo calor global: - 20 min numa sala quente (32°C) seguida de EE (30 min) + tratamento tradicional Grupo calor local: - Aquecimento da ferida com uma lâmpada quente de Infravermelho (IV)	4 semanas de tratamento	- Fluxo sanguíneo da pele foi medido em 3 áreas da úlcera (fora, na	- Houve diferenças significativas na taxa de cicatrização entre os 2 grupos. 70,7 ± 16,9% no grupo do calor global e 55,3 ± 31,2% no do calor local. No grupo de Co ocorreu um aumento do tamanho da ferida de 3.7 ± 8.0% por mês

		Grupo calor local= 62±7.7	Grupo calor local = 9 Grupo Co = 10)	em 2 meses	(37°C) durante 20 min seguida de EE (30 min) + tratamento tradicional Ambos os grupos receberam a EE de acordo com os seguintes parâmetros: - 3x por semana - Onda bifásica, frequência de 30 Hz e 20 mA de amplitude. - Eléttodos de borracha carbonizada (2x2 cm) colocados à volta da ferida.		borda e no centro).  - Área da ferida (cm <sup>2</sup> )  ( <i>Laser Doppler Imager</i> )	- O calor local combinado com EE revela-se uma modalidade eficaz no tratamento de úlceras diabéticas.
		Grupo Co= 63±7.6			Grupo Co: tratamento tradicional - 3x por semana			
Petrofsky, et al. (2010)	RCT	48,4 ± 14,6	Grupo calor local = 10  Grupo calor local e EE = 10	Úlceras diabéticas de grau II	Grupo calor local: -Aquecimento local - lâmpada de luz infravermelha 30cm ajustando a temperatura para 37°C, durante 50 min - Tratamento <i>Standard</i>  Grupo calor local e EE: - Aquecimento local - lâmpada de luz infravermelha 30cm que ajusta a temperatura para 37°C. A lâmpada foi colocada sobre a ferida durante 20 minutos antes da colocação da EE. - <u>EE</u> : Tipo de onda - Bifásica - 30 min, frequência 30Hz, duração de fase 250 µs e amplitude ajustada a cada sujeito até alcançar a contração muscular mínima (até 20 mA). - 3 eléctodos (5x5cm) à volta da ferida -Tratamento <i>Standard</i>	4 semanas	- Profundidade de da ferida (cotonetete calibrado) - Área (régua) - Fluxo sanguíneo ( <i>Laser Doppler</i> )	- No grupo de calor local, a média da área inicial das feridas era de 28,2 ± 5,7 cm <sup>2</sup> . Após o tratamento, houve uma diminuição da área das feridas de 30,1 ± 6,7%. - No grupo de calor local e EE, a média da área inicial das feridas era de 24,1 ± 6,2 cm <sup>2</sup> . Após o tratamento, houve um decréscimo da área das feridas de 68,4 ± 28,6%. - A aplicação de aquecimento local aumentou a taxa de cicatrização nas feridas crónicas assim como a utilização de EE e calor local.
Santamato et al. (2012)	RCT	Grupo A= 73.1 ± 5.6	N = 20  Grupo A= 10	Úlceras venosas dolorosas nas pernas	Grupo A: - FREMS (durante 25 min) + tratamento tópico - 15 sessões de tratamento, 5 dias p/ semana, amplitude segundo sensibilidade do tecido estimulado	Ambos os grupos: total de 45 dias (15 dias de tratamento	- Dor (VAS) - Área da úlcera (cm <sup>2</sup> ) e o tecido de	- Área da úlcera: diminuição estatisticamente maior no grupo A, em comparação com o grupo B após 10 e 15 dias de tratamento, e aos 15 e 30 dias de acompanhamento.

			Grupo B= 10		- 4 canais independentes com 2 pares de elétrodos pequenos transcutâneos, colocados em pontos anatómicos específicos nos membros inferiores (MI's);	+ 30 dias de monitorização/accompanhamento)	reparação (sistema de planimetria digital Visitrack TM e fotografias)	- No final do tratamento, a mudança na área das úlceras (média das diferenças): Grupo A [t3 - t0] = 5,26 ± 1,9 cm <sup>2</sup> e grupo B (t3 - t0) = 2,43 ± 1,2 cm <sup>2</sup> . - FREMS revela-se uma terapêutica eficaz na analgesia e cicatrização de úlceras venosas crónicas e dolorosas em pacientes idosos
		Grupo B = 72.7 ± 5.5			Grupo B: - Tratamento tópico			
Stefanovska, et al. (1993)	NR	Grupo Co = 31,1 ±17,7	N = 47	Úlceras de Pressão	Tratamento convencional	Não refere.	-Área da ferida -Volume da ferida - Profundidade da ferida	- Quanto à taxa de cicatrização por dia, no grupo de Co foi de 2,21 ± 3,27%, na CA foi de 5,43 ± 4,40% e na CD foi de 3,11 ± 3,83%.  - Após 6 anos de recolha de dados, os autores concluem que a CA aplicada tem uma forte influência na cicatrização. No entanto não provam a eficácia da CA, dada a complexidade do sistema biológico.
		Grupo CA = 35,5 ±13,3	N = 77		- Tratamento convencional + CB assimétrica - 2h, duração de pulso 0,25 ms, frequência 40 Hz, intensidade abaixo do limiar de contração (normalmente, entre 15 e 25mA) - Elétrodos consoante o tamanho da ferida variando entre 30±10cm <sup>2</sup> e eram colocados um de cada lado da ferida.	Após 1 mês, os indivíduos em que não houve diminuição da cicatrização, foram distribuídos pelos dois grupos restantes.		
		Grupo CD = 35,7 ±15,2	N = 18		- Tratamento convencional - 2h, duração de pulso 0,25 ms, intensidade: 600µA Colocação dos elétrodos já descrita anteriormente.			

Numa análise global dos estudos incluídos e sintetizados na tabela apresentada anteriormente, pode verificar-se que quanto ao desenho dos estudos, foram incluídos 7 RCT's (Baker et al., 1996; Cukjati et al., 2001; Janković e Binić, 2008; Lawson e Petrofsky, 2007; Magnoni et al., 2013; Petrofsky et al., 2010; Santamato et al., 2012) e 7 NR (Baker et al., 1997; Fracalvieri et al., 2015; Jerčinović et al., 1994; Lawson e Petrofsky 2013; Margara et al., 2008; Petrofsky et al., 2007; Stefanovska et al., 1993). Relativamente aos participantes, a sua média de idades varia entre 31,1 e 73,1 anos e o número total dos mesmos está compreendido entre os 20 e 214 sujeitos.

Os estudos realizados por Fracalvieri et al. (2015), Lawson e Petrofsky (2007), Lawson e Petrofsky (2013), Margara et al. (2008), Petrofsky et al. (2007) e Petrofsky et al. (2010) descrevem qual cronicidade das úlceras que incluíram, nomeadamente os estadios em que se encontravam as feridas.

Do ponto de vista das feridas crónicas, 5 estudos focam-se nas úlceras diabéticas (Baker et al., 1997; Lawson e Petrofsky, 2007; Margara et al., 2008; Petrofsky et al., 2007; Petrofsky et al., 2010), 3 nas úlceras de pressão (Baker et al., 1996; Jerčinović et al., 1994; Stefanovska et al., 1993), 1 nas úlceras venosas (Santamato et al., 2012) e os restantes 5 incluem mais do que um tipo de feridas (Cukjati et al., 2001; Fracalvieri et al., 2015; Janković e Binić, 2008; Lawson e Petrofsky, 2013; Magnoni et al., 2013). Naqueles onde se verifica que os protocolos foram aplicados em úlceras diabéticas, o número destas variou entre 20 e 114, sendo que 2 desses estudos não referem o número (Lawson e Petrofsky, 2007; Margara et al., 2008). Nos ensaios das úlceras de pressão, o número de úlceras está compreendido entre 109 e 192. Já nos ensaios das úlceras venosas, não está referido o número de úlceras. Por último, nos 5 estudos restantes, as feridas traumáticas variam entre 2 e 18, arteriais 1 a 29, mistas 4 a 20, diabéticas 1 a 10, úlceras de pressão 10 a 248; 2 indefinidas em apenas 1 estudo, 1 queimadura, 19 neurotróficas, 37 venosas e 11 vasculares. Ainda sobre um dos artigos (Fracalvieri et al., 2015), não é referido o número de feridas, no entanto incluem diabéticas, arteriais, úlceras de pressão, traumáticas, venosas e esclerodermia. De salientar que, na maioria dos estudos incluídos nesta revisão, o número de feridas é superior ao de participantes.

Em 8 estudos é incluído um grupo de controlo (Baker et al., 1996; Baker et al., 1997; Cukjati et al., 2001; Janković e Binić, 2008; Jerčinović et al., 1994; Magnoni et al., 2013;

Petrofsky et al., 2007; Stefanovska et al., 1993), contrariamente em 4 que constatamos que não apresentam (Fraccalvieri et al., 2015; Lawson e Petrofsky, 2007; Lawson e Petrofsky, 2013; Petrofsky et al., 2010) e em 2 é utilizada apenas terapia convencional/*standard* num dos grupos, não se referindo claramente a este grupo como de controlo (Margara et al., 2008; Santamato et al., 2012).

No que concerne à combinação de terapias com as correntes TENS, 4 estudos combinam a EE com terapia convencional e calor local e/ou global (Lawson e Petrofsky, 2007; Lawson e Petrofsky, 2013; Petrofsky et al., 2007; Petrofsky et al., 2010) e os restantes 10 combinam a EE com terapia convencional.

Quanto à intervenção, 4 ensaios aplicaram a terapia FREMS (Janković e Binić, 2008; Magnoni et al., 2013; Margara et al., 2008; Santamato et al., 2012) e outros 4 aplicaram a corrente bifásica assimétrica (Baker et al., 1996; Baker et al., 1997; Jerčinović et al., 1994; Stefanovska et al., 1993). Ainda relativo a esta EE, o tempo de duração do tratamento varia entre 25 minutos a 120 minutos, a frequência da corrente entre 1 Hz e 50 Hz e a amplitude/intensidade entre 0,1 mA e 25 mA. Para além disso, respeitante a este parâmetro, 6 estudos referem claramente a definição da amplitude até ao limiar da contração (Baker et al., 1996; Baker et al., 1997; Jerčinović et al., 1994; Petrofsky et al., 2010; Santamato et al., 2012; Stefanovska et al., 1993).

Dos 4 artigos que usaram a terapia FREMS, 3 usam 4 pares de elétrodos (Janković e Binić, 2008; Magnoni et al., 2013; Santamato et al., 2012), descrevendo com precisão os pontos anatómicos específicos nos MI's, à exceção de Margara et al. (2008) que não é claro neste aspeto. Os restantes 10 estudos analisados utilizam 2 elétrodos, variando no critério de disposição dos mesmos à volta da ferida.

No que diz respeito ao *follow-up*, varia entre 4 semanas de tratamento até à cicatrização da ferida, sendo que a duração destas 4 semanas está contemplada em mais de metade dos estudos (Baker et al., 1997; Jerčinović et al., 1994; Lawson e Petrofsky, 2007; Lawson e Petrofsky, 2013; Magnoni et al., 2013; Margara et al., 2008; Petrofsky et al., 2007; Petrofsky et al., 2010). De acrescentar que Stefanovska et al. (1993) não apresentam este parâmetro.

Os principais *outcomes* medidos foram a área da ferida (Baker et al., 1996; Baker et al., 1997; Cukjati et al., 2001; Janković e Binić, 2008; Jerčinović et al., 1994; Lawson e Petrofsky, 2007; Lawson e Petrofsky, 2013; Margara et al., 2008; Petrofsky et al., 2007; Petrofsky et al., 2010; Santamato et al., 2012; Stefanovska et al., 1993), a taxa de cicatrização (Baker et al., 1996; Cukjati et al., 2001; Fraccalvieri et al., 2015; Lawson e Petrofsky, 2013; Magnoni et al., 2013) e a profundidade (Baker et al., 1997; Cukjati et al., 2001; Jerčinović et al., 1994; Petrofsky et al., 2010; Stefanovska et al., 1993). Além disso, também foram medidos o fluxo sanguíneo (Lawson e Petrofsky, 2007; Lawson e Petrofsky, 2013; Petrofsky et al., 2007; Petrofsky et al., 2010) e dor (Fraccalvieri et al., 2015; Janković e Binić, 2008; Magnoni et al., 2013; Santamato et al., 2012), o volume (Baker et al., 1996; Stefanovska et al., 1993), bem como o perímetro (Cukjati et al., 2001; Lawson e Petrofsky, 2013). Apesar de Janković e Binić (2008) e Santamato et al. (2012) não apresentarem os valores de taxa de cicatrização, forneceram dados suficientes (área) para a calcular, através da fórmula já referida na fundamentação.

Relativamente à taxa de cicatrização, verificou-se a variedade de métodos de cálculo da mesma. Assim, 3 estudos calculam a taxa por dia (Cukjati et al., 2001; Jerčinović et al., 1994; Stefanovska et al., 1993), apresentando como resultados no grupo de EE uma taxa de 0,190;  $5,43 \pm 4,40\%$  e  $5,7 \pm 7,1\%$ . Jerčinović et al. (1994) incluíram um grupo de transição que obteve uma taxa de  $5,0 \pm 4,2\%$ . O estudo Baker et al. (1996) calculou a taxa por semana, obtendo resultados positivos: na CB assimétrica de  $36,4 \pm 6,2\%$  e na CB simétrica foi de  $29,7 \pm 5,1\%$ . Os restantes 10 mediram a taxa no final do período de tratamento, obtendo-se valores que variam entre  $16,4 \pm 6,1\%$  e  $93 \pm 11\%$ .

Repare-se nos grupos de controlo, onde se constata que na maioria dos estudos obteve-se uma taxa de cicatrização inferior aos grupos de intervenção com correntes TENS. No entanto, nos estudos de Baker et al. (1996) e Baker et al. (1997) a taxa de cicatrização no grupo de controlo foi ligeiramente superior à do grupo de CB simétrica. A diferença da taxa entre estes grupos foi de aproximadamente 3% no estudo de Baker et al. (1996) e 0,9% no de Baker et al. (1997). De acrescentar ainda que no estudo de Petrofsky et al. (2007) no grupo de controlo ocorreu um aumento do tamanho da ferida de  $3,7 \pm 8,0\%$  por mês.

#### 4. DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão sugerem que a terapia TENS é efetiva na promoção da cicatrização de feridas crónicas, na medida em que todos os estudos verificaram resultados positivos ao nível da cicatrização destas. No entanto, diversas variáveis necessitam ser avaliadas com atenção.

Ao analisar os diversos estudos, verificámos heterogeneidade na distribuição dos participantes pelos grupos de intervenção, na etiologia das feridas, nas modalidades terapêuticas, bem como nos *outcomes* medidos.

No que concerne ao número de participantes, 9 dos artigos analisados não apresentam uma distribuição uniforme entre os grupos definidos e a variação da amostra entre cada estudo encontra-se entre 20 e 214 participantes. Para além disso, no que diz respeito à etiologia das feridas, 5 dos estudos incluem mais do que um tipo de ferida crónica e no geral as mais prevalentes são as diabéticas e as úlceras de pressão. Dos artigos selecionados somente 6 (Fraccalvieri et al., 2015; Lawson e Petrofsky, 2007; Lawson e Petrofsky, 2013; Margara et al. 2008; Petrofsky et al., 2007 e Petrofsky et al., 2010) referiam qual a cronicidade das feridas por eles incluídas. Consideramos imperativo que estes dados sejam claramente descritos pelos estudos, uma vez que se espera que a severidade das feridas possa estar relacionada com a taxa de cicatrização, bem como com a efetividade ou não de um determinado tratamento. Foi também possível constatar que os estudos não apresentavam similaridade nos procedimentos, no tipo de corrente, na parametrização e no período de *follow-up*.

Os 5 estudos realizados em apenas feridas diabéticas mostraram resultados positivos na cicatrização destas, no entanto a terapia FREMS, aplicada no estudo realizado por Margara et al. (2008), destacou-se por apresentar uma taxa de cicatrização elevada ( $93 \pm 11\%$ ), sendo também a maior comparativamente aos restantes estudos. Todavia, é de salientar o facto de a parametrização do estudo referido não ser clara, nomeadamente quanto à frequência e amplitude da corrente (1Hz-1KHZ e 10-40 $\mu$ S, respetivamente). No

que concerne à parametrização, 3 destes estudos utilizaram frequência, amplitude e duração do tratamento semelhantes (30Hz, 20mA e 30 minutos), tendo obtido elevadas taxas de cicatrização (Lawson e Petrofsky, 2007; Petrofsky et al., 2007; Petrofsky et al., 2010). Ainda assim, é importante referir que estes ensaios clínicos combinaram esta terapia com calor global (Lawson e Petrofsky, 2007), com calor local e tratamento *standard* (Petrofsky et al., 2010) e com calor local, global e tratamento *standard* (Petrofsky et al., 2007). Adicionalmente, estes 3 artigos aplicaram o protocolo durante o mesmo período de tempo (4 semanas). Por último, no que diz respeito à disposição, número e tamanho dos elétrodos não é possível estabelecer uma comparação, na medida em que estas características diferem ou não estão descritas.

Os estudos de Baker et al. (1996), Jerčinović et al. (1994) e Stefanovska et al. (1993) focam-se apenas nas úlceras de pressão, apresentando resultados positivos ao nível da cicatrização destas feridas. Contudo, é de salientar as divergências entre os protocolos utilizados nestes 3 ensaios, nomeadamente na parametrização e na disposição e tamanho dos elétrodos. Todos os autores referenciados aplicaram corrente bifásica assimétrica em pelo menos um grupo de intervenção, tendo combinado o tratamento *standard* em todos os grupos. Apesar do tempo de *follow-up* ser distinto entre os estudos, verificamos uma maior taxa de cicatrização nos grupos em que foi aplicado este tipo de corrente (bifásica assimétrica).

Relativamente às úlceras venosas, apenas o estudo de Santamato et al. (2012) preencheu os critérios necessários para inclusão nesta revisão. No mesmo foi aplicada a corrente FREMS combinada com tratamento tópico num período de 15 dias. Esta modalidade terapêutica obteve uma taxa de cicatrização de 88,8%, percentagem significativamente superior à do tratamento tópico somente, de 30,2%. Embora o estudo só apresente resultados referentes à área da úlcera, foi possível efetuar o cálculo da taxa de cicatrização através da fórmula já descrita na fundamentação.

Os restantes ensaios clínicos (Cukjati et al., 2001; Fracalvieri et al., 2015; Janković e Binić, 2008; Lawson e Petrofsky, 2013; Magnoni et al., 2013) aplicaram os respetivos protocolos em mais do que um tipo de feridas crônicas, utilizando diversos tipos de correntes, parâmetros, tempo de *follow-up* e *outcomes*, não sendo por isso possível

estabelecer termo de comparação. Não obstante, em todos foi possível constatar resultados benéficos na cicatrização de feridas crónicas.

Os estudos de Janković e Binić (2008), Magnoni et al. (2013), Margara et al. (2008) e Santamato et al. (2012) aplicaram a corrente FREMS e/ou tratamento convencional. Note-se que os grupos intervencionados com esta modalidade apresentaram taxas de cicatrização superiores a 80% (A taxa de cicatrização, no estudo de Janković e Binić (2008), para o grupo FREMS foi de 81,7% e para o grupo Co de 46,4%. Já no estudo de Santamato et al. (2012) a taxa para o grupo A foi de 88,8% e para o grupo B de 30,2%). De salientar que esta taxa mostra-se mais elevada quando comparada às taxas de cicatrização obtidas após aplicação de outros tipos de correntes e modalidades terapêuticas. Além disto parece que a utilização da corrente FREMS está associada a uma aceleração no processo cicatricial, uma vez que no ensaio de Magnoni et al. (2013) é possível verificar que a taxa de cicatrização aproxima-se dos valores de 90% no 3º ciclo de tratamento, enquanto o grupo de controlo apresenta valores semelhantes apenas a partir do 4º ciclo. Após este ciclo, verifica-se uma aproximação da taxa de cicatrização de ambos os grupos. Apesar dos resultados promissores apresentados nestes estudos, observa-se que a parametrização e o tipo de feridas incluídas não se encontram uniformizadas entre estes. Adicionalmente, a disposição dos eléctrodos aplicados com esta terapia é similar nos artigos de Janković e Binić (2008), Magnoni et al. (2013), Santamato et al. (2012), sendo que no de Margara et al. (2008) esta não é descrita de forma clara. De facto, os protocolos descrevem especificamente a colocação dos 4 pares de eléctrodos na perna e pé. Neste sentido, questionamos a reprodutibilidade destes protocolos em feridas crónicas com localizações diferentes das abordadas nos estudos já referidos.

Durante a realização da nossa revisão, foi possível apurar que Baker et al. (1996) e Baker et al. (1997) utilizaram um protocolo semelhante, diferindo no tipo de feridas, no tempo de EE e no tempo de *follow-up*. Em ambos, concluiu-se que tanto nas úlceras diabéticas como nas úlceras de pressão a corrente bifásica assimétrica apresenta taxas de cicatrização superiores às dos restantes grupos. Posto isto, no estudo de Baker et al. (1996) em que foram incluídas úlceras de pressão, foi possível verificar uma taxa de cicatrização de  $36,4 \pm 6,2\%$  e segundo os autores Baker et al. (1997) uma taxa de  $27,0 \pm 4,0\%$  para

úlceras diabéticas. Tais resultados corroboram com os efeitos benéficos referidos no parágrafo suprajacente, uma vez que a FREMS é uma corrente bifásica assimétrica.

Os autores Jerčinović et al. (1994) e Stefanovska et al. (1993) também utilizaram nos seus estudos corrente bifásica assimétrica em indivíduos com úlceras de pressão. Nestes estudos, verificaram-se resultados positivos análogos na cicatrização deste tipo de feridas com este tipo de corrente, tendo-se obtido uma taxa de cicatrização de  $5,7 \pm 7,1\%$  e  $5,43 \pm 4,40\%$  por dia, respetivamente. De referir que utilizaram parâmetros semelhantes, particularmente a frequência (40 Hz), a duração do pulso (0.25 ms) e a duração do tratamento com EE (2 horas).

Para além da taxa de cicatrização, também outros *outcomes* foram medidos em 8 dos estudos incluídos na revisão, nomeadamente o fluxo sanguíneo, avaliado por *Laser Doppler Imager* pelos autores Lawson e Petrofsky (2007), Lawson e Petrofsky (2013), Petrofsky et al. (2007) e Petrofsky et al. (2010); e a dor, avaliada pelas escalas EVA e EVN pelos autores Fraccalvieri et al. (2015), Janković e Binić (2008), Magnoni et al. (2013) e Santamato et al. (2012). Todavia, a nossa revisão pretendia focar-se na taxa de cicatrização, de acordo com os critérios de elegibilidade citados anteriormente.

Como já foi referido anteriormente, a terapia TENS apresenta efeitos benéficos na cicatrização de feridas crônicas. Contudo é de ter em conta que, em alguns ensaios incluídos nesta revisão, estes efeitos encontram-se também associados à combinação de outras terapias, nomeadamente calor local, calor global e tratamento convencional/*standard* (Baker et al., 1996; Baker et al., 1997; Cukjati et al., 2001; Fraccalvieri et al., 2015; Jerčinović et al., 1994; Lawson e Petrofsky, 2007; Petrofsky, et al., 2013; Petrofsky et al., 2010; Santamato et al., 2012; Stefanovska et al., 1993).

No que concerne ao *outcome* que a nossa revisão se propunha a estudar (taxa de cicatrização) verificou-se uma diferença bastante pronunciada entre cada um dos estudos. Dos artigos selecionados, 4 deles (Fraccalvieri et al., 2015; Lawson e Petrofsky, 2007; Margara et al., 2008; Petrofsky et al., 2007) não descrevem qualquer tipo de fórmula para o cálculo desta taxa. Já Baker et al. (1996), Baker et al. (1997), Cukjati et al. (2011), Janković e Binić (2008), Lawson e Petrofsky (2013), Petrofsky et al. (2010) e Stefanovska et al. (1993) apresentam a fórmula através da qual calcularam a taxa de cicatrização. No

entanto, somente Baker et al. (1996) e Baker et al. (1997) é que apresentam o mesmo método de mensuração, sendo que nos restantes estudos a taxa de cicatrização é calculada de uma forma dispar de autor para autor. Estes autores consideram na sua equação a área da ferida e o tempo que esta demora a cicatrizar fazendo estas medições semanais. Cukjati et al. (2011) referem que a taxa de cicatrização encontra-se relacionada com a diminuição do grau de severidade da ferida e não com a diferença entre a área inicial e a área final. Por outro lado, Stefanovska et al. (1993) afirmam que a diminuição da área de uma ferida não define o processo cicatricial, acrescentando ainda que este pode ser apresentado segundo uma equação exponencial.

Dada a heterogeneidade das formas de cálculo da taxa de cicatrização apresentada nos estudos selecionados para esta revisão, consideramos importante que haja uma uniformização destas, de maneira a comparar a taxa de cicatrização transversalmente a todos os estudos, diminuindo assim o enviesamento dos resultados de comparações futuras.

Com a análise dos estudos também verificámos que 2 destes (Janković e Binić, 2008; Santamato et al., 2012) confirmavam a etiologia das feridas realizando a medição do ABPI (*Ankel- Braquial Pressure Index*) e dos níveis de glicémia como forma de inclusão (ou não) dos participantes.

No decorrer da elaboração deste trabalho, deparámo-nos com algumas limitações ao nível dos artigos selecionados, nomeadamente ao nível da qualidade metodológica avaliada pela escala PEDro (ver Tabela 2). Contudo, não foram excluídos artigos com baixa pontuação, uma vez que as falhas metodológicas nem sempre se traduzem numa ineficácia da modalidade terapêutica por eles aplicada.

Para além disso, devido à dificuldade na verificação específica das correntes TENS foi necessária a abrangência de outros termos (“*biphasic*”, “*alternating*”), para que fosse possível abarcar os estudos que utilizam esta corrente. Caso a pesquisa fosse feita utilizando apenas a palavra “TENS” poderíamos estar a restringir-nos a estudos que se referissem a este tipo de corrente apenas com esta nomenclatura.

No que concerne à metodologia utilizada, houve limitações na seleção dos artigos, tendo sido efetuada por uma dupla de investigadores não independentes, devido a restrições

temporais e dificuldade na compreensão/interpretação. Para além disso, a análise da qualidade dos artigos também foi realizada por uma dupla de investigadores não independentes. Tal deveu-se ao facto de terem existido dificuldades na interpretação de alguns itens da escala PEDro.

É de considerar o facto de não se ter efetuado uma meta-análise, não sendo possível tirar conclusões em termos quantitativos através da análise e comparação estatística. No caso do nosso estudo, efetuou-se uma revisão sistemática, que apenas permite tirar conclusões de forma qualitativa. Assim, estudos próximos poderão incluir a meta-análise na medida em que o risco de enviesamento é menor.

Embora não tenham sido reportados efeitos adversos da utilização das correntes TENS nas feridas crónicas, nem todos os ensaios incluídos na revisão mencionaram a existência ou não destes. Assim, consideramos importante que em futuros estudos sobre esta temática sejam referidos os efeitos adversos da terapia em causa.

De acordo com a revisão de Lala, Spaulding, Burke e Houghton (2015), ainda não foram realizados estudos que incluam a qualidade de vida como um *outcome* na medição da efetividade do tratamento de EE nas úlceras de pressão. No entanto, tendo em conta que as feridas crónicas conduzem muitas vezes a limitações funcionais e diminuição na qualidade de vida dos indivíduos que as possuem, consideramos importante a inclusão desta medida em estudos futuros.

Após o processo de discussão sugerimos que no futuro sejam elaborados estudos que isolem as intervenções, isto é, em que sejam aplicadas exclusivamente as correntes TENS, de modo a atribuir os efeitos obtidos apenas a esta terapia. Para além disso, os estudos deverão ter por objetivo determinar a “dose ótima” (em termos de amplitude, duração do impulso e frequência) para uma maior promoção da cicatrização de feridas crónicas. Para isto, é necessário a realização de mais ensaios que estudem o efeito da variação de cada um dos parâmetros desta corrente, no mesmo tipo de feridas crónicas. Estas informações poderão servir de base para futuras questões de investigação.

## 5. CONCLUSÃO

Após a elaboração desta revisão consideramos ter cumprido o objetivo estabelecido para a mesma, mais concretamente em dar resposta à questão de qual a efetividade das correntes TENS no processo de cicatrização de feridas crônicas. Não obstante, com algumas limitações já referidas anteriormente.

Neste seguimento e dando resposta à questão investigacional delineada, a terapia TENS parece ser uma modalidade terapêutica efetiva na promoção do processo de cicatrização de feridas crônicas. No entanto, torna-se importante salientar que não é possível determinar se os efeitos analisados se devem única e exclusivamente às correntes TENS ou se, por sua vez, se devem à combinação desta corrente com outras intervenções terapêuticas (tratamento convencional e calor).

Para além disso, atente-se num dos tipos de correntes TENS, nomeadamente a terapia FREMS, que apresentou os valores mais significativos ao nível da taxa de cicatrização, pelo que aparenta ser a mais promissora na cicatrização de feridas crônicas. Ainda assim, não é possível concluir qual a parametrização ideal a utilizar.

Embora todos os estudos analisados reportem resultados positivos na cicatrização aquando da utilização do TENS, não é viável retirar conclusões concretas sobre qual o tipo de ferida crónica que melhor responde a este tipo de corrente.

Assim, é necessário efetuar mais ensaios clínicos, no sentido de determinar os parâmetros ótimos a aplicar nas diversas etiologias das feridas crônicas, bem como mais investigações que elucidem o mecanismo suprajacente das correntes de TENS na promoção da cicatrização destas feridas.

Estas conclusões têm implicações diretas para a prática em indivíduos com feridas crônicas, uma vez que sabendo os efeitos benéficos das correntes TENS na promoção da cicatrização, podem ser integradas nos planos de tratamento destes sujeitos, com o objetivo primordial de maximizar a sua qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, L., Chambers, R., Demuth, S., & Villar, F. (1997). Effects of Electrical Stimulation on Wound Healing in Patients With Diabetic Ulcers. *DIABETES CARE*, 20 (3).
- Baker, L., Rubayi, S., Villar, F., & Demuth, S. (1996). Effect of electrical stimulation waveform on healing of ulcers in human beings with spinal cord injury. *WOUND REP REG*, 4 :21-8.
- Barnes, R., Shahin, Y., Gohil, R., & Chetter, I. (2014). Electrical stimulation vs. standard care for ulcer healing: a systematic reviews and meta-analysis of randomised controlled trials. *European Journal of Clinical Investigation*, 429-440.
- Costa, C. (2011). Tradução e adaptação da PEDro Scale para a cultura portuguesa: um instrumento de avaliação de ensaios clínicos em Fisioterapia. *Tese de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade.*
- Cukjati, D. R. (2001). A reliable method of determining wound healing rate. pp. 263-271.
- Cukjati, D., Robnik-Šikonja, M., Reberšek, S., Kononenko, I., & Miklavčič, D. (2001). Prognostic factors, prediction of chronic wound healing and electrical stimulation. *Med Biol Eng Comput*, 39(5): 542-50.
- Demidova-Rice, T. N., Hamblin, M. R., & Herman, I. M. (2012). Acute and impaired wound healing: Pathophysiology and current methods for drug delivery, Part1: Normal and chronic wounds: Biology, causes, and Approaches to care. *Adv Skin Wound Care*, 25(7), 304-314. doi:10.1097/01.ASW.0000416006.55218.d0.
- ECRI Institute. (1996). Eletrical Stimulation for Treatment of Chronic Wounds. 5-8. Obtido de <https://www.cms.gov/Medicare/Coverage/DeterminationProcess/downloads/id13TA.pdf>
- Favas, P. (2012). Prevalência e características das feridas na população do distrito de Leiria. Lisboa, Lisboa, Portugal: Universidade Católica Portuguesa- Instituto de Ciências da Saúde.
- Fracalvieri, M., Salomone, M., Zingarelli, E., Rivarossa, F., & Bruschi, S. (2015). Electrical stimulation for difficult wounds: only an alternative procedure? *Int Wound J*, 12:669–673.
- Gardner, S. E., Frantz, R. A., & Schmidt, F. L. (Novembro-Dezembro de 1999). Effect of eletrical stimulation on chronic wound healing: a meta-analysis. *Wound Repair and Regeneration*, 7(6), pp. 495-503.
- Gonçalves, M., Borges, E., Junior, J., & Lima, V. (2015). ABSTRACT - LESÕES CRÔNICAS EXSUDATIVAS: TRATAMENTO COM USO DE COBERTURA DE ESPUMA DE POLIURETANO MULTICAMADAS COM ADESIVO SUAVE DE SILICONE. Obtido de <http://sobest.org.br/anais-arquivos/901024.html>

- Graves, N., & Zheng, H. (março de 2014). *The prevalence and incidence of chronic wounds: a literature review*, 22 (1):4-19.
- Gürgen, S. G., Sayın, O., Çetin, F., & Yücel, A. T. (2013). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Accelerates Cutaneous Wound Healing and Inhibits Pro-inflammatory Cytokines. *Inflammation*. doi:10.1007/s10753-013-9796-7
- Health Quality Ontario. (2009). Management of Chronic Pressure Ulcers: An Evidence-Based Analysis. 9(3):1-203. doi:ISBN 978-1-4249-8449-7
- Herberger, K., Heyer, K., Goepel, L., Diener, H., Dissemond, J., Baade, K., . . . Augustin, M. (2015). Consensus document on electrical stimulation in treatment of chronic wounds in preparation for a national S1 Guideline. *Wound Medicine*, 9, 1-53.
- Hurd, T. (June de 2013). *Evaluating the Costs and Benefits of Innovations in Chronic Wound Care Products and Practices*, 1-16. Canadá: OSTOMY WOUND MANAGEMENT.
- Isseroff, R., & Dahle, S. (2012). Electrical Stimulation Therapy and Wound Healing: Where Are We Now? *Advances in Wound Care*, 1(6): 238–243.
- Janković, A., & Binić, I. (2008). Frequency rhythmic electrical modulation system in the treatment of chronic painful leg ulcers. *Arch Dermatol Res*, 300:377–383.
- Jerčinović, A., Karba, R., Vodovnik, L., Stefanovska, A., Kroselj, P., Turk, R., . . . Savrin, R. (1994). Low Frequency Pulsed Current and Pressure Ulcer Healing. *IEEE TRANSACTIONS ON REHABILITATION ENGINEERING*, 2(4).
- Khan, K., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps to conducting a systematic review. *J R Soc Med*, 96: 118-121.
- Kitchen, S., & Young, S. (2003). Propriedades elétricas das células e dos tecidos & Reparo dos tecidos. Em S. Kitchen, *Eletroterapia: Prática Baseada em Evidência* (11ª ed., pp. 31-56). Brasil: Manole.
- Kutlu, A. K., Çeçen, D., Gülgen, S., Sayn, O., & Çetin, F. (2013). A Comparison Study of Growth Factor Expression Following Treatment with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Saline Solution, Povidone-Iodine, and Lavander Oil in Wounds Healing. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, pp. 1-9. doi:10.1155/2013/361832
- Lala, D., Spaulding, S., Burke, S., & Houghton, P. (2015). Electrical stimulation therapy for the treatment of pressure ulcers in individuals with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Int Wound J*, doi: 10.1111/iwj.12446.
- Lawson, D., & Petrofsky, J. (2007). A randomized control study on the effect of biphasic electrical stimulation in a warm room on skin blood flow and healing rates in chronic wounds of patients with and without diabetes. *Med Sci Monit*, 13(6): CR258-263.

- Lawson, D., & Petrofsky, J. (2013). The Effect of Monophasic Vs. Biphasic Current on Healing Rate and Blood Flow in People With Pressure and Neuropathic Ulcers. *Journal of Acute Care Physical Therapy*, 4(1): 26-33.
- Liberati, A., Altman, D., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P., Ioannidis, J., . . . Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*, 339:b2700.
- Liebano, R. E., & Machado, A. F. (2014). Vascular Endothelial Growth Factor release following electrical stimulation in human subjects. *Advances in wound care*, 98-103. doi:10.1089/wound.2013.0427
- Lorenz Biotech. (s.d.). FREMS. Obtido de [http://www.lorenzneurovasc.ca/files/booklet\\_frems.pdf](http://www.lorenzneurovasc.ca/files/booklet_frems.pdf)
- Machado, A. F., Santana, E. F., Tacani, P. M., & Liebano, R. E. (2012). The Effects of Transcutaneous electrical nerve stimulation on tissue repair: A literature review. *Can J Plast Surg*, 20(4), pp. 237-240.
- Magnoni, C., Rossi, E., Fiorentini, C., Baggio, A., Ferrari, B., & Alberto, G. (2013). Electrical stimulation as adjuvant treatment for chronic leg ulcers of different aetiology: an RCT. *Journal of wound care*, 22 (10).
- Margara, A., Boriani, F., Obbialero, F., & Bocchiotti, M. (2008). Frequency Rhythmic Electrical Modulation System in the treatment of diabetic ulcers. *CHIRURGIA*, 21: 311-4.
- Margolis, D., Bilker, W., Santanna, J., & Baumgarten, M. (Março de 2002). Venous leg ulcer: Incidence and prevalence in the elderly. *Journal of The American Academy of Dermatology*, 46, pp. 46(3):381-386.
- Martínez-Rodríguez, A., Bello, O., Fraiz, M., & Martínez-Bustelo, S. (2013). The effect of alternating and biphasic currents on humans' wound healing: a literature review. *International Journal of Dermatology*, 52, pp. 1053-1062.
- Menke, N. B., Ward, K. R., Witten, T. M., Bonchev, D. G., & Diegelmann, R. F. (2007). Impaired wound healing. 25: 19–25. *Clinics in Dermatology*.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7): e1000097.
- Morton, N. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55: 129-133.
- PEDro - Physiotherapy Evidence Database*. (2015). Obtido em 2 de novembro de 2015, de 5. Como é que os estudos clínicos são classificados?: <http://www.pedro.org.au/portuguese/faq/>

- Petrofsky, J., Lawson, D., Berk, L., & Suh, H. (2010). Enhanced healing of diabetic foot ulcers using local heat and electrical stimulation for 30 min three times per week. *Journal of Diabetes* 2, 41-46.
- Petrofsky, J., Lawson, D., Suh, H., Rossi, C., Zapata, K., Broadwell, E., & Littleton, L. (2007). The Influence of Local Versus Global Heat on the Healing of Chronic Wounds in Patients with Diabetes. *DIABETES TECHNOLOGY & THERAPEUTICS*, 9(6).
- Pryde, J. A. (2003). Inflammation And Tissue Repair. Em M. H. Cameron, *Physical Agents in Rehabilitation: From Research to Practice* (2<sup>a</sup> ed., pp. 13-34). St Louis Missouri: Saunders.
- Ramadan, A., Elsaidy, M., & Zyada, R. (2008). Effect of low-intensity direct current on the healing of chronic wounds: a literature review. *JOURNAL OF WOUND CARE*, 17(7): 292- 296.
- Reid, B., & Zhao, M. (2014). The Electrical Response to Injury: Molecular Mechanisms and Wound Healing. *Wound Healing Society*, 3 (2): 184-201.
- Santamato, A., Panza, F., Fortunato, F., Portincasa, A., Frisardi, V., Cassatella, G., . . . Seripa, D. (2012). Effectiveness of the Frequency Rhythmic Electrical Modulation System for the Treatment of Chronic and Painful Venous Leg Ulcers in Older Adults. *REJUVENATION RESEARCH*, 15 (3).
- Schlosser, R. (2006). The Role of Systematic Reviews in Evidence-Based Practice, Research, and Development. *FOCUS*, Technicalal Brief No. 15.
- Sen, C. K., Gordillo, G. M., Roy, S., Kirsner, R., Lambert, L., Hunt, T. K., . . . Longaker, M. T. (2009). *Human Skin Wounds: A Major and Snowballing Threat to Public Health and the Economy*, 17(6): 763–771. Wound Repair Regen.
- Shapiro, S. (2003). Electrical Currents. Em M. Cameron, *Physical Agents in Rehabilitation From Research to Practice* (2<sup>a</sup> ed., pp. 219-237). Missouri: Saunders.
- Stefanovska, A., Vodovnik, L., Benko, H., & Turk, R. (1993). Treatment of chronic wounds by means of electric and electromagnetic fields. *Med Biol Eng Comput.*, 31(3):213-20.
- Tazima, M., Vicente, Y., & Moriya, T. (2008). BIOLOGIA DA FERIDA E CICATRIZAÇÃO. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 41(3): 259-64.
- Trøstrup, H., Bjarnsholt, T., Kirketerp-Møller, K., Høiby, N., & Moser, C. (9 de abril de 2013). *What Is New in the Understanding of Non Healing Wounds Epidemiology, Pathophysiology, and Therapies*, 1-8. Hindawi.
- Ud-Din, S., & Bayat, A. (2014). Electrical Stimulation and Cutaneous Wound Healing: A Review of Clinical Evidence. *Healthcare*, 2: 445-467.

- Velnar, T., Bailey, T., & Smrkoji, V. (2009). The wound healing process: an overview of the cellular and molecular mechanisms. *The Journal of International Medical Research*, 1528-1542.
- Wang, E.-t., & Zhao, M. (2010). Regulation of tissue repair and regeneration by electric fields. *Chinese Journal of Traumatology*, 13(1):55-61.
- Watson, T. (2013). *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)*. Obtido em 16 de Janeiro de 2016, de Electrotherapy on the web. Educational resources for practitioners, students and educators: <http://www.electrotherapy.org/assets/Downloads/TENS%20April%202013.pdf>
- Zhao, M. (2009). Electrical fields in wound healing—An overriding signal that directs cell migration. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 674–682.

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

“Assuntos” selecionados na pesquisa da B-on

## ESTRATÉGIA DE PESQUISA NA B-ON

Palavras-chave	Assuntos selecionados	
TENS + chronic wound + healing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wound healing</li> <li>• Treatment</li> <li>• Wounds &amp; Injuries – Treatment</li> <li>• Therapeutics</li> <li>• Skin diseases</li> <li>• Wounds &amp; Injuries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diabetes</li> <li>• Ulcers</li> <li>• Clinical trials</li> <li>• Dermatology</li> <li>• Treatment effectiveness</li> <li>• Skin</li> </ul>
Transcutaneous electric nerve stimulation + chronic wound + healing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electric stimulation</li> <li>• Wound healing</li> <li>• Transcutaneous electrical stimulation</li> <li>• Electrical stimulation</li> <li>• Randomized controlled trials</li> <li>• Electrotherapeutics</li> <li>• Clinical trials</li> <li>• Treatment effectiveness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrodes</li> <li>• Therapeutics</li> <li>• Electrotherapy</li> <li>• Treatment</li> <li>• Spinal cord – wounds &amp; injuries</li> <li>• Diabetes</li> <li>• Healing</li> <li>• Skin diseases</li> </ul>
Alternating Current + chronic wound + healing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wound healing</li> <li>• Treatment</li> <li>• Electric stimulation</li> <li>• Pressure ulcer</li> <li>• Therapeutics</li> <li>• Bedsores</li> <li>• Clinical trials</li> <li>• Wounds &amp; Injuries – Treatment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dermatology</li> <li>• Skin diseases</li> <li>• Treatment effectiveness</li> <li>• Randomized controlled trials</li> <li>• Ulcers</li> <li>• Spinal cord – wounds &amp; injuries</li> <li>• Electrical stimulation</li> </ul>
Biphasic Current + chronic wound + healing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wound healing</li> <li>• Electric stimulation</li> <li>• Diabetes</li> <li>• Therapeutics</li> <li>• Dermatology</li> <li>• Treatment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skin diseases</li> <li>• Clinical trials</li> <li>• Diabetic foot</li> <li>• Treatment effectiveness</li> <li>• Wounds &amp; injuries</li> <li>• Electrical stimulation</li> </ul>
Electrical stimulation + chronic wound + healing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wound healing</li> <li>• Electric stimulation</li> <li>• Therapeutics</li> <li>• Treatment</li> <li>• Spinal cord – wounds &amp; injuries</li> <li>• Wounds &amp; injuries – treatment</li> <li>• Wounds &amp; injuries</li> <li>• Treatment effectiveness</li> <li>• Clinical trials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dermatology</li> <li>• Randomized clinical trials</li> <li>• Electrical stimulation</li> <li>• Diabetes</li> <li>• Skin diseases</li> <li>• Healing</li> <li>• Wound care</li> <li>• Skin</li> <li>• Spinal cord injury</li> </ul>

## **ANEXO II**

Escala PEDro

## Escala de PEDro – Português (Portugal)

---

1. Os critérios de elegibilidade foram especificados não  sim  onde:
  2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo crossover, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido) não  sim  onde:
  3. A distribuição dos sujeitos foi cega não  sim  onde:
  4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes não  sim  onde:
  5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo não  sim  onde:
  6. Todos os fisioterapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega não  sim  onde:
  7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega não  sim  onde:
  8. Medições de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos não  sim  onde:
  9. Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram medições de resultados receberam o tratamento ou a condição de controlo conforme a distribuição ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento” não  sim  onde:
  10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave não  sim  onde:
  11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave não  sim  onde:
- 

A escala PEDro baseia-se na lista de Delphi, desenvolvida por Verhagen e colegas no Departamento de Epidemiologia, da Universidade de Maastricht (Verhagen AP et al (1988). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). A lista, na sua maior parte, baseia-se num “consenso de peritos” e não em dados empíricos. Incluíram-se na escala de PEDro dois itens adicionais, que não constavam da lista de Delphi (os itens 8 e 10 da escala de PEDro). À medida que forem disponibilizados mais dados empíricos, pode vir a ser possível ponderar os itens da escala de forma a que a pontuação obtida a partir da aplicação da escala PEDro reflita a importância de cada um dos itens da escala.

O objetivo da escala PEDro consiste em auxiliar os utilizadores da base de dados PEDro a identificar rapidamente quais dos estudos clínicos randomizados, ou quase-randomizados, (ou seja, ECR ou ECC) arquivados na base de dados PEDro poderão ter validade interna (critérios 2-9), e poderão conter suficiente informação estatística para que os seus resultados possam ser interpretados (critérios 10-11). Um critério adicional (critério 1) que diz respeito à validade externa (ou “potencial de generalização” ou “aplicabilidade” do estudo clínico) foi mantido para que a *Delphi list* esteja completa, mas este critério não será usado para calcular a pontuação PEDro apresentada no endereço PEDro na internet.

A escala PEDro não deverá ser usada como uma medida da “validade” das conclusões de um estudo. Advertimos, muito especialmente, os utilizadores da escala PEDro de que estudos que revelem efeitos significativos do tratamento e que obtenham pontuação elevada na escala PEDro não fornecem, necessariamente, evidência de que o tratamento seja clinicamente útil. Adicionalmente, importa saber se o efeito do tratamento foi suficientemente expressivo para poder ser considerado clinicamente justificável, se os efeitos positivos superam os negativos, e aferir a relação de custo-eficácia do tratamento. A escala não deve ser utilizada para comparar a “qualidade” de estudos clínicos realizados em diferentes áreas de terapia, principalmente porque nalgumas áreas da prática da fisioterapia não é possível satisfazer todos os itens da escala.

Modificada pela última vez em 21 de Junho de 1999  
Tradução em Português vez em 13 de Maio de 2009

#### Indicações para a administração da escala PEDro:

- Todos os critérios **A pontuação só será atribuída quando um critério for claramente satisfeito.** Se numa leitura literal do relatório do ensaio existir a possibilidade de um critério não ter sido satisfeito, esse critério não deve receber pontuação.
- Critério 1 Este critério pode considerar-se satisfeito quando o relatório descreve a origem dos sujeitos e a lista de requisitos utilizados para determinar quais os sujeitos elegíveis para participar no estudo.
- Critério 2 Considera-se que num determinado estudo houve distribuição aleatória se o relatório referir que a distribuição dos sujeitos foi aleatória. O método de aleatoriedade não precisa de ser explícito. Procedimentos tais como lançamento de dados ou moeda ao ar devem considerar-se de distribuição aleatória. Procedimentos de distribuição quase-aleatória tais como os que se efectuam a partir do número de registo hospitalar, da data de nascimento, ou de alternância, não satisfazem este critério.
- Critério 3 *Distribuição cega* significa que a pessoa que determinou a elegibilidade do sujeito para participar no ensaio desconhecia, quando a decisão foi tomada, o grupo a que o sujeito iria pertencer. Deve atribuir-se um ponto a este critério, mesmo que não se diga que a distribuição foi cega, quando o relatório refere que a distribuição foi feita a partir de envelopes opacos fechados ou que a distribuição implicou o contacto com o responsável pela distribuição dos sujeitos por grupos, e este último não estava implicado no ensaio.
- Critério 4 No mínimo, nos estudos de intervenções terapêuticas, o relatório deve descrever pelo menos uma medida da gravidade da condição a ser tratada e pelo menos uma (diferente) medida de resultado-chave que caracterize o ponto de partida. O examinador deve assegurar-se de que, com base nas condições de prognóstico de início, não seja possível prever diferenças clinicamente significativas dos resultados, para os diversos grupos. Este critério é atingido mesmo que somente sejam apresentados os dados iniciais do estudo.
- Critérios 4, 7-11 *Resultados-chave* são resultados que fornecem o indicador primário da eficácia (ou falta de eficácia) da terapia. Na maioria dos estudos, utilizam mais do que uma variável como medida de resultados.
- Critérios 5-7 *Ser cego para o estudo* significa que a pessoa em questão (sujeito, terapeuta ou avaliador) não conhece qual o grupo em que o sujeito é integrado. Mais ainda, sujeitos e terapeutas só são considerados “cegos” se for possível esperar-se que os mesmos sejam incapazes de distinguir entre os tratamentos aplicados aos diferentes grupos. Nos ensaios em que os resultados-chave são relatados pelo próprio (por exemplo, escala visual análoga, registo diário da dor), o avaliador é considerado “cego” se o sujeito foi “cego”.
- Critério 8 Este critério só se considera satisfeito se o relatório referir explicitamente *tanto* o número de sujeitos inicialmente integrados nos grupos *como* o número de sujeitos a partir dos quais se obtiveram medidas de resultados-chave. Nos ensaios em que os resultados são medidos em diferentes momentos no tempo, um resultado-chave tem de ter sido medido em mais de 85% dos sujeitos num destes momentos.
- Critério 9 Uma análise de *intenção de tratamento* significa que, quando os sujeitos não receberam tratamento (ou a condição de controlo) conforme o grupo atribuído, e quando se encontram disponíveis medidas de resultados, a análise foi efectuada como se os sujeitos tivessem recebido o tratamento (ou a condição de controlo) que lhes tido sido atribuído inicialmente. Este critério é satisfeito, mesmo que não seja referida a análise por intenção de tratamento, se o relatório referir explicitamente que todos os sujeitos receberam o tratamento ou condição de controlo, conforme a distribuição por grupos.
- Critério 10 Uma *comparação estatística inter-grupos* implica uma comparação estatística de um grupo com outro. Conforme o desenho do estudo, isto pode implicar uma comparação de dois ou mais tratamentos, ou a comparação do tratamento com a condição de controlo. A análise pode ser uma simples comparação dos resultados medidos após a administração do tratamento, ou a comparação das alterações num grupo em relação às alterações no outro (quando se usou uma análise factorial de variância para analisar os dados, esta última é frequentemente descrita como interacção grupo x tempo). A comparação pode apresentar-se sob a forma de hipóteses (através de um valor de p, descrevendo a probabilidade dos grupos diferirem apenas por acaso) ou assumir a forma de uma estimativa (por exemplo, a diferença média ou a diferença mediana, ou uma diferença nas proporções, ou um número necessário para tratar, ou um risco relativo ou um rácio de risco) e respectivo intervalo de confiança.
- Critério 11 Uma *medida de precisão* é uma medida da dimensão do efeito do tratamento. O efeito do tratamento pode ser descrito como uma diferença nos resultados do grupo, ou como o resultado em todos os (ou em cada um dos) grupos. *Medidas de variabilidade* incluem desvios-padrão (DP's), erros-padrão (EP's), intervalos de confiança, amplitudes interquartis (ou outras amplitudes de quantis), e amplitudes de variação. As medidas de precisão e/ou as medidas de variabilidade podem ser apresentadas graficamente (por exemplo, os DP's podem ser apresentados como barras de erro numa figura) desde que aquilo que é representado seja inequivocamente identificável (por exemplo, desde que fique claro se as barras de erro representam DP's ou EP's). Quando os resultados são relativos a variáveis categóricas, considera-se que este critério foi cumprido se o número de sujeitos em cada categoria é dado para cada grupo.

## **ANEXO III**

PRISMA Checklist



# PRISMA 2009 Checklist

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	1
<b>ABSTRACT</b>			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	5, 6
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	10, 11
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	10
<b>METHODS</b>			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	n.a.
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	23, 24
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	22, 26
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	26
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	26, 27
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	25
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	25
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	24
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	29-36
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., $I^2$ ) for each meta-analysis.	n.a.



# PRISMA 2009 Checklist

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	--
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	n.a.
<b>RESULTS</b>			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	26, 27
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	37-39
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	28
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	a) 39 b) n.a.
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	n.a.
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	39
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	n.a.
<b>DISCUSSION</b>			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	40-44, 46
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	44, 45
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	45, 46
<b>FUNDING</b>			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	n.a.

From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

For more information, visit: [www.prisma-statement.org](http://www.prisma-statement.org).