



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS**

BEATRIZ MENEZES DE JESUS

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA
TRANSCUTÂNEA (TENS) EM MEDIDAS DE
SENSIBILIZAÇÃO DA DOR MUSCULOESQUELÉTICA
CRÔNICA E DOR EXPERIMENTAL AGUDA: REVISÃO
SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

SÃO CRISTÓVÃO

2022

BEATRIZ MENEZES DE JESUS

**EFEITO DA TENS EM MEDIDAS DE SENSIBILIZAÇÃO
DA DOR MUSCULOESQUELÉTICA CRÔNICA E DOR
EXPERIMENTAL AGUDA: REVISÃO SISTEMÁTICA E
META-ANÁLISE**

2022

BEATRIZ MENEZES DE JESUS

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA
TRANSCUTÂNEA (TENS) EM MEDIDAS DE
SENSIBILIZAÇÃO DA DOR MUSCULOESQUELÉTICA
CRÔNICA E DOR EXPERIMENTAL AGUDA: REVISÃO
SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Fisiológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Josimari Melo de Santana

SÃO CRISTÓVÃO

2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Jesus, Beatriz Menezes de

J58e Efeito da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) em medidas de sensibilização da dor musculoesquelética crônica edor experimental aguda : revisão sistemática e meta-análise / Beatriz Menezes de Jesus ; orientadora Josimari Melo de Santana.– São Cristóvão, SE, 2022.

129 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciências Fisiológicas) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Dor crônica. 2. Estimulação elétrica transcutânea do nervo.
3. Medição da dor. 4. Placebos (Medicina). I. Santana, Josimari
Melo de, orient. II. Título.

CDU 612.884:615.832.3

BEATRIZ MENEZES DE JESUS

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA
TRANSCUTÂNEA (TENS) EM MEDIDAS DE
SENSIBILIZAÇÃO DA DOR MUSCULOESQUELÉTICA
CRÔNICA E DOR EXPERIMENTAL AGUDA: REVISÃO
SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Fisiológicas.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof. Dra. Josimari Melo de Santana

1º Examinador: Prof. Dr. Richard Eloin Liebano

2º Examinador: Prof. Dr. Lucas Vasconcelos Lima

AGRADECIMENTOS

Uma pós-graduação *stricto sensu* totalmente em formato on-line e com vários fatores biopsicoemocionais envolvidos não é para qualquer um (risos). Independentemente, sabemos que cada um passa por diversas dificuldades durante uma pós-graduação, mas eu não ousou reclamar, só tenho a agradecer cada experiência, batalhas e escolhas vivenciadas.

Gratidão a cada oração que demonstra meu contato com Deus. Ele sempre ouvindo meus agradecimentos, pedidos, preocupações e indecisões diárias. E nos momentos mais difíceis para mim, Ele mostrava um caminho, seja por pensamento, mensagem ou pessoa. Muito feliz e grata por esta conquista! “Sou grato para com aquele que me fortaleceu, Cristo Jesus, nosso Senhor!” (1 Timóteo 1:12).

Meus pais são meu alicerce. Eles não medem esforços para ver suas quatro filhas conquistando seus sonhos. Então, eu dedico e agradeço essa batalha vencida aos meus pais, juntamente com minhas irmãs. Eles presenciaram minhas crises de ansiedade, choros, preocupações, indecisões, mas também de felicidade e realizações. Obrigada por tudo!

Tenho um enorme agradecimento ao meu companheiro de vida pessoal e acadêmica, Heitor, que foi uma das pessoas que mais me ajudou e sempre me incentiva, me ouve, acolhe e transborda palavras de conforto e conselhos. Posso afirmar que foi por causa dele que não desisti em vários momentos, desde a preparação para a prova de conhecimentos gerais até, enfim, a defesa. Ele sempre me encoraja a confiar mais em mim e me apaixonar pelo processo.

E, seguindo nessa linha de encorajamento, tenho imensa gratidão à minha orientadora Josi! Ela (com toda paciência do mundo) teve que aguentar várias vezes minhas mensagens de indecisões e medos (risos). E também sempre instigou a me desafiar, confiar e ter coragem! Obrigada pela paciência, ensinamentos e confiança! Eu comecei a “seguir-la” antes mesmo de terminar a graduação, pois já sabia que queria fazer o mestrado e, como fã e admiradora de seu trabalho, sempre sonhei em fazer parte do Laboratório de Pesquisa em Neurociências (LAPENE). Fiquei muito feliz e honrada com seu aceite para me orientar, por me acolher como filha e por toda confiança depositada em mim.

Infelizmente, por conta da pandemia da COVID-19, não foi possível realizar esse meu sonho no modo presencial e ter uma vivência prática de um laboratório de pesquisa, mas nada

impede de se manter ativa nele, né... (risos). Gostaria de agradecer a todos do LAPENE que contribuíram bastante em cada reunião, em especial, aqueles em que pude ter mais contato de uma forma ou de outra. Como não posso deixar de mencionar o nome de minhas colaboradoras, Ingrid Kielly e Isabela (Belinha), que me ajudaram e me aguentaram durante o procedimento das etapas deste trabalho.

O mestrado não teria sido tão mais “leve” se não fosse pela ajuda, parceria e amizade da minha turma “UFS VIP”. Foi uma turma que se ajudou bastante no período das disciplinas, foram várias discussões de conteúdo, reuniões de estudos, mas também de muita resenha e risadas. Vocês são incríveis!

Agradeço a todos os integrantes e corpo docente que compõe o Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas (PROCFIS) por cada aprendizado, ensino e ciência. Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento da bolsa que retribui e incentiva a pesquisa e o futuro da ciência.

E, por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer a duas pessoas que não estão diretamente vinculadas ao meu mestrado, mas que foram muito importantes durante toda a minha trajetória e produção científica, minhas amigas Adrielle e Lavinia. Vocês são especiais para mim!

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

Efeito da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) em medidas de sensibilização da dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda: revisão sistemática e meta-análise, Beatriz Menezes de Jesus, São Cristóvão, SE, Brasil, 2022.

Introdução: Indivíduos com dor musculoesquelética crônica possuem alterações no processo da dor no sistema nervoso. A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é um tratamento não-farmacológico para controle de dor aguda e crônica. Em meio à abrangência de publicação sobre TENS na intensidade da dor, visou-se a importância de investigar sua ação em relação às medidas de sensibilização. **Objetivo:** Analisar os efeitos da TENS para analgesia nas medidas de sensibilização em estudos com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda. **Método:** O protocolo foi registrado no PROSPERO (CRD42020213473). A pergunta norteadora da revisão foi: “Quais os efeitos da TENS em medidas indicativas de sensibilização central e periférica na dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda em qualquer ponto no tempo, comparado a TENS placebo?”, tendo o acrônimo PICOT como, P: dor musculoesquelética crônica e dor induzida em voluntários saudáveis; I: TENS; C: placebo; O: hiperalgesia primária e secundária, somação temporal da dor, modulação condicionada da dor, intensidade da dor em repouso e em movimento; T: qualquer momento. Foi realizada a busca nas bases de dados CENTRAL, CINAHL, EMBASE, LILACS via BVS, PEDro, PubMed, Science Direct, Web of Science e a literatura cinza no Google Scholar e busca manual. Sem restrição de idioma ou ano de publicação. Foram incluídos os ensaios clínicos aleatorizados em adultos com dor musculoesquelética crônica ou dor experimental aguda que ofertaram TENS ativa e placebo, bem como a avaliação da dor. Duas pesquisadoras de forma independente realizaram a extração dos dados, e uma terceira pesquisadora ficou responsável por analisar as discordâncias. O nível de concordância foi avaliado pelo teste Kappa. Para o risco de viés, seguimos a Escala de risco de viés da colaboração Cochrane. As meta-análises foram desenvolvidas no software estatístico Review Manager com análise dos desfechos e subgrupos de frequência, tempo e intensidade. A incerteza ao redor da evidência foi avaliada através da classificação GRADE. **Resultados:** De 22.252 manuscritos encontrados, foram selecionados 58 estudos, sendo 22 com dor musculoesquelética crônica e 36 com dor induzida em indivíduos saudáveis. A inclusão e exclusão dos estudos pelas pesquisadoras foi de alto nível de concordância (Kappa > 0,92). Trinta e quatro estudos avaliaram a intensidade da dor; 24 estudos investigaram a hiperalgesia; a somação temporal da dor somente foi avaliada em dois estudos; e a modulação condicionada da dor não foi observada nos estudos incluídos. Os estudos mostraram alto risco de viés em relação ao tamanho amostral. As meta-análises favoreceram a TENS, apesar de suas limitações e heterogeneidade. A hiperalgesia primária nos estudos com dor musculoesquelética apresentou alto nível de evidência, já os demais desfechos em ambos os estudos (dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda) apresentaram evidência moderada. Não foi possível inferir resultados sobre somação temporal e modulação condicionada da dor. **Conclusões:** Moderada evidência sugere que a TENS promove analgesia por meio da redução da sensibilização central e periférica, evidenciada pela redução da hiperalgesia primária, hiperalgesia secundária, intensidade da dor em repouso e ao movimento na dor experimental aguda e dor musculoesquelética crônica.

Descritores: Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; Placebos; Dor Musculoesquelética; Dor Crônica; Voluntários Saudáveis; Medição da Dor.

ABSTRACT

Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on sensibilization measures of chronic musculoskeletal pain and acute experimental pain: systematic review and meta-analysis, Beatriz Menezes de Jesus, São Cristóvão, SE, Brazil, 2022.

Introduction: Individuals with chronic musculoskeletal pain develop changes in pain processing in the nervous system. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) is a non-pharmacological treatment for acute and chronic pain control. Amid the scope of publication on TENS in pain intensity, the importance of investigating its action in relation to sensibilization measures was highlighted. **Objective:** To analyze the effects of TENS for analgesia on sensitization measures in studies with chronic musculoskeletal pain and acute experimental pain. **Method:** The protocol was registered in PROSPERO (CRD42020213473). The guiding question of the review was: “What are the effects of TENS on indicative central and peripheral sensibilization measures in chronic musculoskeletal pain and acute experimental pain at any point in time, compared to placebo TENS?”, having the acronym PICOT as P: chronic musculoskeletal pain and pain induced in healthy individuals; I: TENS; C: placebo; O: primary and secondary hyperalgesia, temporal summation, conditioned pain modulation, pain intensity at rest and in motion; T: any time. The search was performed in the databases CENTRAL, CINAHL, EMBASE, LILACS via BVS, PEDro, PubMed, Science Direct, Web of Science and gray literature in Google Scholar and manual search. Without language or year of publication restriction. Randomized clinical trials in adults with chronic musculoskeletal pain or healthy adults with induced pain that offered active TENS and placebo, as well as pain assessment, were included. Two researchers independently performed the data extraction, and a third researcher was responsible for analyzing the discordances. The level of agreement was assessed by the Kappa test. For the risk of bias, we followed the Cochrane Collaboration Risk of Bias Scale. The meta-analyses were performed using the Review Manager statistical software with analysis of the outcomes and the subgroups of frequency, time and intensity. The uncertainty around the evidence was assessed using the GRADE classification. **Results:** From 22.252 manuscripts found, 58 studies were selected, 22 of which with chronic musculoskeletal pain and 36 with induced pain in healthy individuals. The inclusion and exclusion of the studies by the researchers had a high level of agreement (Kappa > 0.92). Thirty-four studies assessed pain intensity; 24 studies investigated hyperalgesia; temporal summation was only evaluated in two studies; and conditioned pain modulation was not observed in the included studies. The studies demonstrated a high risk of bias in relation to sample size. The meta-analyses favored TENS, despite its limitations and heterogeneity. Primary hyperalgesia in studies with musculoskeletal pain presented a high level of evidence, while other outcomes in both studies (chronic musculoskeletal pain and acute experimental pain) presented moderate evidence. It is not possible to infer results about temporal summation and conditioned pain modulation. **Conclusions:** Moderate evidence suggests that TENS promotes analgesia by reducing central and peripheral sensibilization, as evidenced by the reduction in primary hyperalgesia, secondary hyperalgesia, pain intensity at rest and on motion in the experimental acute pain and chronic musculoskeletal pain.

Descriptors: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; Placebos; Musculoskeletal Pain; Chronic Pain; Healthy Volunteers; Pain Measurement.

RESUMO PARA A SOCIEDADE

Introdução: Pessoas com dor crônica em músculo, tendão, articulação ou osso podem ter alterações no sistema nervoso na percepção da dor. A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é um tratamento não medicamentoso que utiliza corrente elétrica aplicada sobre a pele através de eletrodos para alívio da dor. Há muitos estudos que abordam os efeitos da TENS na intensidade da dor, com isso, percebemos a importância de investigar sua ação em relação às medidas de avaliação do aumento da capacidade de resposta dos neurônios em relação ao estímulo. **Objetivo:** Analisar os efeitos da TENS para analgesia nas medidas de sensibilização em estudos com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda. **Método:** A pergunta norteadora da revisão foi: “Quais os efeitos da TENS em medidas indicativas de sensibilização central e periférica na dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda em qualquer ponto no tempo, comparado a TENS placebo?”, sendo a população pesquisada: dor musculoesquelética crônica e dor induzida em voluntários saudáveis; com intervenção TENS comparada com placebo (tratamento sem significado terapêutico); desfecho: hiperalgesia primária e secundária (aumento da dor a partir de um estímulo no local e fora da região da lesão), somação temporal da dor (intensidade da dor ao estímulo prolongado), modulação condicionada da dor (inibição da dor com outro estímulo doloroso), intensidade da dor em repouso e em movimento (o quanto de dor é sentida); e em qualquer momento de pesquisa. Foi realizada a busca em nove bases de dados científicas, além de investigar no Google acadêmico e nas referências dos artigos incluídos. Sem restrição de idioma ou ano de publicação. Foram incluídos os estudos com grupos aleatórios formados por adultos com dor musculoesquelética crônica ou dor induzida em indivíduos saudáveis que receberam TENS ou placebo, bem como a avaliação da dor. Foi realizado análises estatísticas dos dados encontrados. **Resultado:** Trinta e quatro estudos avaliaram a intensidade da dor; 24 estudos investigaram a hiperalgesia; a somação temporal da dor só foi avaliada em dois estudos e a modulação condicionada da dor não foi observada nos estudos incluídos. As análises estatísticas favoreceram a TENS, apesar das limitações encontradas. A hiperalgesia primária nos estudos com dor musculoesquelética crônica apresentou alto nível de evidência, já os demais desfechos em ambos os estudos (dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda) apresentaram evidência moderada. Não foi possível inferir resultados sobre a somação temporal e modulação condicionada da dor. **Conclusões:** Houve uma moderada indicação para uso da TENS no controle da dor por meio da redução da sensibilização central e periférica, confirmada pela redução da hiperalgesia primária, hiperalgesia secundária, intensidade da dor em repouso e ao movimento na dor experimental aguda e dor musculoesquelética crônica.

Descritores: Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; Placebos; Dor Musculoesquelética; Dor Crônica; Voluntários Saudáveis; Medição da Dor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de fluxo da seleção dos estudos da revisão sistemática.....	22
Figura 2 – Avaliação do risco de viés dos estudos com dor musculoesquelética crônica.....	70
Figura 3 – Avaliação do risco de viés dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis.....	71
Figura 4 – Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia primária.....	73
Figura 5 – Gráfico de floresta dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia segmentar.....	74
Figura 6 – Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia secundária.....	87
Figura 7 – Gráfico de floresta dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia extrassegmentar.....	88
Figura 8 – Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de intensidade da dor em repouso.....	90
Figura 9 – Gráfico de floresta dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de intensidade da dor em repouso.....	91
Figura 10 – Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de intensidade da dor em movimento.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo das características dos estudos incluídos com dor musculoesquelética crônica (país, condição clínica, participantes e intervenções)	26
Tabela 2: Resumo das características dos estudos incluídos com dor induzida em indivíduos saudáveis (país, condição clínica, participantes e intervenções)	29
Tabela 3: Apresentação dos parâmetros utilizados nos grupos de intervenção e placebo dos estudos incluídos com dor musculoesquelética crônica.....	39
Tabela 4: Apresentação dos parâmetros utilizados nos grupos de intervenção e placebo dos estudos incluídos com dor induzida em indivíduos saudáveis.....	43
Tabela 5: Apresentação dos desfechos de avaliação e resumo dos resultados e conclusão dos estudos incluídos com dor musculoesquelética crônica.....	54
Tabela 6: Apresentação dos desfechos de avaliação e resumo dos resultados e conclusão dos estudos incluídos com dor induzida em indivíduos saudáveis.....	59
Tabela 7: Nível de evidência dos estudos incluídos na análise com dor musculoesquelética crônica.....	75
Tabela 8: Nível de evidência dos estudos incluídos na análise com dor induzida em indivíduos saudáveis.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo dos mecanismos fisiológicos para TENS alta e baixa frequência.....	10
Quadro 2: Etapas realizada durante a revisão sistemática.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCK	Colecistoquinina
dIPAG	<i>Dorsolateral periaqueductal gray</i> (substância cinzenta periaqueductal dorsolateral)
DMP	Diferença média padrão
GABA	Ácido gama-aminobutírico
GRADE	<i>Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation</i>
IC	Intervalo de confiança
NMDA	N-Metil-D-Aspartato
PICOT	População, Intervenção, Comparador, Desfecho e Ponto de Tempo
PRESS	<i>Peer Review of Electronic Search Strategies</i> (Avaliação por pares de estratégias de busca eletrônica)
PRISMA	<i>Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes</i> (Itens de Relatório Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-análises)
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i> (Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas)
RevMan	<i>Review Manager</i>
RVM	<i>Rostral ventromedial medula</i> (Bulbo rostral ventromedial)
SCP	Substância cinzenta periaqueductal
SNC	Sistema nervoso central
TENS	<i>Transcutaneous electrical nerve stimulation</i> (Estimulação elétrica nervosa transcutânea)
vIPAG	<i>Ventrolateral periaqueductal gray</i> (Substância cinzenta periaqueductal ventrolateral)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	Dor	4
2.2	Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea.....	5
2.2.1	Teoria do Portão da Dor	5
2.2.2	Mecanismos Analgésicos Supraespinhais	6
2.2.3	Mecanismos Analgésicos Centrais Espinhais.....	7
2.2.4	Mecanismos Analgésicos Periféricos	9
2.2.5	Inibição Descendente.....	10
2.2.6	Fenômenos Neurobiológicos e Achados Clínicos	11
2.3	Tolerância	12
3	OBJETIVO	14
3.1	Objetivo Geral.....	14
3.2	Objetivos Específicos	14
4	MÉTODO	15
4.1	Registro do protocolo.....	15
4.2	Crítérios de seleção	15
4.3	Crítérios de inclusão e exclusão.....	15
4.4	Desfechos.....	16
4.5	Bases de dados e estratégias de busca	16
4.6	Fases de seleção dos estudos	16
4.7	Análises dos estudos	17
4.8	Qualidade metodológica	18
4.9	Análise do risco de viés	18
4.10	Síntese e análise dos dados	19
4.11	Avaliação da evidência / Incerteza ao redor da evidência	20

5	RESULTADOS	21
5.1	Descrição dos estudos	21
5.2	Características dos estudos incluídos	23
5.3	Grupos de intervenção	33
5.4	Parâmetros da TENS	47
5.5	Instrumentos de avaliação	47
5.6	Síntese dos resultados dos artigos incluídos	61
5.7	Risco de viés dos estudos incluídos	62
5.8	Meta-análise e nível de evidência dos resultados	65
5.9	Financiamento dos estudos	85
6	DISCUSSÃO	87
7	Conclusão dos autores	95
7.1	Implicações para prática e pesquisa	95
8	Outras informações	96
8.1	Financiamento	96
8.2	Interesses competitivos	96
9	Outras considerações	97
	REFERÊNCIAS	99
	ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO	111
	DOR MUSCULOESQUELÉTICA CRÔNICA	111
	DOR INDUZIDA EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS	112
	ESTUDOS EXCLUÍDOS DURANTE A LEITURA NA ÍNTEGRA	115
	APÊNDICE A	126

1 INTRODUÇÃO

Estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS, do inglês *transcutaneous electrical nerve stimulation*) é um tratamento não-farmacológico e não-invasivo para controle de dor aguda ou crônica, através da aplicação de corrente elétrica com eletrodos colocados sobre a pele e ajuste de parâmetros como frequência (Hz), duração de pulso (μ s), intensidade (mA) e tempo (minutos) (DESANTANA *et al.*, 2008; GIBSON *et al.*, 2019; JOHNSON; MARTINSON, 2007).

A revisão sistemática da Cochrane realizada por Johnson *et al.* (2015) analisou os estudos sobre efeitos da TENS para adultos com dor aguda e indicou dados inconclusivos devido ao alto risco de viés relacionado ao pequeno tamanho da amostra e cegamento inadequado dos grupos de intervenção nos estudos incluídos. A *Overview* das avaliações Cochrane sobre TENS para dor crônica conduzida por Gibson *et al.* (2019) revelou que as revisões sistemáticas publicadas possuem boa qualidade metodológica, mas a evidência dos artigos incluídos é muito baixa, não podendo concluir os reais efeitos da TENS para controle da dor. Paley *et al.* (2021) fizeram uma avaliação abrangente de 169 revisões e 49 meta-análises sobre o uso da TENS na intensidade da dor aguda e crônica. Eles consideraram que 165 revisões não apresentaram dados suficientes para julgar os seus resultados da TENS como eficazes, ineficazes ou inconclusivos. Ainda, relataram apenas duas meta-análises com dados suficientes e ambas a favor da TENS para dor musculoesquelética crônica e dor de parto. No geral, esse estudo mostra evidências que sugerem a redução da intensidade de dor durante ou imediatamente após o uso da TENS comparado com controle em dor aguda ou crônica.

Grande parte dos indivíduos que possuem dor musculoesquelética crônica desenvolvem sensibilização central e/ou periférica através das alterações da dor no processamento do sistema nervoso (ARRIBAS-ROMANO *et al.*, 2020). Essas sensibilizações podem ser analisadas através da somação temporal da dor, fenômeno no qual estímulos nocivos repetidos e de igual intensidade em uma frequência específica causam um aumento na dor percebida. Esses estímulos potencializam a dor através da sensibilização do corno dorsal da medula espinhal em reação ao aumento dos potenciais sinápticos lentos com resposta ao tempo prolongado e aumento da intensidade da dor (HACKETT; NAUGLE; NAUGLE, 2020; STARKWEATHER *et al.*, 2016). Além da somação temporal da dor, a hiperalgesia também pode estar associada com a sensibilização (BAEUMLER; CONZEN; IRNICH, 2019).

Quando há uma elevação da intensidade de dor a partir de um estímulo que comumente ocasiona dor, é caracterizada como hiperalgesia. A hiperalgesia primária ocorre no neurônio nociceptivo periférico local da lesão, e remete-se à sensibilização periférica, já a hiperalgesia secundária com dor generalizada em região não envolvida na lesão, pode referir-se à sensibilização central (KIM *et al.*, 2009; ROCHA *et al.*, 2007). A modulação condicionada da dor é considerada uma medida clínica e neurofisiológica do sistema inibitório descendente da dor com modelo “dor inibindo dor”, isto é, um estímulo doloroso pode exercer um efeito sobre outro impulso doloroso (ARRIBAS-ROMANO *et al.*, 2020) e, quando reduzida, pode inferir sensibilização periférica e central. A intensidade de dor em movimento precisa de um estímulo para ser deflagrada, isto é, há uma ativação de estruturas contráteis, movimento articular ou deformação de tecidos moles que contribuem para evocação da dor, tornando sugestivo uma possível predominância do mecanismo de sensibilização periférica. Já a dor em repouso não é vinculada diretamente a um estímulo, pode indicar uma predominância da sensibilização central. Esses fenômenos neurofisiológicos clínicos relatados são avaliados e recentemente recomendados na neurociência moderna da dor, em que se encontram pesquisas clínicas com inferência ao sistema nervoso central e periférico.

No ensaio clínico controlado por placebo de Dailey *et al.* (2013), os autores encontraram redução da hiperalgesia mecânica primária e secundária e restauração da modulação condicionada da dor, como efeitos da TENS alta frequência em curto prazo na população com fibromialgia. Vance *et al.* (2012) também mostraram redução da hiperalgesia mecânica primária com TENS alta e baixa frequência e da hiperalgesia secundária apenas com o uso da TENS alta frequência quando comparado com placebo. Porém, não detectaram diferença entre os grupos na somação temporal e modulação condicionada da dor. Esses achados apresentaram a eficácia da TENS para sensibilidade à dor no tecido profundo em indivíduos com osteoartrite.

A literatura sobre TENS é abrangente e existe uma extensa discussão sobre parâmetros da TENS e análise de seus efeitos. As revisões sistemáticas e meta-análises já publicadas focam na avaliação da intensidade de dor (ALMEIDA *et al.*, 2018; D *et al.*, 2000; JOHNSON; MARTINSON, 2007; KHADILKAR *et al.*, 2008; PALEY *et al.*, 2021; RAMPAZO *et al.*, 2022; WU *et al.*, 2018). Surgiu o interesse de analisar os efeitos da TENS em medidas clínicas que se referem a sensibilização central e periférica na dor musculoesquelética crônica e, ao explorar a literatura, identificamos estudos com dor experimental aguda que abordavam esses aspectos numa maior quantidade quando comparada com a dor aguda clínica, e com isso decidimos incluir o modelo experimental agudo e modelo clínico crônico para verificar as

semelhanças nos efeitos biológicos, assim como contribuir na interpretação dos resultados relacionados com a ação da TENS e investigar os efeitos analgésicos através da utilização dos parâmetros de frequência, tempo e intensidade da TENS comparando os dois modelos de dor de acordo com os desfechos neurofisiológicos de hiperalgesia, somação temporal da dor, modulação condicionada da dor e intensidade da dor. Por conseguinte, essa revisão sistemática com meta-análise propõe analisar os efeitos da TENS nesses desfechos indicadores de sensibilização em estudos com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda e sua relação com os parâmetros de frequência, tempo e intensidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Dor

Atualmente, a dor é definida como uma “experiência sensitiva e emocional desagradável, associada, ou semelhante àquela associada, a uma lesão tecidual real ou potencial” (DESANTANA *et al.*, 2020; RAJA *et al.*, 2020). Pode ser classificada como: dor aguda que remete-se à dor imediata com duração limitada em menos de três meses e com causa identificável em lesão ou doença (JOHNSON *et al.*, 2015). Já a dor crônica é considerada patológica e de acordo com *American Chronic Pain Association* (2016), refere-se à uma dor persistente por mais de três meses e que perturba o bem-estar do indivíduo. A transição da dor aguda para crônica está relacionada com o mecanismo da sensibilização, isto é, elevação da sensibilidade à dor dos nociceptores no tecido periférico e aumento dos campos receptivos de neurônios do corno dorsal constituem a sensibilização periférica e central (GRAVEN-NIELSEN; ARENDT-NIELSEN, 2010).

Segundo a Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP), há três principais mecanismos de dor: nociceptiva, neuropática e nociplástica (SHRAIM *et al.*, 2020). A dor nociceptiva refere-se ao aparecimento da dor devido dano real que envolve tecido não neural em resposta a ativação de nociceptores. A dor neuropática é provocada por lesão ou doença do sistema nervoso somatossensorial. Já a dor nociplástica ocorre devido a nocicepção alterada, sem indício de dano tecidual que acarrete na ativação de nociceptores ou lesão ou doença no sistema somatossensorial que provoca dor (CHIMENTI; FREY-LAW; SLUKA, 2018; SHRAIM *et al.*, 2020; YAM *et al.*, 2018).

Em nosso estudo, foram abordadas a dor musculoesquelética crônica e a dor experimental induzida em sujeitos saudáveis. A dor musculoesquelética crônica é a sensação dolorosa que pode envolver articulações, músculos, ossos ou tendões, e pode ser classificada como primária ou secundária. A primária não está associada diretamente a um dano ou doença, já a secundária é quando estiver relacionada a determinadas doenças com alterações na estrutura, inflamação de causa infecciosa, metabólica ou autoimune (PERROT *et al.*, 2019). A dor experimental em indivíduos saudáveis pode ser realizada através da indução com estímulo mecânico por pressão (AGRIPINO *et al.*, 2016), movimento (CRAIG *et al.*, 1996), isquemia (JOHNSON; TABASAM, 2003), reflexo nociceptivo (CRAMP *et al.*, 2000), térmico por frio

(LIEBANO *et al.*, 2011), calor (RAKEL *et al.*, 2010) ou elétrico com eletrodos (TAKIGUCHI; SHOMOTO, 2019).

A hiperalgesia se remete ao aumento da dor em decorrência de um estímulo nocivo (KIM *et al.*, 2009; ROCHA *et al.*, 2007). Com isso, a hiperalgesia primária ou secundária podem ser avaliadas através do limiar de dor, respectivamente, no local da lesão ou em regiões adjacentes fora do local lesionado (ROCHA *et al.*, 2007). Nessa avaliação do limiar de dor ocorre o estímulo dos nociceptores que reagem ao sinal produzido pela pressão no tecido, e assim projeta a informação por via ascendente para promover a percepção da dor sem danificação do tecido (GRÖNE *et al.*, 2012).

A avaliação da somação temporal da dor com estímulo repetitivo e a modulação condicionada da dor podem contribuir na investigação da excitabilidade central e inibição da dor, respectivamente (STARKWEATHER *et al.*, 2016). O estímulo provocado pelo teste de somação temporal envolve a ação mediada pelas fibras C que potencializam a dor através da sensibilização do corno dorsal da medula por *wind up* neuronal, isto é, facilitação dos neurônios na medula espinhal em função do estímulo que é entregue de forma repetida e aumenta a intensidade da dor ao longo do tempo (HACKETT; NAUGLE; NAUGLE, 2020; STARKWEATHER *et al.*, 2016). Já a modulação condicionada da dor analisa o funcionamento dos tratos descendentes que modulam e controlam a percepção da dor, no qual, um estímulo doloroso é ofertado para desempenhar efeito sobre outro impulso doloroso, isto é, influência da dor inibindo outra dor (STARKWEATHER *et al.*, 2016).

2.2 Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea

A TENS é uma intervenção terapêutica não farmacológica com uso de correntes elétricas fornecidas através de eletrodos colocados sobre a pele com fácil aplicação para aliviar dor aguda ou crônica (JOHNSON *et al.*, 2019; RADHAKRISHNAN *et al.*, 2003; VANCE *et al.*, 2014). O estímulo é ajustado de acordo com a frequência (Hz), duração de pulso (μ s), intensidade (mA) e tempo de aplicação (minutos) (GIBSON *et al.*, 2019).

2.2.1 Teoria do Portão da Dor

A teoria do portão da dor proposta por Melzack e Wall (1965) foi utilizada para explicar o mecanismo de ação da analgesia promovida pela TENS por muitos anos (WALL; SWEET,

em 1967 apud SLUKA; VANCE; LISI, 2005). Nessa teoria, declararam que a inibição da dor poderia ser obtida através da atividade das fibras cutâneas aferentes periféricas de grande diâmetro que impedem o estímulo nocivo atingir os centros supraespinhais ou pela ação nas vias inibitórias da dor que descendem do cérebro (RADHAKRISHNAN; SLUKA, 2003; JONES; JOHNSON, 2009).

Essa teoria aborda um conhecimento empírico, pois não foram realizados testes para comprová-la. Então, foram levantadas indagações que explicassem o mecanismo de ação para TENS, diferentemente do que era abordado nessa teoria, já que mecanismos espinhais e supraespinhais estão envolvidos na analgesia induzida com a eletroestimulação, assim como os opioides endógenos liberados no SNC estão relacionados no seu mecanismo analgésico (RADHAKRISHNAN; SLUKA, 2003; SLUKA; WALSH, 2003), além disso, o efeito permanece após cessar o estímulo. A seletividade das fibras sensitivas não foi aceita como único mecanismo e foram realizadas diversas pesquisas para elucidar os questionamentos científicos (JONES; JOHNSON, 2009).

2.2.2 Mecanismos Analgésicos Supraespinhais

Em resumo, a TENS desempenha sua ação analgésica através de mecanismos em três níveis do sistema nervoso, sendo eles, supraespinhal, espinhal e periférico. Nos mecanismos supraespinhais, há ativação da via descendente inibitória da dor mediada por opioides, sendo receptores μ -opioides ou δ -opioides, e regiões encefálicas como a substância cinzenta periaquedutal (SCP) e porção rostral medial do bulbo. Nos mecanismos centrais espinhais, encontra-se liberação de serotonina, acetilcolina e GABA, redução da liberação de substância P, glutamato e aspartato, assim como ativação dos receptores serotoninérgicos (baixa frequência) e muscarínicos (alta frequência). Já em nível periférico, ocorre ativação dos receptores adrenérgicos α -2 e μ -opioides e redução da liberação de substância P (DESANTANA *et al.*, 2008, 2009). Vale destacar que essas ações são dependentes do tipo de frequência da TENS (alta e baixa).

No estudo de DeSantana *et al.* (2009), a microinjeção de cloreto de cobalto em ratos artríticos promoveu bloqueio completo dos efeitos da TENS alta e baixa frequência na substância cinzenta periaquedutal ventrolateral (vIPAG, do inglês *ventrolateral periaqueductal gray*), mas não foi obtido o mesmo resultado na substância cinzenta periaquedutal dorsolateral (dIPAG, do inglês *dorsolateral periaqueductal gray*). O estudo de Kalra, Urban e Sluka (2001)

verificou a produção de analgesia através da TENS por ativação de receptores opioides no bulbo rostral ventromedial (RVM, do inglês *rostral ventromedial medulla*).

A SCP no mesencéfalo projeta a via neuronal mediada por opioides para o RVM e corno dorsal da medula espinhal para promover antinocicepção através da ativação da via inibitória descendente no mesencéfalo (DESANTANA *et al.*, 2009). Especificamente, a TENS baixa frequência (<10 Hz) produz anti-hiperalgesia com ativação dos receptores μ -opioides centrais e a TENS alta frequência (>50 Hz) ativa receptores δ -opioides espinhal e supraespinhal no RVM (KALRA; URBAN; SLUKA, 2001; DESANTANA *et al.*, 2009).

2.2.3 Mecanismos Analgésicos Centrais Espinhais

A inibição descendente da SCP e RVM é mediada por receptores serotoninérgicos e noradrenérgicos espinalmente através da serotonina e norepinefrina como neurotransmissores efetores (AIMONE *et al.*, 1987; FIELDS; BASBAUM, 1999 *apud* RADHAKRISHNAN *et al.*, 2003). A norepinefrina age em α 2-adrenoceptores para produzir efeitos analgésicos. A serotonina também possui esses efeitos dependentes do tipo de receptor e dose utilizada, pois são conhecidos três tipos de receptores de serotonina que são comumente identificados no corno dorsal espinhal, 5-HT₁, 5-HT₂ e 5-HT₃ (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2003).

No estudo de Radhakrishnan *et al.* (2003), foi utilizado antagonista α 2-adrenérgico e antagonistas serotoninérgicos para realizar o bloqueio de seus respectivos receptores em modelo experimental de inflamação articular. A seletividade dos antagonistas foi confirmada com administração de seus agonistas por via intratecal. Foi percebido que o antagonista α 2-adrenérgico não apresentou efeito sobre a anti-hiperalgesia produzida pela TENS alta ou baixa frequência. Dessa forma, os receptores noradrenérgicos espinhais não estão atribuídos na ação da TENS. Já os receptores espinhais dos subtipos 5-HT_{2A} e 5-HT₃ mediaram a analgesia induzida pela TENS baixa frequência, mas não visualizada com TENS alta frequência. Enquanto o 5-HT_{1A} não esteve envolvido no efeito antinociceptivo promovido pela TENS. Sluka, Lisi e Westlund (2006) mostraram que há liberação de serotonina no corno dorsal da medula durante e imediatamente após o uso da TENS baixa frequência em articulação inflamada, e isso contribui para ativação dos receptores 5-HT que reduzem a hiperalgesia.

Radhakrishnan e Sluka (2003) investigaram o envolvimento de receptores colinérgicos espinhais na analgesia da TENS através do modelo experimental de inflamação articular do joelho. Mecamilamina (antagonista nicotínico não seletivo), atropina (antagonista muscarínico não seletivo) ou pirenzepina (M₁), metoctramina (M₂), 4-DAMP (M₃) (antagonistas de

subtipos muscarínicos) foram intratecalmente administrados em ratos antes do tratamento com TENS alta ou baixa frequência. Os resultados revelaram que atropina, M1 e M3 reduziram a hiperalgisia com uso da TENS, já mecamilamina e M2 não apresentam diferença comparado com controle por salina. Dessa forma, compreende-se que a ativação de receptores muscarínicos espinhais, como M1 e M3, podem intervir na anti-hiperalgesia produzida pela TENS, já os receptores nicotínicos espinhais e receptor muscarínico M2 não induz essa analgesia com utilização da TENS.

A inflamação articular aumenta as concentrações extracelulares dos neurotransmissores excitatórios aspartato e glutamato no corno dorsal da medula espinhal (SLUKA; WESTLUND, 1992). Sluka, Vance e Lisi (2005) mostraram em seu estudo com modelo experimental de inflamação articular, que durante a aplicação da TENS alta frequência, há diminuição das concentrações de aspartato e glutamato no corno dorsal através de receptores δ -opioides no grupo com inflamação das articulações, mas não houve essa redução no grupo sem inflamação e com a TENS baixa frequência.

A hipótese de que a TENS baixa e alta frequência pode aumentar o GABA no corno dorsal da medula espinhal e ativar receptores GABA espinhais foi investigada por Maeda et al. (2007) através de modelo experimental de inflamação articular. As análises realizadas verificaram que há aumento da concentração de GABA na medula espinhal, que iniciam após remoção do estímulo da TENS alta frequência nos grupos com ou sem inflamação articular. A hiperalgisia primária foi reduzida pela ativação dos receptores GABAA espinhalmente com TENS alta e baixa frequência. Com isso, os dados indicam que o estímulo promovido em região supraespinhal (SCP) com aumento da concentração de GABA ativa os receptores GABAA na medula espinhal para reduzir a hiperalgisia (MAEDA *et al.*, 2007).

Após a remoção da TENS, o glutamato e aspartato retornam às concentrações basais. Mas o aumento da concentração de GABA extracelular inicia logo após a remoção da TENS, dessa forma, é improvável que o aumento de GABA seja responsável pela redução de glutamato, ambos efeitos obtidos com TENS alta frequência (MAEDA *et al.*, 2007; SLUKA; VANCE; LISI, 2005). Isso pode indicar que a analgesia gerada pelo GABA não interfere na despolarização decorrente de glutamato e aspartato (MAEDA *et al.*, 2007; SLUKA; VANCE; LISI, 2005).

A substância endógena P que opera como um neurotransmissor nociceptivo em entradas sensoriais primárias da medula espinhal, foi investigada em um estudo com modelo

experimental de laminectomia formaram três grupos que receberam TENS e formalina, apenas formalina ou controle. Verificou-se que o grupo de estimulação com formalina e TENS reduziram o nível da substância P no gânglio da raiz dorsal e no corno dorsal da medula espinhal. Com isso, nota-se que a TENS reduz a liberação de substância P e seus efeitos analgésicos interrompem a nocicepção via fibras C nos nervos periféricos (ROKUGO; TAKEUCHI; ITO, 2002).

2.2.4 Mecanismos Analgésicos Periféricos

A produção de substância P é reduzida como efeito local da estimulação através da TENS alta e baixa frequência, e contribui para efeito analgésico, visto que foi percebido o aumento dessa substância em animais com inflamação após lesão tecidual (ROKUGO; TAKEUCHI; ITO, 2002).

Sabino et al. (2008) utilizaram modelo experimental de inflamação produzido com aplicação de carragenina para mimetizar a dor inflamatória aguda e mostraram que tanto a TENS alta como baixa frequência inibiram a hiperalgesia na pata inflamada e na contralateral, isso indica sua ação para hiperalgesia primária e secundária. O efeito anti-hiperalgésico mais duradouro foi promovido pela TENS baixa frequência. Além disso, foi observado que apenas a TENS baixa frequência teve o efeito antinociceptivo modificado com o uso de naltrexona, um antagonista específico dos receptores opioides, o que determina seu envolvimento com mecanismo de ação através da liberação de opioides endógenos. Resende et al. (2006) obtiveram os mesmos resultados de Sabino et al. (2008) quanto ao efeito anti-hiperalgésico e reversão da analgesia pela TENS baixa frequência após o uso de naltrexona. Além disso, analisaram a tolerância à morfina e constataram ausência de efeito analgésico com TENS baixa frequência contrariamente à TENS alta frequência que levou à anti-hiperalgesia.

O sistema noradrenérgico descendente possui principalmente receptores adrenérgicos α -2 em nível periférico, medula espinhal e tronco encefálico. Com o uso de antagonistas dos receptores adrenérgicos α -2, foi notado que o bloqueio de receptores adrenérgicos α -2 impede a analgesia produzida pela TENS em nível periférico, o que não ocorreu em níveis espinhal e supraespinhal. Dessa forma, sugere-se que esses receptores periféricos auxiliam no efeito analgésico da TENS e esses receptores na medula espinhal e supraespinhal não medeiam a anti-hiperalgesia induzida pela TENS (KING *et al.*, 2005).

Quadro 1: Resumo dos mecanismos fisiológicos para TENS alta e baixa frequência

TENS Alta Frequência (>50Hz)	TENS Baixa Frequência (<10Hz)
<ul style="list-style-type: none"> • Ativação da via descendente inibitória da dor (SCP e bulbo) • Ativa receptores δ-opioides espinhal e supraespinhal • Ativação dos receptores muscarínicos M1 e M3 no corno dorsal da medula • Redução das concentrações de aspartato e glutamato no corno dorsal da medula • Aumento da concentração de GABA na medula espinhal • Ativação dos receptores GABAA no corno dorsal da medula • Redução da substância P nos gânglios da raiz dorsal • Ativação de receptores alfa-2 adrenérgicos periféricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ativação da via descendente inibitória da dor (SCP e bulbo) • Ativação dos receptores μ-opioides centrais e periféricos • Ativação dos receptores muscarínicos M1 e M3 no corno dorsal da medula • Liberação de serotonina no corno dorsal da medula • Ativação dos receptores de serotonina 5-HT • Ativação dos receptores GABAA no corno dorsal da medula • Ativação de receptores alfa2-adrenérgicos periféricos

2.2.5 Inibição Descendente

A TENS possui seus efeitos anti-hiperalgésicos mediante inibição descendente com ativação de tais receptores, como, opioides espinhais e supraespinhais, serotonina espinhais (KALRA; URBAN; SLUKA, 2001; RADHAKRISHNAN et al., 2003; RADHAKRISHNAN; SLUKA, 2003; KING et al., 2005; DESANTANA et al., 2009), além de incluir os receptores muscarínicos espinhais (RADHAKRISHNAN; SLUKA, 2003). No entanto, pode-se mencionar que especificamente os receptores adrenérgicos espinhais não abrangem a anti-hiperalgesia promovida pela TENS (RADHAKRISHNAN et al., 2003; KING et al., 2005).

O estímulo no SCP também pode inibir os neurônios do corno dorsal com ativação dos receptores GABAA na medula espinhal. Os receptores 5-HT3 estando ativados na medula espinhal contribuem para liberação de GABA na medula espinhal (MAEDA *et al.*, 2007). Portanto, evidencia-se que os neurotransmissores supraespinhais e espinhais atuam através dos

sistemas inibitórios descendentes com ativação dos receptores inibitórios espinhais para efetivar o efeito da TENS (RADHAKRISHNAN; SLUKA, 2003).

2.2.6 Fenômenos Neurobiológicos e Achados Clínicos

A sensibilização central, aumento da responsividade dos neurônios nociceptivos do corno dorsal da medula em relação aos estímulos inócuos e nocivos, é encontrada em condições de dores crônicas. Assim como a sensibilização periférica que se refere ao aumento da capacidade de resposta e diminuição do limiar de neurônios nociceptivos em nível periférico. A excitabilidade central e dos nociceptores periféricos podem ser diminuídas com a aplicação da TENS, e um dos mecanismos utilizados é a redução da liberação dos neurotransmissores excitatórios, glutamato e substância P (VANCE *et al.*, 2014).

A hiperalgesia primária foi reduzida em até duas semanas em modelo experimental de inflamação articular do joelho por caolina e carragenina com o uso tanto da TENS alta frequência quanto baixa frequência (VANCE *et al.*, 2007). Especificamente, no estudo de Sluka *et al.* (1998) utilizaram o mesmo modelo experimental para verificar o efeito da TENS na hiperalgesia secundária. Esse estudo constatou que a TENS foi eficaz para redução da hiperalgesia secundária logo após o tratamento, sendo que esse efeito permaneceu por 12 horas nos que receberam TENS baixa frequência e pelo menos 24 horas com TENS alta frequência. Ademais, no estudo de Ma e Sluka (2001), foi observada a efetividade do tratamento da TENS aplicada periféricamente na redução da hiperalgesia mecânica e térmica em decorrência da diminuição na responsividade dos neurônios do corno dorsal.

As condições de dor crônica podem estar relacionadas a uma perda de inibição descendente da dor e aumento da excitabilidade que resulta no aumento da intensidade da dor (SLUKA *et al.*, 2013). O ensaio clínico cruzado, controlado por placebo, aleatorizado e cego conduzido por Dailey *et al.* (2013) analisou os efeitos da TENS em pessoas com fibromialgia em grupos com TENS ativa, TENS placebo e sem uso do dispositivo. Em seus resultados, o grupo TENS ativa comparado com os outros grupos apresentou redução da intensidade da dor em movimento, aumento do limiar de dor no local (coluna) e fora do local (perna) da aplicação sugerindo efeitos na hiperalgesia primária e secundária, consistente com a excitabilidade central reduzida. Além disso, obteve maior resultado da modulação condicionada da dor no grupo que recebeu a eletroestimulação, insinuando a restauração da inibição central. Esse aumento da excitabilidade dos neurônios em condições de dor crônica está associado com a sensibilização

periférica ou central, gerando respostas exacerbadas com estímulos nocivos e inócuos e aumento da intensidade da dor (SLUKA et al., 2013).

Em meta-análise realizada por Johnson e Martinson (2007), a TENS teve um efeito maior do que placebo para dores musculoesqueléticas crônicas, sendo eficaz para diversas condições crônicas com inibição reduzida e excitabilidade aumentada, como dor neuropática, fibromialgia e osteoartrite. Vários estudos clínicos em humanos apresentam efeitos analgésico com o uso da TENS em muitas condições, por exemplo, dor lombar crônica (MARCHAND et al., 1993), osteoartrite (LAW; CHEING, 2004) e fibromialgia (DAILEY et al., 2013). Assim como foi notada a redução da intensidade da dor em movimento e progresso na funcionalidade na dor pós-operatória (RAKEL; FRANTZ, 2003) e indivíduos com osteoartrite crônica do joelho (OSIRI et al., 2000).

2.3 Tolerância

A antinocicepção na SCP ventrolateral, mas não dorsolateral, foi reduzida com aplicação repetida de morfina quando comparado ao grupo controle, sugerindo tolerância à morfina com maior influência na SCP ventrolateral (TORTORICI; ROBBINS; MORGAN, 1999). Esse efeito de tolerância com o uso da TENS foi observada em estudos com animais (CHANDRAN; SLUKA, 2003) e humanos (LIEBANO *et al.*, 2011), e interpretada como redução da analgesia a partir do quarto dia de tratamento repetido com a TENS. Assim como, o mesmo período de tempo da aplicação da TENS desenvolveu tolerância para hiperalgesia mecânica primária e secundária em modelo experimental de inflamação articular (DESANTANA; DA SILVA; SLUKA, 2010).

A resposta analgésica da TENS pode ser reduzida em resposta ao uso de outros fármacos opioides que atuam nos receptores μ ou δ opioides, denominado tolerância cruzada (SLUKA *et al.*, 2000). Nesse caso, o estudo de Sluka et al. (2000) demonstraram em modelo experimental de inflamação articular que o grupo com tolerância à morfina responderam melhor à TENS alta frequência que atua nos receptores δ -opioides do que à TENS baixa frequência que atua nos receptores μ -opioides assim como a morfina. Foi notado também o desenvolvimento de tolerância cruzada à TENS em um estudo realizado com humanos em condição de dor pós-operatória (SOLOMON; VIERNSTEIN; LONG, 1980)

O uso da TENS com frequência modulada (TENS alta e baixa frequência aplicada na mesma sessão) ou alternada (aplicação em um dia com alta frequência e outro dia com baixa frequência) durante 20 minutos em cada estimulação com intensidade em nível sensorial, diminuiu a hiperalgesia primária e secundária na inflamação da articulação do joelho e promoveu um retardo na tolerância que surgiu a partir do nono dia de estimulação repetida (DESANTANA; SANTANA-FILHO; SLUKA, 2008) comparado com outro estudo que mostrou tolerância no quarto dia de aplicação de TENS (CHANDRAN; SLUKA, 2003). Com isso, nota-se a importância e eficácia da variação da frequência durante o período de tratamento para promover efeitos neurofisiológicos com maior atraso de tolerância.

A tolerância aos agonistas opioides e à utilização repetida da TENS pode ser evitada através do pré-tratamento com o antagonista do receptor N-Metil-D-Aspartato (NMDA), um receptor ionotrópico para glutamato, antes da aplicação da TENS (HINGNE; SLUKA, 2008). Semelhantemente, o bloqueio do receptor colecistoquinina (CCK), acoplado a proteína G e se liga ao hormônio peptídico CCK, impede o desenvolvimento de tolerância a TENS alta e baixa frequência no quarto dia, quando aplicado a TENS nos três primeiros dias de tratamento, e também impede a tolerância cruzada a opioides (DESANTANA; DA SILVA; SLUKA, 2010). Esses achados sugerem que administração farmacológica de antagonistas dos receptores NMDA ou CCK podem evitar a tolerância ao tratamento clínico com uso de opioides exógenos ou endógenos, e com isso pode aumentar a eficácia da TENS.

Outra forma de atrasar a tolerância é mostrada por Sato et al. (2012) ao aumentar continuamente a intensidade do estímulo da TENS. Já a pesquisa de Lima et al. (2015) denota o primeiro estudo a analisar o efeito combinado do uso de intensidade acima do limiar motor aumentada ao longo dos dias com a frequência modulada, exibiu o retardo do desenvolvimento da tolerância à TENS em até 19 dias. Em relação à intensidade, foi verificado que tanto a TENS baixa como alta frequência ativam apenas fibras aferentes A β de grande diâmetro com a intensidade sensorial e motora. Já o aumento da intensidade acima da máxima tolerável, indicada para duas vezes o limiar motor, pode recrutar fibras aferentes A δ (DESANTANA *et al.*, 2008; LEVIN; HUI-CHAN, 1993; RADHAKRISHNAN; SLUKA, 2005).

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos da TENS para analgesia nas medidas de sensibilização em estudos com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda.

3.2 Objetivos Específicos

Analisar as evidências dos estudos na dor musculoesquelética crônica e dor experimental induzida em sujeitos saudáveis sobre a ação da TENS nos desfechos neurofisiológicos de hiperalgesia primária e secundária, somação temporal da dor, modulação condicionada da dor, intensidade da dor em repouso e em movimento.

Verificar a influência da frequência, tempo e intensidade para efeitos da TENS em cada desfecho neurofisiológico analisado.

4 MÉTODO

4.1 Registro do protocolo

O protocolo da revisão sistemática foi registrado na *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO), no dia 08 de outubro de 2020 e publicado no dia 08 de novembro de 2020 (CRD42020213473). Nesse protocolo foi pré-estabelecido a pergunta de pesquisa, estratégia PICOT, critérios de inclusão e exclusão e avaliação do risco de viés. A execução desta revisão sistemática seguiu os itens do checklist do *Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, 2020 (PRISMA 2020) (PAGE *et al.*, 2021).

4.2 Critérios de seleção

Foi elaborada a seguinte pergunta norteadora: “Quais os efeitos encontrados nos fenômenos neurofisiológicos clínicos para analgesia promovida pela TENS comparado com placebo na dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda em qualquer ponto no tempo?”. A pergunta foi formulada de acordo o acrônimo PICOT, e definido como População (P): dor musculoesquelética crônica e dor induzida em sujeitos saudáveis; Intervenção (I): TENS; Comparador (C): placebo; Desfecho (O): hiperalgesia primária e secundária, somação temporal da dor, modulação condicionada da dor, intensidade da dor em repouso e em movimento; Ponto de Tempo (T): qualquer momento.

4.3 Critérios de inclusão e exclusão

Neste estudo foram incluídos os ensaios clínicos aleatorizados controlados por placebo com manuscrito completo publicado e acessado na íntegra, os quais utilizaram TENS ativa para tratamento de dor musculoesquelética crônica e dor experimental induzida em sujeitos saudáveis, e mediram desfechos relacionados a sensibilização da dor através de avaliação específica.

Os artigos não foram incluídos nas seguintes condições: 1. se referiam a outras condições de dor; 2. diferentes tipos de dor no mesmo grupo; 3. dor pós-operatória; 4. dor pélvica; 5. trabalho de parto; 6. câncer; 7. condição neurológica; 8. região bucal/dental; 9.

fratura; 10. crianças ou adolescentes; 11. uso da TENS em combinação com outros tipos de terapias; 12. outro tipo de eletroestimulação; 13. terapia medicamentosa; 14. outros tipos de estudo (por exemplo: resumos de congresso, carta ao editor, estudo piloto, relato de casos, observacional, ensaio clínico do tipo *crossover*, revisão da literatura ou sistemática).

4.4 Desfechos

Os desfechos primários selecionados foram hiperalgesia primária e secundária, somação temporal da dor, modulação condicionada da dor. Enquanto, a intensidade da dor em repouso ou em movimento foi analisada como desfecho secundário.

4.5 Bases de dados e estratégias de busca

Nove bases de dados foram selecionadas para esta revisão sistemática: Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), EMBASE, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS) via portal regional da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), PubMed, Science Direct e Web of Science. Além disso, foram realizadas buscas em literatura cinza como a busca manual das referências dos artigos incluídos, de revisões sistemáticas já publicadas envolvendo a TENS e os 150 primeiros artigos que apareceram durante a pesquisa no *Google Scholar*. A busca foi realizada em 14 de outubro de 2020, e atualizada na data 20 de junho de 2021, sem restrição de idioma ou ano de publicação.

Foram utilizados como descritores “Transcutaneous Electric Nerve Stimulation”, “Pain” e “Randomized Controlled Trial”, seus sinônimos e operador booleano “AND” e “OR”. A estratégia de busca foi adaptada para cada base de dados (ver exemplo no APÊNDICE A).

4.6 Fases de seleção dos estudos

Para extração de dados, após a remoção das duplicatas, duas pesquisadoras independentes (BMJ e IKLR) realizaram as etapas da revisão sistemática para decisão dos artigos que poderiam ser incluídos de acordo com os critérios previamente selecionados, e a

terceira pesquisadora (JMS) ficou responsável por analisar as discordâncias ou discrepâncias. As etapas se deram conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Etapas realizada durante a revisão sistemática

Etapa	Atividade
1	Leitura dos títulos
2	Leitura dos resumos dos artigos destacados como selecionado ou indeciso na etapa 1
3	Leitura na íntegra dos artigos relevantes da etapa 2
4	Análise da lista de referências dos artigos incluídos da etapa 3
5	Preenchimento da tabela com as informações de cada artigo incluído
6	Análise do risco de viés

As etapas foram realizadas de forma independente pelas duas revisoras (BMJ e IKLR), utilizando a ferramenta Microsoft Excel (2016) (etapas 1-5) e RevMan 5.4.1® (etapa 6). Vale destacar que o arquivo na íntegra dos artigos considerados possivelmente elegíveis para revisão durante a etapa 2, mas que não foram encontrados durante a etapa 3, foi solicitado a cada autor de correspondência, a priori via-email, porém, no caso de não obter acesso por essa via, foi buscado e solicitado via site *ResearchGate*. Foram realizadas até três tentativas de contato no período com intervalos de uma semana. Sem retorno de resposta, o artigo foi excluído por não ter sido acessado na íntegra.

O teste Kappa foi utilizado para verificar o nível de concordância entre as duas pesquisadoras (BMJ e IKLR) em relação aos artigos marcados como incluídos ou excluídos, para testar confiabilidade entre as investigadoras nas etapas. Os valores abaixo de 0 são insignificantes, de 0,01 a 0,20 são considerados como nenhuma concordância, de 0,21 a 0,40 são classificados como mínima, de 0,41 a 0,60 é consentimento fraco, de 0,61 a 0,80 é concordância moderada, de 0,81 a 0,90 é tido como um forte consenso e acima de 0,90 é uma concordância muito forte (MCHUGH, 2012).

4.7 Análises dos estudos

As tabelas preparadas para preenchimento na etapa 5 mencionada anteriormente foram utilizadas para coletar dados específicos como: autor, ano de publicação, país, delineamento do estudo, idade, condição clínica, intervenção, duração e frequência da intervenção, grupo

controle, instrumentos de avaliação, resultados e conclusões. Os dados não encontrados ou imprecisos foram referidos nas tabelas como “dato insuficiente”.

4.8 Qualidade metodológica

Para selecionar e analisar os dados nesta revisão sistemática, foram considerados os itens do *Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes* (PRISMA), as recomendações da diretriz internacional *Peer Review of Electronic Search Strategies* (PRESS) e o manual da Cochrane para revisões sistemáticas de intervenção (LIBERATI *et al.*, 2009; MCGOWAN *et al.*, 2016). Além disso, foi utilizado a *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) para verificar a qualidade de evidência dos artigos incluídos (IORIO *et al.*, 2015).

4.9 Análise do risco de viés

Os riscos de vieses dos artigos elegíveis foram avaliados por duas pesquisadoras (BMJ e IKLR) através da *Cochrane Risk of Bias Tool* e interpretados no *Software Review Manager* (RevMan 5.4.1®, 2020). Foi realizada uma classificação do risco de viés como baixo, incerto ou alto, de acordo com a ferramenta do Centro de Colaboração Cochrane.

Um total de 17 domínios foram avaliados nesta revisão, sendo os domínios referentes ao viés de seleção, viés de performance, viés de detecção, viés de atrito, viés de relato e outros vieses.

No item “outros vieses”, concordou-se em analisar o tamanho da amostra, o qual avaliamos como: baixo risco de viés (quando relatou o cálculo da amostra, quantidade por grupos, e independentemente, foi cumprido o tamanho amostral); incerto (relata apenas o cálculo, mas sem especificar o resultado de quantidade por grupo; não trouxe o valor do tamanho da amostra, mas recrutou mais de 50 participantes); alto (não menciona o tamanho da amostra e incluiu menos de 50 participantes no estudo ou menciona o tamanho da amostra, mas não atinge a quantidade necessária).

4.10 Síntese e análise dos dados

A meta-análise é uma estatística que sintetiza o tamanho do efeito em diferentes estudos sobre a eficácia de intervenções. Isso é realizado com a análise da média e desvio padrão para calcular diferenças média e intervalo de confiança (BORENSTEIN *et al.*, 2021). A meta-análise foi desenvolvida no software estatístico *Review Manager* (RevMan 5.4.1®, 2020). Foram extraídos os dados de média, desvio padrão e número de participantes dos grupos intervenção e placebo de acordo com cada desfecho analisado (hiperalgesia primária, hiperalgesia secundária, intensidade de dor em repouso e em movimento) na dor musculoesquelética crônica e dor induzida em indivíduos saudáveis. Vale destacar que a “hiperalgesia primária e secundária” foram consideradas nos estudos em indivíduos saudáveis como “hiperalgesia segmentar e extrassegmentar”, de acordo com o local de aplicação dos eletrodos em relação ao local de indução da dor.

A partir dos desfechos, foram estabelecidos subgrupos com os parâmetros da TENS em frequência (alta e baixa), tempo (menor ou maior que 30 minutos) e intensidade (sensorial ou motora). Foi utilizada a diferença média padrão (DMP) e intervalo de confiança de 95% (IC), levando em consideração os resultados de dados contínuos com um ou mais estudo que utilizaram instrumento de avaliação diferente para a mesma variável analisada. Esse procedimento equivale às diferenças médias divididas pelos desvios padrão de cada estudo, e pode apontar a relevância dos grupos intervencionais sobre os grupos controle ou vice-versa (BORENSTEIN *et al.*, 2021).

As estatísticas Chi^2 e I^2 são utilizadas para verificar a heterogeneidade dos estudos, sendo considerado não significativo o valor de $p > 0,05$ e significativo o valor de $p < 0,05$ no teste Chi-quadrado (HIGGINS *et al.*, 2003). A heterogeneidade foi interpretada como não importante de 0% a 40%, moderada de 30% a 60%, substancial de 50% a 90% e considerável de 75% a 100% (DEEKS; HIGGINS; ALTMAN, 2019). Foi utilizado o efeito aleatório por ser um método que aborda, independentemente da heterogeneidade, a estimativa dos diferentes tamanhos de efeitos de cada estudo, e considera a variância dentro do estudo e entre os estudos, ao contrário do efeito fixo que aplica um efeito comum entre todos os estudos. Além disso, o efeito aleatório é favorável para análise de estudos com baixo tamanho de amostra (BORENSTEIN *et al.*, 2021; DEEKS; HIGGINS; ALTMAN, 2019).

Artigos incluídos na revisão sistemática e que abordam a análise dos desfechos analisados, mas os dados não estão em média e desvio padrão, foi realizado os seguintes

procedimentos: conversão dos dados, medição dos valores na figura, e quando isso não foi possível, foi solicitado os dados necessários com texto padrão e formal aos autores através do e-mail ou site *ResearchGate*. A ausência de retorno com a disponibilização dos dados prejudicou o processo da meta-análise, e dessa forma, os artigos com dados ausentes não foram inclusos na análise.

4.11 Avaliação da evidência / Incerteza ao redor da evidência

Foi avaliada a qualidade da evidência e seu grau de recomendação, utilizando a classificação GRADE, recomendada pelo Manual do Cochrane para revisões sistemáticas de intervenção. A GRADE apresenta níveis de qualidade alta, moderada, baixa e muito baixa. A redução da evidência pode ser realizada através da análise dos artigos incluídos referentes ao desenho de estudo, risco de viés, inconsistência, evidência indireta, imprecisão, viés de publicação, entre outros.

Pode ser classificada como alta qualidade, quando houver forte confiança nos resultados, diretos e consistentes em, pelo menos, 75% dos ensaios clínicos incluídos, sendo improvável que novas pesquisas modifiquem a confiança na estimativa do efeito. A evidência moderada é dada quando um dos domínios não é cumprido, sendo provável que outros estudos possam modificar a estimativa do efeito. Já a baixa qualidade é determinada quando dois domínios não são atendidos, dando uma probabilidade maior para que trabalhos futuros apresentem um impacto no efeito constatado atualmente. E, por fim, a qualidade de evidência muito baixa é definida quando três domínios não foram obedecidos, demonstrando alto grau de incerteza nos resultados, e qualquer estimativa de efeito é inconsistente (GUYATT *et al.*, 2008).

No item “imprecisão”, considerou-se o tamanho ideal da amostra de acordo com GRADE *handbook*, sendo assim, os autores julgaram como ‘não grave’ quando havia mais de 200 participantes por grupo, totalizando 400 ou mais; ‘grave’ quando o quantitativo de sujeito em cada grupo variava entre 100 e 200; e ‘muito grave’ quando havia menos de 100 participantes.

5 RESULTADOS

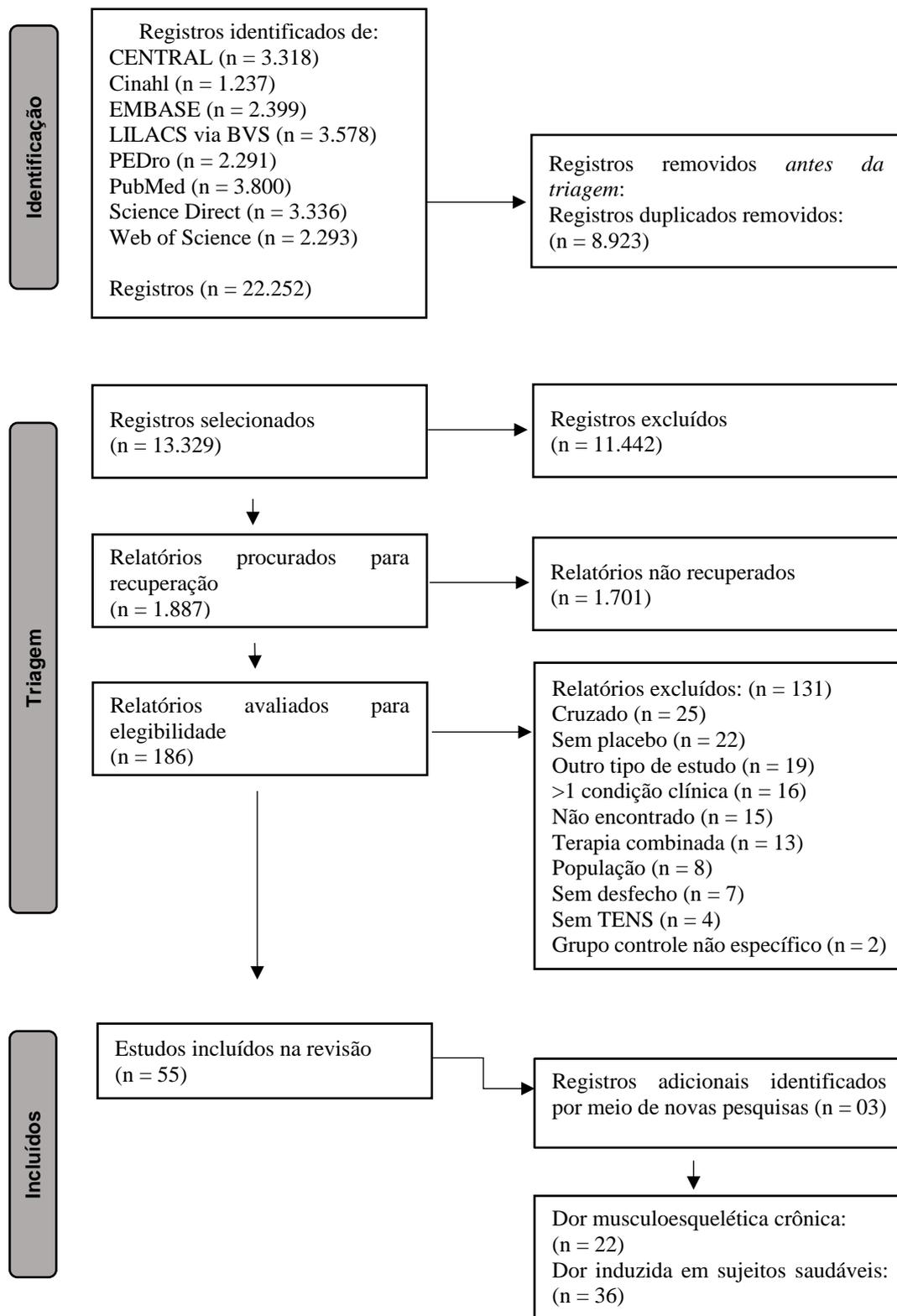
5.1 Descrição dos estudos

Na pesquisa eletrônica, foram encontrados 22.252 estudos nas bases de dados selecionadas. Foram removidas 8.923 duplicatas e 11.442 estudos após leitura do título por dois revisores, seguindo para remoção de 1.702 estudos após leitura do resumo. Dos 185 estudos selecionados para etapa de leitura na íntegra, 130 não foram selecionados, pois 22 apresentavam modelo cruzado de ensaio clínico, 21 não tinham grupo placebo, 18 incluíram mais de uma condição clínica nos grupos, 19 apresentavam outro tipo de estudo, 15 não foram encontrados na íntegra e nem foram obtidos por meio de sucessivos contatos com os autores, 13 realizaram terapia combinada, 11 não se enquadraram nos desfechos definidos para avaliação neurofisiológica da dor, 8 não apresentavam grupo de dor crônica, 3 não aplicaram a TENS e 2 não especificaram o grupo controle.

Com isso, 55 artigos foram elegíveis para revisão sistemática e, após realizar uma nova pesquisa manual nas referências dos artigos incluídos, de revisões sistemáticas publicadas que abordam a temática e os 150 primeiros artigos no *Google Scholar*, foram acrescentados três artigos, totalizando 58 artigos publicados incluídos nessa revisão sistemática, sendo 22 com dor musculoesquelética crônica e 36 com dor induzida em indivíduos saudáveis (Figura 1). O nível de concordância apresentado pelas duas revisoras foi alto ($Kappa > 0,92$, IC 95%) para os critérios de inclusão e exclusão dos estudos.

Houve estudos que pareciam atender ao objetivo do estudo, mas foram excluídos devido os critérios de exclusão previamente selecionados, por exemplo, estudo crossover (DAILEY *et al.*, 2013; SON *et al.*, 2017), terapia combinada (DEYO *et al.*, 1990; MENEZES *et al.*, 2018), mais de uma condição clínica (MOORE; SHURMAN, 1997; OOSTERHOF *et al.*, 2012).

Figura 1. Diagrama de fluxo da seleção dos estudos da revisão sistemática



Fonte: Produção dos autores (2021)

5.2 Características dos estudos incluídos

Nos artigos que abordam dor musculoesquelética crônica, foi verificado um total de 1.511 participantes, com idade variando entre 20 e 90 anos. Dos 22 artigos incluídos, as condições clínicas investigadas foram: dor lombar crônica (CHEING; HUI-CHAN, 1999; DIAS *et al.*, 2021; FERRÁNDIZ *et al.*, 2016; KOFOTOLIS; VLACHOPOULOS; KELLIS, 2008; MARCHAND *et al.*, 1993; TOPUZ *et al.*, 2004), osteoartrite (CHEING *et al.*, 2003; CHEING; HUI-CHAN; CHAN, 2002; GSCHIEL *et al.*, 2010; LAW; CHEING, 2004a; LAW; CHEING; TSUI, 2004b; SHIMOURA *et al.*, 2019; VANCE *et al.*, 2012), fibromialgia (DAILEY *et al.*, 2020; LAURETTI; CHUBACI; MATTOS, 2013; SUNSHINE *et al.*, 1996), artrite reumatoide (LANGLEY *et al.*, 1984), cefaleia do tipo tensional crônica (WANG; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN, 2007), disfunção temporomandibular (FERREIRA *et al.*, 2017), dor cervical (MAAYAH; AL-JARRAH, 2010), dor crônica nas costas (SHIMOJI *et al.*, 2007) e síndrome da dor miofascial (SAHIN; ALBAYRAK; UGURLU, 2011) (ver tabela 1).

Já nos artigos com indivíduos saudáveis, foram incluídos 3.142 participantes, com idade entre 18 e 60 anos. Nos 36 artigos selecionados, a indução da dor foi experimentalmente realizada de diferentes maneiras, como: estímulo elétrico com eletrodos (JOHNSON *et al.*, 1991b; OLIVERI *et al.*, 1986; TAKIGUCHI; SHOMOTO, 2019); estímulo mecânico do tipo pressão profunda (AGRIPINO *et al.*, 2016; ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; CHEING; CHAN, 2009; CHEN *et al.*, 2015; CHESTERTON *et al.*, 2002, 2003; CLAYDON *et al.*, 2008, 2013; COWAN *et al.*, 2009; LAZAROU *et al.*, 2009; MACEDO *et al.*, 2015; MCDOWELL *et al.*, 1999; MORAN *et al.*, 2011; MOYA; ROSALES; FLORES, 2013; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019; WALSH *et al.*, 1998), isquemia (FOSTER *et al.*, 1996; JOHNSON; TABASAM, 2003; WALSH *et al.*, 1995), movimento (CRAIG *et al.*, 1996), reflexo nociceptivo (CRAMP *et al.*, 2000); estímulo térmico por frio (ADEDYOYIN *et al.*, 2009; FOSTER *et al.*, 1996; FRANCIS; MARCHANT; JOHNSON, 2011a, 2011b; JOHNSON *et al.*, 1989, 1991a; JOHNSON; TABASAM, 1999; LIEBANO *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2010), calor e frio (MONTENEGRO *et al.*, 2010; PALMER *et al.*, 2004) e até combinação de estímulos, como pressão e calor (RAKEL *et al.*, 2010). Vale destacar que um dos artigos incluídos, Foster *et al.* (1996), dividiu-se em dois experimentos, sendo que a dor foi alternativamente induzida pelo frio ou por isquemia (ver detalhes na tabela 2).

O período das publicações incluídas variou na condição dor musculoesquelética crônica entre 1984 e 2021, já em indivíduos saudáveis entre 1986 e 2019. Dos estudos que abordaram

dor musculoesquelética crônica, foram identificados quatro artigos publicados entre 1984 e 2000 (CHEING; HUI-CHAN, 1999; LANGLEY *et al.*, 1984; MARCHAND *et al.*, 1993; SUNSHINE *et al.*, 1996), outros 10 estudos na década 2001-2010 (CHEING *et al.*, 2003; CHEING; HUI-CHAN; CHAN, 2002; GSCHIEL *et al.*, 2010; KOFOTOLIS; VLACHOPOULOS; KELLIS, 2008; LAW; CHEING, 2004a; MAAYAH; AL-JARRAH, 2010; SHIMOJI *et al.*, 2007; TOPUZ *et al.*, 2004; WANG; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN, 2007) e oito entre 2011 e 2021 (DAILEY *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2021; FERRÁNDIZ *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2017; LAURETTI; CHUBACI; MATTOS, 2013; SAHIN; ALBAYRAK; UGURLU, 2011; SHIMOURA *et al.*, 2019; VANCE *et al.*, 2012). Foram encontrados 10 estudos com indivíduos saudáveis no período de 1989 a 2000 (CRAIG *et al.*, 1996; CRAMP *et al.*, 2000; FOSTER *et al.*, 1996; JOHNSON *et al.*, 1989, 1991b, 1991a; JOHNSON; TABASAM, 1999; MCDOWELL *et al.*, 1999; OLIVERI *et al.*, 1986; WALSH *et al.*, 1998, 1995), 14 na década 2001-2010 (ADEDYOYIN *et al.*, 2009; ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; CHEING; CHAN, 2009; CHESTERTON *et al.*, 2002, 2003; CLAYDON *et al.*, 2008; COWAN *et al.*, 2009; JOHNSON; TABASAM, 2003; LAZAROU *et al.*, 2009; MONTENEGRO *et al.*, 2010; PALMER *et al.*, 2004; RAKEL *et al.*, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2010) e 12 estudos entre 2011-2019 (AGRIPINO *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2015; CLAYDON *et al.*, 2013; FRANCIS; MARCHANT; JOHNSON, 2011a, 2011b; LIEBANO *et al.*, 2011; MACEDO *et al.*, 2015; MORAN *et al.*, 2011; MOYA; ROSALES; FLORES, 2013; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019; TAKIGUCHI; SHOMOTO, 2019) (ver tabelas 1 e 2).

Os países em que realizaram os estudos incluídos nessa revisão com indivíduos com dor crônica foram: Áustria (GSCHIEL *et al.*, 2010), Bélgica (FERRÁNDIZ *et al.*, 2016), Brasil (DIAS *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2017; LAURETTI; CHUBACI; MATTOS, 2013), Canadá (MARCHAND *et al.*, 1993), China (CHEING *et al.*, 2003; CHEING; HUI-CHAN, 1999; CHEING; HUI-CHAN; CHAN, 2002; LAW; CHEING, 2004a; LAW; CHEING; TSUI, 2004b), Dinamarca (WANG; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN, 2007), Estados Unidos (DAILEY *et al.*, 2020; SUNSHINE *et al.*, 1996; VANCE *et al.*, 2012), Grécia (KOFOTOLIS; VLACHOPOULOS; KELLIS, 2008), Japão (SHIMOJI *et al.*, 2007; SHIMOURA *et al.*, 2019), Jordânia (MAAYAH; AL-JARRAH, 2010), Turquia (SAHIN; ALBAYRAK; UGURLU, 2011; TOPUZ *et al.*, 2004) e Nova Zelândia (LANGLEY *et al.*, 1984)(1). Já em indivíduos saudáveis foram: Brasil (AGRIPINO *et al.*, 2016; MACEDO *et al.*, 2015; MONTENEGRO *et al.*, 2010; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2010),

Chile (MOYA; ROSALES; FLORES, 2013), China (CHEING; CHAN, 2009), Estados Unidos (LIEBANO *et al.*, 2011; MORAN *et al.*, 2011; OLIVERI *et al.*, 1986; RAKEL *et al.*, 2010), Grécia (LAZAROU *et al.*, 2009), Irlanda do Norte (CRAMP *et al.*, 2000), Japão (TAKIGUCHI; SHOMOTO, 2019), Nigéria (ADEDYOYIN *et al.*, 2009), Reino Unido (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; CHESTERTON *et al.*, 2002, 2003; CLAYDON *et al.*, 2008, 2013; COWAN *et al.*, 2009; CRAIG *et al.*, 1996; FOSTER *et al.*, 1996; FRANCIS; MARCHANT; JOHNSON, 2011a, 2011b; JOHNSON *et al.*, 1989, 1991b, 1991a; JOHNSON; TABASAM, 1999, 2003; MCDOWELL *et al.*, 1999; PALMER *et al.*, 2004; WALSH *et al.*, 1995, 1998) e Taiwan (CHEN *et al.*, 2015) (ver tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Resumo das características dos estudos incluídos com dor musculoesquelética crônica

1º Autor (Ano)	País	CONDIÇÃO	PARTICIPANTES			INTERVENÇÕES			
		Condição Clínica	N	Grupos	Idade (anos)	Intervenções	n total de sessões	n sessões/ semana	Follow-up
Aguilar Ferrández (2016)	Bélgica	Dor lombar crônica	39	G1= 19; G2= 20	40,76 ± 13,3	G1= TENS baixa frequência; G2= Placebo	6	2 sessões/3 semanas	3 semanas e 1 mês
Cheing (1999)	China	Dor lombar crônica	30	G1= 15; G2= 15	G1= 34,7 ± 9,1; G2= 28,2 ± 7,2	G1= TENS alta frequência; G2= Placebo	1	1 sessão	Não realizado
Cheing (2002)	China	Osteoartrite	66	G1= 16; G2= 15; G3= 15; G4= 16	50–75	G1= TENS alta frequência; G2= Exercício; G3= TENS e Exercício; G4= Placebo	20	5 sessões/4 semanas	4 semanas
Cheing (2003)	China	Osteoartrite	40	G1= 10; G2= 10; G3= 10; G4= 8	65,5 (51-79)	G1= TENS 20'; G2= TENS 40'; G3= TENS 60'; G4= Placebo	10	5 sessões/2 semanas	2 semanas
Dailey (2020)	EUA	Fibromialgia	301	G1= 103; G2= 99; G3= 99	G1= 44,7 ± 14,3; G2= 47,2 ± 12,6; G3= 48,6 ± 11,8	G1= TENS frequência modulada; G2= Placebo; G3= Controle	8	2 sessões/4 semanas	Não realizado
Dias (2021)	Brasil	Dor lombar crônica	280	G1= 35; G2= 35; G3= 35; G4= 35; G5= 35; G6= 35; G7= 35; G8= 35	39,6 ± 15,3	G1= CI 2 kHz/100 Hz; G2= CI 2 kHz/2 Hz; G3= CI 4 kHz/100 Hz; G4= CI 4 kHz/2 Hz; G5= CI placebo; G6= TENS alta frequência; G7= TENS baixa frequência; G8= TENS placebo	1	1 sessão	Não realizado
Ferreira (2017)	Brasil	Disfunção temporomandi- bular	40	G1= 20; G2= 20	G1= 25,10 ± 3,87; G2= 24,15 ± 3,01	G1= TENS frequência alternada; G2= Placebo	1	1 sessão	48 horas
Gschiel (2010)	Áustria	Osteoartrite	45	G1= 25; G2= 20	G1= 58,4 ± 2,4; G2= 57,7 ± 3,5	G1= TENS frequência alternada; G2= Placebo	42	14 sessões (2x ao	2 semanas

							dia)/3 semanas		
Kofotolis (2008)	Grécia	Dor lombar crônica	92	G1= 23; G2= 23; G3= 23; G4= 23	40,5 ± 6,7	G1= TENS baixa frequência; G2= Estabilização Rítmica; G3= Estabilização Rítmica e TENS; G4= Placebo	20	5 sessões/4 semanas	4 e 8 semanas
Langley (1984)	Nova Zelândia	Artrite reumatoide	33	G1= 11; G2= 11; G3= 11	G1= 54,9 ± 15,3; G2= 53,7 ± 15,9; G3= 53,4 ± 14,1	G1= TENS alta frequência; G2= TENS frequência modulada; G3= Placebo	1	1 sessão	Não realizado
Lauretti (2013)	Brasil	Fibromialgia	39	G1= 13; G2= 13; G3= 10	G1= 32 ± 8; G2= 30 ± 12; G3= 35 ± 8	G1= TENS frequência mista ativa em uma região; G2= TENS frequência mista ativa em duas regiões; G3= Placebo	14	2 sessões durante 7 dias/1 semana	Não realizado
Law (2004)a	China	Osteoartrite	36	G1= 9; G2= 9; G3= 9; G4= 9	G1= 82,7 ± 6,1; G2= 84,3 ± 6,9; G3= 80,0 ± 5,8; G4= 83,2 ± 5,4	G1= TENS baixa frequência; G2= TENS alta frequência; G3= TENS frequência alternada; G4= Placebo	10	5 sessões/2 semanas	2 semanas
Law (2004)b	China	Osteoartrite	39	G1= 22; G2= 17	G1= 74,7 ± 13,1; G2= 74,9 ± 11,2	G1= TENS alta frequência; G2= Placebo	10	5 sessões/2 semanas	2 semanas
Marchand (1993)	Canadá	Dor lombar crônica	42	G1= 14; G2= 12; G3= 16	G1= 35,46 ± 7,84; G2= 35,08 ± 7,38; G3= 37,25 ± 8,18	G1= TENS alta frequência; G2= Placebo; G3= Controle	20	2 sessões/10 semanas	Não realizado
Maayah (2010)	Jordânia	Dor cervical	30	G1=15; G2=15	G1= 53 ± 7; G2= 58 ± 8	G1= TENS baixa frequência; G2= Placebo	1	1 sessão	1 semana
Sahin (2011)	Turquia	Síndrome da dor miofascial	80	G1= 20; G2= 20; G3= 20; G4= 20	G1= 30,16 ± 6,25; G2= 33,12 ± 7,35; G3= 32,11 ± 6,12; G4= 31,16 ± 6,15	G1= TENS alta frequência; G2= TENS baixa frequência; G3= TENS frequência alternada; G4= Placebo	10	3 sessões/3 semanas	Não realizado
Shimojii (2007)	Japão	Dor crônica nas costas	28	G1= 11; G2= 9; G3= 8	G1= 62 ± 4; G2= 61 ± 7; G3= 61 ± 3	G1= TENS onda senoidal modulada bidirecional (BMW); G2= TENS onda pulsada bidirecional convencional (CPW); G3= placebo	1	1 sessão	1 hora e 1 dia
Shimoura (2019)	Japão	Osteoartrite	50	G1= 25; G2= 25	G1= 59,1 ± 6,13; G2= 57,9 ± 5,07	G1= TENS frequência modulada; G2= Placebo	1	1 sessão	Não realizado

Sunshine (1996)	EUA	Fibromialgia	30	G1= 10; G2= 10; G3= 10	49,8 (18-80)	G1= Massagem terapêutica; G2= TENS baixa frequência; G3= Placebo	10	2 sessões/5 semanas	Não realizado
Topuz (2004)	Turquia	Dor lombar crônica	60	G1= 15; G2= 15; G3= 13; G4= 12	G1= 45,20 ± 11,19; G2= 50,13 ± 11,97; G3= 37,92 ± 14,49; G4= 41,92 ± 7,70	G1= TENS alta frequência; G2= TENS baixa frequência; G3= Terapia de neuromodulação percutânea; G4= Placebo	10	5 sessões/2 semanas	Não realizado
Vance (2012)	EUA	Osteoartrite	75	G1= 25; G2= 25; G3= 25	G1= 57 ± 11,8; G2= 55 ± 14,4; G3= 57 ± 10,9	G1= TENS alta frequência; G2= TENS baixa frequência; G3= Placebo	1	1 sessão	Não realizado
Wang (2007)	Dinamarca	Cefalia do tipo tensional crônica	36	G1= 18; G2= 18	45,3 ± 2,6	G1= TENS frequência alternada; G2= Placebo	28	2x/dia durante 14 dias	2, 4 e 6 semanas

Legenda: EUA=Estados Unidos da América; G1...G8 = Grupo 1...Grupo 8; TENS = estimulação elétrica nervosa transcutânea; CI = corrente interferencial; KHz = quilohertz; Hz = hertz

Tabela 2: Resumo das características dos estudos incluídos com dor induzida em indivíduos saudáveis

1º Autor (Ano)	País	Indução da dor	PARTICIPANTES			INTERVENÇÕES	
			N	Grupos	Idade	Intervenções	N total de sessões
Adedoyin (2009)	Nigéria	Térmica por frio	60	G1 = 20; G2 = 20; G3 = 20	23,1 ± 1,49	G1 = TENS alta frequência; G2 = Corrente Interferencial; G3 = Placebo	1
Agripino (2016)	Brasil	Mecânica por pressão	161	G1 = 26; G2 = 25; G3 = 25; G4 = 29; G5 = 25; G6 = 29	20,4 ± 2,21	G1 = TENS ativa e expectativa positiva; G2 = TENS placebo e expectativa positiva; G3 = TENS ativa e expectativa negativa; G4 = TENS placebo e expectativa negativa; G5 = TENS ativa e expectativa neutra; G6 = TENS placebo e expectativa neutra	1
Alves-Guerreiro (2001)	Reino Unido	Mecânica por pressão	40	G1 = 10; G2 = 10; G3 = 10; G4 = 10	26,18 (20-40)	G1 = TENS alta frequência; G2 = Corrente interferencial; G3 = Terapia com estimulação do potencial de ação; G4 = Controle	1
Cheing (2009)	China	Mecânica por pressão	45	G1 = 15; G2 = 15; G3 = 15	28,4 (18-48)	G1 = TENS baixa frequência em pontos de acupuntura; G2 = TENS baixa frequência ponto de não acupuntura; G3 = Placebo	1
Chen (2015)	Taiwan	Mecânica por pressão	180	G1 = 30; G2 = 30; G3 = 30; G4 = 30; G5 = 30; G6 = 30	G1 = 19,7; G2 = 19,5; G3 = 20,7; G4 = 19,3; G5 = 19,3; G6 = 20,7	G1 = Controle; G2 = Placebo; G3 = TENS alta frequência/almofada grande; G4 = TENS baixa frequência/almofada grande; G5 = TENS alta frequência/almofada pequena; G6 = TENS baixa frequência/almofada pequena	1
Chesterton (2002)	Reino Unido	Mecânica por pressão	240	G1 = 30; G2 = 30; G3 = 30; G4 = 30; G5 = 30; G6 = 30; G7 = 30; G8 = 30;	30 (18-57)	G1 = TENS 1; G2 = TENS 2; G3 = TENS 3; G4 = TENS 4; G5 = TENS 5; G6 = TENS 6; G7 = Controle; G8 = Placebo	1
Chesterton (2003)	Reino Unido	Mecânica por pressão	240	G1 = 30; G2 = 30; G3 = 30; G4 = 30; G5 = 30; G6 = 30; G7 = 30; G8 = 30	24 (18-57)	G1 = TENS 1; G2 = TENS 2; G3 = TENS 3; G4 = TENS 4; G5 = TENS 5; G6 = TENS 6; G7 = Controle; G8 = Placebo	1
Claydon (2008)	Reino Unido	Mecânica por pressão	208	G1 = 26; G2 = 26; G3 = 26; G4 = 26;	22 (20-26)	G1 = TENS seg: AF, BI; extra: BF, AI; G2 = TENS seg: BF, AI; extra: AF, BI; G3 = TENS	1

				G5 = 26; G6 = 26; G7 = 26; G8 = 26		seg: AF, AI; extra: BF, BI; G4 = TENS seg: BF, BI; extra: AF, AI; G5 = TENS seg: AF, BI; extra: BF, BI; G6 = TENS seg: BF, BI; extra: AF, AI; G7 = Placebo; G8 = Controle	
Claydon (2013)	Reino Unido	Mecânica por pressão	208	G1 = 26; G2 = 26; G3 = 26; G4 = 26; G5 = 26; G6 = 26; G7 = 26; G8 = 26	22 (19-59)	G1 = TENS modulada, seg: BI; G2 = TENS modulada, extra: BI; G3 = TENS modulada, seg: BI; extra: BI; G4 = TENS modulada, seg: AI; G5 = TENS modulada, extra: AI; G6 = TENS modulada, seg: AI; extra: AI; G7 = Placebo; G8 = Controle	1
Cowan (2009)	Reino Unido	Mecânica por pressão	56	G1 = 14; G2 = 14; G3 = 14; G4 = 14	28 (18-50)	G1 = TENS alta frequência com eletrodo de luva; G2 = TENS alta frequência com eletrodo padrão; G3 = Placebo; G4 = Controle	1
Craig (1996)	Reino Unido	Mecânica por movimento	48	G1 = 12; G2 = 12; G3 = 12; G4 = 12	18-25	G1 = TENS alta frequência; G2 = TENS baixa frequência; G3 = Placebo; G4 = Controle	1
Cramp (2000)	Irlanda do Norte	Mecânica por reflexo nociceptivo	70	G1 = 10; G2 = 10; G3 = 10; G4 = 10; G5 = 10; G6 = 10; G7 = 10	24,7 ± 4,2	G1 = Placebo; G2 = TENS baixa frequência; G3 = TENS alta frequência; G4 = TENS alta frequência; G5 = CI 5 Hz; G6 = CI 100 Hz; G7 = CI 200 Hz	1
Foster (1996) (estudo 1)	Reino Unido	Térmica por frio	32/80	G1 = 8; G2 = 8; G3 = 8; G4 = 8	24,1	G1 = TENS alta frequência; G2 = TENS baixa frequência; G3 = Placebo; G4 = Controle	1
Foster (1996) (estudo 2)	Reino Unido	Mecânica por isquemia	48/80	G1 = 8; G2 = 8; G3 = 8; G4 = 8; G5 = 8; G6 = 8	19,4	G1 = TENS 1; G2 = TENS 2; G3 = TENS 3; G4 = TENS 4; G5 = Placebo; G6 = Controle	1
Francis (2011)a	Reino Unido	Térmica por frio	121	G1 = 41; G2 = 40; G3 = 40	18-50	G1 = TENS alta frequência pulsada; G2 = TENS alta frequência; G3 = Placebo	1
Francis (2011)b	Reino Unido	Térmica por frio	43	G1 = 14; G2 = 17; G3 = 12	18 ou +	G1 = TENS alta frequência pulsada; G2 = TENS alta frequência; G3 = Placebo	1
Johnson (1989)	Reino Unido	Térmica por frio	83	G1 = 12; G2 = 12; G3 = 12; G4 = 12; G5 = 12; G6 = 11; G7 = 12	18-35	G1 = TENS 1; G2 = TENS 2; G3 = TENS 3; G4 = TENS 4; G5 = TENS 5; G6 = Placebo; G7 = Controle	1
Johnson (1991)a	Reino Unido	Elétrica com eletrodos	24	G1 = 6; G2 = 6; G3 = 6; G4 = 6	20,5 (17-24)	G1 = TENS alta frequência autonômica; G2 = TENS alta frequência de pulso; G3 = TENS alta frequência facial; G4 = Controle	1

Johnson (1991)b	Reino Unido	Térmica por frio	84	G1 = 12; G2 = 12; G3 = 12; G4 = 12; G5 = 12; G6 = 12	17-35	G1 = TENS burst; G2 = TENS modulada; G3 = TENS aleatória; G4 = TENS contínua; G5 = TENS contínua de eletrodo de tamanho duplo; G6 = Placebo	1
Johnson (1999)	Reino Unido	Térmica por frio	21	G1 = 7; G2 = 7; G3 = 7	23 (18 - 35)	G1 = TENS alta frequência; G2 = Corrente Interferencial; G3 = Placebo	1
Johnson (2003)	Reino Unido	Mecânica por isquemia	30	G1 = 10; G2 = 10; G3 = 10	33,5 ± 9,9	G1 = Corrente Interferencial; G2 = TENS alta frequência; G3 = Placebo	1
Lazarou (2009)	Grécia	Mecânica por pressão	40	G1 = 10; G2 = 10; G3 = 10; G4 = 10	23 (19 - 43)	G1 = TENS baixa frequência e alta intensidade; G2 = TENS baixa frequência e baixa intensidade; G3 = Placebo; G4 = Controle	1
Liebano (2011)	EUA	Térmica por frio	100	G1 = 25; G2 = 25; G3 = 25; G4 = 25	31,75 ± 12,05	G1 = TENS baixa frequência; G2 = TENS alta frequência; G3 = Placebo; G4 = Controle	5
Macedo (2015)	Brasil	Mecânica por pressão	112	G1 = 16; G2 = 16; G3 = 16; G4 = 16; G5 = 16; G6 = 16; G7 = 16	21,9 ± 1,95	G1 = TENS alta frequência; G2 = TENS modulada; G3 = Placebo; G4 = Crioterapia; G5 = Crio + TENS modulada; G6 = Crio + TENS alta frequência; G7 = Controle	1
McDowell (1999)	Reino Unido	Mecânica por pressão	48	G1 = 8; G2 = 8; G3 = 8; G4 = 8; G5 = 8; G6 = 8	22 (19 - 35)	G1 = TENS alta frequência; G2 = TENS placebo; G3 = Terapia de onda H (HWT) 2Hz; G4 = HWT 60Hz; G5 = HWT placebo; G6 = Controle	1
Montenegro (2010)	Brasil	Térmica por calor e frio	32	G1 = 16; G2 = 16	18-30	G1 = TENS baixa frequência; G2 = Placebo	1
Moran (2011)	EUA	Mecânica por pressão	130	G1 = 26; G2 = 26; G3 = 26; G4 = 26; G5 = 26	23 (18 - 64)	G1 = TENS forte não dolorosa; G2 = TENS Limiar sensorial; G3 = TENS Abaixo do Limiar Sensorial; G4 = Placebo sem corrente; G5 = Placebo transitório	1
Moya (2013)	Chile	Mecânica por pressão	14	G1 = 7; G2 = 7	18-24	G1 = TENS alta frequência; G2 = Placebo	1
Oliveri (1986)	EUA	Elétrica com eletrodos	45	G1 = 15; G2 = 15; G3 = 15	G1 = 26,5; G2 = 25,9; G3 = 27,9	G1 = TENS baixa frequência; G2 = Placebo; G3 = Controle	1
Palmer (2004)	Reino Unido	Térmica por calor e frio	140	G1 = 20; G2 = 20; G3 = 20; G4 = 20;	20,6 ± 2,7	G1 = CI 0Hz; G2 = CI 5Hz; G3 = CI 100Hz; G4 = TENS baixa frequência; G5 = TENS alta frequência; G6 = Placebo; G7 = Controle	1

				G5 = 20; G6 = 20; G7 = 20			
Pantaleão (2011)	Brasil	Mecânica por pressão	56	G1 = 14; G2 = 14; G3 = 14; G4 = 14	22 (18-36)	G1 = TENS alta frequência fixa; G2 = TENS alta frequência ajustada; G3 = Placebo; G4 = Controle	1
Rakel (2010)	EUA	Mecânica por pressão e Térmica por calor	69	G1 = 30; G2 = 25; G3 = 14	27,19 ± 1,75	G1 = TENS alta frequência; G2 = Placebo transitório; G3 = Placebo inativo	1
Rampazo da Silva (2019)	Brasil	Mecânica por pressão	120	G1 = 30; G2 = 30; G3 = 30; G4 = 30	18 - 45	G1 = TENS alta frequência; G2 = Corrente Interferencial; G3 = Corrente Aussie; G4 = Placebo	1
Rodrigues (2010)	Brasil	Térmica por frio	45	G1 = 15; G2 = 15; G3 = 15	18 - 30	G1 = TENS alta frequência; G2 = TENS baixa frequência; G3 = Placebo	1
Takiguchi (2019)	Japão	Elétrica com eletrodos	67	G1 = 20; G2 = 19; G3 = 21	G1 = 21,15±1,72; G2 = 20,21±0,98; G3 = 20,33±1,01	G1 = TENS modulada segmentar; G2 = TENS modulada extrassegmentar; G3 = Placebo	1
Walsh (1995)	Reino Unido	Mecânica por isquemia	32	G1 = 8; G2 = 8; G3 = 8; G4 = 8	Não menciona	G1 = TENS alta frequência; G2 = TENS baixa frequência; G3 = Placebo; G4 = Controle	1
Walsh (1998)	Reino Unido	Mecânica por pressão	50	G1 = 10; G2 = 10; G3 = 10; G4 = 10; G5 = 10	25,5	G1 = TENS 1; G2 = TENS 2; G3 = TENS 3; G4 = TENS 4; G5 = Controle	1

Legenda: EUA=Estados Unidos da América; G1...G8 = Grupo 1...Grupo8; TENS = Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; CI = Corrente Interferencial; KHz = quilohertz; Hz = hertz; AF = Alta Frequência; BF = Baixa frequência; AI = Alta Intensidade; BI = baixa Intensidade; Seg = Segmentar; = Extra = Extrassegmentar; HWT = Terapia de onda H

5.3 Grupos de intervenção

Ainda nas tabelas 1 e 2, observam-se os grupos de intervenções e controle utilizados em cada estudo. Vale lembrar que todos os artigos incluídos aplicaram alguma forma da TENS ativa e TENS placebo, sendo assim, em relação aos grupos que receberam o estímulo, houve uma variação na parametrização da TENS que pode ser verificada com maior detalhe nas tabelas 3 e 4.

Em relação aos grupos com TENS placebo dos artigos com dor musculoesquelética crônica e dor induzida em sujeitos saudáveis, os estudos utilizaram algumas formas de placebo, como, por exemplo, o dispositivo idêntico ao TENS ativa, mas sem fornecer o estímulo elétrico, a intensidade aplicada e reduzida gradualmente para zero após alguns segundos, os eletrodos aplicados com aparelho desligado e dispositivo com luz indicadora, mas os fios desconectados.

Além do placebo, foram utilizados nos artigos com dor crônica grupo controle sem tratamento (DAILEY *et al.*, 2020; MARCHAND *et al.*, 1993), corrente interferencial (DIAS *et al.*, 2021), exercício; TENS + exercício (CHEING; HUI-CHAN; CHAN, 2002), estabilização rítmica; estabilização rítmica + TENS (KOFOTOLIS; VLACHOPOULOS; KELLIS, 2008), massagem terapêutica (SUNSHINE *et al.*, 1996) e terapia de neuromodulação percutânea (TOPUZ *et al.*, 2004). Já os grupos controles nos estudos com indivíduos saudáveis, aplicaram corrente interferencial (ADEDYOYIN *et al.*, 2009; ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; CRAMP *et al.*, 2000; JOHNSON; TABASAM, 1999, 2003; PALMER *et al.*, 2004; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019), corrente Aussie (RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019), crioterapia; crioterapia + TENS modulada; crioterapia + TENS alta frequência; repouso (MACEDO *et al.*, 2015), terapia com estimulação do potencial de ação (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001), terapia com estimulação do potencial de ação (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001), terapia de onda H (MCDOWELL *et al.*, 1999) e repouso (OLIVERI *et al.*, 1986). Vale destacar que houveram estudos que utilizaram apenas o termo “grupo controle”, mas a ação utilizada remeteu a um placebo, então foram incluídos no estudo (ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; JOHNSON *et al.*, 1991b; WALSH *et al.*, 1998).

Tabela 3: Parâmetros utilizados nos grupos de intervenção e placebo dos estudos incluídos com dor musculoesquelética crônica

1º Autor (Ano)	ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA - TENS												PLACEBO
	Frequência	Variação da Frequência (Hz)	Duração de pulso (µs)	Intensidade	Limiar	Variação da Intensidade (mA)	Tempo (min)	Número de canais	Tipo de eletrodos	Formato dos eletrodos	Tamanho eletrodos (cm)	Local de Aplicação	Aplicação
Aguilar Ferrándiz (2016)	Baixa	8	300	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	0,4 - 16	20	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Na lombar, o dispositivo seleciona um ponto com resistência mais representativa	Dispositivo idêntico e posicionado no paciente, mas sem estímulo elétrico
Cheing (1999)	Alta	80	140	Parestesia com 2-3 vezes o limiar sensorial	Sensorial	Dado insuficiente	60	2	Superfície	Dado insuficiente	16,5 x 3,2	Região lombossacra (L4-S2) para espinhal	Dispositivo idêntico, mas circuito interno havia sido desconectado
Cheing (2002)	Alta	80	140	Parestesia com 3-4 vezes o limiar sensorial	Sensorial	Dado insuficiente	60	2	Superfície	Dado insuficiente	4 x 4	Pontos de acupuntura: baço 9, estômago 35, extra 31, 32 e vesícula biliar 34	Circuito interno desconectado pelo fabricante para o estudo
Cheing (2003)	Alta	100	200	Forte, mas confortável	Sensorial	Dado insuficiente	20, 40 ou 60	2	Borracha	Dado insuficiente	2 x 3	Pontos de acupuntura: Extra 31, 32, St. 35, Gb. 34 e Sp. 9	Dispositivo desconectado sem fornecer estímulo elétrico
Dailey (2020)	Modulada	2-125	200	Maior estimulação tolerável	Dado insuficiente	38,8 ± 7,98 (lombar) e 38,7 ± 7,2 (cervical)	30	2	Dado insuficiente	Borboleta	Dado insuficiente	Junção cervicotorácica e região lombar	Dispositivo idêntico com corrente administrada por 45 seg, diminuiu para zero nos últimos 15 seg
Dias (2021)	G6 = Alta; G7 = Baixa	G6= 100; G7= 2	100	Dado insuficiente	G6 = Sensorial; G7 = Motor	Dado insuficiente	30	2	Silício-carbono	Dado insuficiente	9 x 5	Canal 1: 3 cm à direita do L3 e 3 cm à esquerda da L5; Canal 2: 3 cm à esquerda de L3 e outro 3 cm à direita de L5	G5 e G8 = mesmos procedimentos, mas intensidade zero

Ferreira (2017)	Modulada	4 e 100	100	Altas intensidades	Sensorial	Dado insuficiente	50	2	Adesivos	Circulares	3 (diâmetro)	Músculo masseter e no feixe do músculo temporal anterior	A corrente foi administrada por 40 seg, e foi reduzida gradativamente para zero
Gschiel (2010)	Modulada	Fase 1: 100; Fase 2: 2	Fase 1: 150; Fase 2: 200	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	30	1	Adesivos	Quadrado	5 x 5	O ânodo foi fixado na lacuna medial e o cátodo na lateral da articulação do joelho	Nenhum estímulo elétrico foi entregue
Kofotolis (2008)	Baixa	4	200	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	40-45	2	Borracha	Dado insuficiente	2 x 3	Fáscia toracolombalina e 10 cm proximal a esta, ao longo da linha média do músculo	Dispositivo idêntico com circuito interno desconectado pelo fabricante para o estudo
Langley (1984)	G1 = Alta; G2 = Modulada	G1= 100; G2= 2 de pulsos de onda quadrada com frequência de 100 Hz	G1 = 200; G2 = 70.000	Maior estimulação tolerável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	20	1	Superfície	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Proximais ao punho na superfície palmar	Chave oculta foi girada para nenhuma corrente atingir os eletrodos, mas na tela havia ondas de pulso aleatórias
Lauretti (2013)	Modulada	2 e 100	200	Alta e fixa	Dado insuficiente	60	20	2	Dado insuficiente	Borboleta	Dado insuficiente	Na região lombar: nível da L5; Cervical: Espaço entre o C7 e T1; sendo G1 = TENS ativa na região com maior dor e TENS placebo na região com menos dor; G2 = TENS ativa em ambas regiões	Dispositivo idêntico desconectado sem fornecer estímulo elétrico
Law (2004)a	G1 = Baixa; G2 = Alta; G3 = Modulada	G1= 2; G2= 100; G3= 2/100;	G1= 576; G2= 200; G3= 576 e 200	Forte, mas confortável com parestesia e contrações leves	Motor	25 a 35	40	1	Borracha	Dado insuficiente	4,5 x 3,8 cm ²	Pontos de acupuntura: ST35, LE4, SP9 e GB34	Dispositivo idêntico com luz indicadora, mas sem fornecer

estímulo elétrico

Law (2004)b	Alta	100	200	Confortável	Dado insuficiente	25 a 35	40	2	Borracha	Dado insuficiente	4,5 x 3,8 cm ²	Pontos de acupuntura: ST35, LE4, SP9 e GB34	Dispositivo idêntico com luz indicadora, mas sem fornecer estímulo elétrico
Marchand (1993)	Alta	100	125	Parestesia clara, mas sem dor	Motor	Dado insuficiente	30	2	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dermátomo para produzir parestesia na área de dor	Dispositivo idêntico com luz indicadora, mas sem fornecer estímulo elétrico
Maayah (2010)	Baixa	4 - 8	Dado insuficiente	Forte, mas confortável e tolerável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	60	1	Polímero de silicone	Não menciona	Não menciona	Variou de acordo com as áreas doloridas	Dispositivo com luz indicadora, mas o contato do fio foi quebrado para não fornecer estímulo elétrico
Sahin (2011)	G1 = Alta; G2 = Baixa; G3 = Modulada	G1= 100; G2= 4; G3= 2 e 100	G1= 40; G2= 250; G3= 40	G1 = Leve parestesia sem contração; G2 = alta com contração muscular; G3 = alta com contração muscular e estímulos consecutivos	G1 = Sensorial; G2 = Motor; G3 = Motor	Dado insuficiente	30	4	Multiuso de gel hidrofílico e emplastos	Não menciona	Dado insuficiente	Pontos-gatilho bilateralmente	A corrente foi administrada até que o paciente sentisse, logo após, a corrente foi interrompida
Shimojii (2007)	G1 = Alta; G2 = Baixa	G1 = 122; G2 = 16	G1 = dado insuficiente; G2 = 200000	Forte, mas tolerável	Sensorial	G1 = 17,8 ± 9,4; G2 = 7,1 ± 3,6	60	1	Autoadesivos de borracha	Retangular	5,5 × 10	Pele das costas, afastados aproximadamente	Dispositivo conectado, mas sem fornecer

									impregnada de carbono			e 10 cm da coluna vertebral	estímulo elétrico
Shimoura (2019)	Modulada	1 a 250	60	Forte, mas confortável, abaixo do limiar visível do motor	Sensorial	Dado insuficiente	30	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Sob a patela do joelho sintomático, com o joelho flexionado a 90°	Aumento da intensidade no dispositivo desconectado
Sunshine (1996)	Baixa	0,5-320	Dado insuficiente	Baixa, sem contração muscular	Sensorial	Dado insuficiente	30	Dado insuficiente	Superfície	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dispositivo não foi ligado
Topuz (2004)	G1 = Alta; G2 = Baixa	G1 = 80; G2 = 4	G1 e G2 = 100	G1 = Percepção de parestesia; G2 = Máximo tolerável, sem contrações musculares	G1 = Motor; G2 = Sensorial	Dado insuficiente	20	2	Borracha de carbono	Quadrado	2 x 2	Bilateralmente em um padrão dermatomo padrão sobre a região lombar mais dolorida	Dispositivo conectado, mas sem fornecer estímulo elétrico
Vance (2012)	G1 = Alta; G2 = Baixa	G1 = 100; G2 = 4	G1 e G2 = 100	G1 e G2 = Alta, abaixo do limiar motor	Sensorial	G1 = 27,4; G2 = 24,1; G3 = 24,5	20	2	Autoadesivos	Dado insuficiente	5 x 5	Dois eletrodos foram colocados acima do joelho e dois abaixo do joelho	Corrente foi administrada nos primeiros 30 seg e depois reduziu para zero ao longo de 15 seg.
Wang (2007)	Modulada	2 e 100	5.000 e 700	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	18	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Caneta	Dado insuficiente	Pontos de acupuntura: EX-HN5 bilateral, GB 20, LI 4	Dispositivo idêntico com luz indicadora, mas sem fornecer estímulo elétrico

Legenda: G1...G8 = Grupo 1...Grupo 8; Hz = hertz; μ s = microssegundo; mA = miliampere; seg = segundos; cm = centímetro; KHz = quilohertz; FMA = frequência modulada por amplitude; Δ F = delta de frequência; I = Intensidade

Tabela 4: Parâmetros utilizados nos grupos de intervenção e placebo dos estudos incluídos com dor induzida em indivíduos saudáveis

1º Autor (Ano)	ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA - TENS											PLACEBO	
	Frequência	Variação da Frequência (Hz)	Duração de pulso (µs)	Intensidade	Limiar	Variação da Intensidade (mA)	Tempo (min)	Número de canais	Tipo de eletrodos	Formato dos eletrodos	Tamanho eletrodos (cm)	Local de Aplicação	Aplicação
Adedoyin (2009)	Alta	100	200	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	20	2	Borracha	Dado insuficiente	6 x 8	Eletródos distais: faces medial e lateral do antebraço 5 cm proximal à prega do punho; eletródos proximais: 3cm acima dos eletródos distais	Dispositivo idêntico ligado, mas sem estimulação.
Agripino (2016)	Alta	100	100	De leve a forte sensação de parestesia	Sensorial	Dado insuficiente	30	1	Autoadesivos de silicone	Dado insuficiente	3 x 4	Face medial do antebraço na altura da prega distal do punho e 10 cm proximal à mesma	Dispositivo idêntico com corrente administrada por 30 seg, e diminuída gradativamente para zero nos próximos 15 seg.
Alves-Guerreiro (2001)	Alta	150	125	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	15	2	Autoadesivos	Quadrado	5 x 5	10 cm de distância diretamente sobre o curso do nervo mediano direito	Eletródos fixados, mas sem estimulação.
Cheing (2009)	Baixa	4	200	Forte, mas confortável com contração muscular	Motor	Dado insuficiente	30	1	Borracha de silicone	Não menciona	3,5 x 5	G1 = ponto de acupuntura LI 11 do cotovelo direito; G2 = borda lateral do antebraço direito no nervo radial superficial no dermatomo C6	Dispositivo idêntico ligado, mas sem estimulação.

Chen (2015)	Alta ou Baixa	G3, G5 = 80; G4, G6 = 3	G3, G4, G5, G6 = 200	G3, G4, G5, G6 = Forte, mas tolerável	Dado insuficiente	G3 = 0,55 ± 0,07; G4 = 0,75 ± 0,15; G5 = 0,60 ± 0,12; G6 = 0,60 ± 0,12	30	Dado insuficiente	Almofada padrão	Dado insuficiente	G3, G4 = 5 x 10; G5, G6 = 5 x 2,5	Antebraço próximo ao epicôndilo lateral	Dispositivo sem estimulação, e foram informados que a TENS estava ativada.
Chesterton (2002)	Alta ou Baixa	G1 = 4; G2 = 4; G3 = 4; G4 = 110; G5 = 110; G6 = 110	200	G1, G2, G3 = Máximo tolerável com contração muscular; G4, G5, G6 = Forte, mas confortável	G1, G2, G3 = Motor; G4, G5, G6 = Sensorial	Dado insuficiente	30	2	Borracha de carbono autoadesivos	Dado insuficiente	5 x 5	G1 = nervo radial + nervo peroneal (GB34); G2 = nervo radial; G3 = GB34; G4 = GB34; G5 = nervo radial; G6 = nervo radial + GB34	Dispositivo ligado com bateria invertida para exibir a luz e intensidade aumentada, mas sem fluxo de corrente.
Chesterton (2003)	Alta ou Baixa	G1 = 4; G2 = 4; G3 = 4; G4 = 110; G5 = 110; G6 = 110	200	G1, G2, G3 = Forte, mas confortável; G4, G5, G6 = Muito forte, desconfortável, mas sem dor	G1-G6 = Motor	Dado insuficiente	30	2	Borracha de carbono autoadesivos	Dado insuficiente	5 x 5	G1 = nervo radial; G2 = nervo peroneal (GB34); G3 = nervo radial + GB34; G4 = nervo radial; G5 = GB34; G6 = nervo radial + GB34	Dispositivo ligado com bateria invertida para exibir a luz e intensidade aumentada, mas sem fluxo de corrente.
Claydon (2008)	Alta e Baixa	G1 = seg: 110, extra: 4; G2 = seg: 4, extra: 110; G3 = seg: 110, extra: 4; G4 = seg: 4, extra: 110; G5 = seg: 110, extra: 4; G6 = seg: 4, extra: 110	Fixa	G1 = seg: baixa, extra: alta; G2 = seg: alta, extra: baixa; G3 = seg: alta, extra: baixa; G4 = seg: baixa, extra: alta; G5 = seg: baixa, extra: baixa; G6 = seg: alta, extra: alta	Intensidade baixa: Sensorial; Intensidade alta: Motor	G1 = seg: 11,1, extra: 30,2; G2 = seg: 28,0, extra: 18,5; G3 = seg: 14,4, extra: 24,9; G4 = seg: 15,6, extra: 17,9; G5 = seg: 11,1, extra: 27,4; G6 = seg: 27,2, extra: 21,9	30	2	Borracha de carbono autoadesivos	Dado insuficiente	5 x 5	Segmentar: curso do nervo radial superficial no antebraço ipsilateral; Extrassegmentar: borda lateral da perna na depressão anterior e inferior à cabeça da fíbula	Eletrodos aplicados e foram informados de que para algumas formas de TENS, a estimulação é "sub-limiar", e pode não ser perceptível.

Claydon (2013)	Modulada	4 e 110	150	G1 (seg), G2 (extra), G3 (seg e extra) = baixa, forte, mas confortável; G4 (seg), G5 (extra), G6 (seg e extra) = alta, muito forte, desconfortável, mas sem dor	G1, G2, G3 = sensorial; G4, G5, G6 = motor	G1 = 14,8; G2 = 17,1; G3 = seg: 13,0, extra: 17,3; G4 = 18,4; G5 = 22,4; G6 = seg: 16,6, extra: 22,5	30	2	Borracha de carbono autoadesivos	Dado insuficiente	5 × 5	Segmentar: curso do nervo radial superficial no antebraço ipsilateral; Extrassegmentar: borda lateral da perna na depressão anterior e inferior à cabeça da fíbula	Eletrodos aplicados e foram informados de que para algumas formas de TENS, a estimulação é "sub-limiar", e pode não ser perceptível.
Cowan (2009)	Alta	100	52-55 (máximo de 400µs)	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	G1 = 31,4 ± 1,8; G2 = 32,9 ± 1,4	30	1	Eletrodo de luva: material condutor não especificado; Eletrodo padrão: autoadesivo	Luva; Retangular	50 × 90 mm (eletrodo padrão)	G1 = eletrodo luva na mão e o eletrodo padrão na face lateral do antebraço, 10 cm proximal à prega distal do punho; G2 = eletrodo padrão no nível da prega distal do punho e na face lateral	Dispositivo ligado forneceu estímulo por 42 seg, logo após, intensidade foi reduzida para zero.
Craig (1996)	Alta ou Baixa	G1 = 110; G2 = 4	G1, G2 = 200	G1, G2 = Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	20	1	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Junção musculotendínea do bíceps braquial e 10 cm proximal a este ao longo da linha média do músculo	Dispositivo ligado, mas sem estimulação.
Cramp (2000)	Alta ou Baixa	G2 = 5; G3 = 100; G4 = 200	G2 - G4 = 125	G2 - G4 = Forte, mas confortável	Sensorial	Dado insuficiente	15	1	Borracha de carbono	Dado insuficiente	3,5 × 5	Diretamente sobre o curso do nervo sural no tornozelo; o eletrodo distal foi posicionado 1cm proximal ao eletrodo de estimulação da barra RIII	Eletrodos fixados, mas sem estimulação.

Foster (1996) 1	Alta ou Baixa	G1 = 110; G2 = 4	200	G1, G2 = Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	35	2	Borracha de carbono com almofadas de hidrogel	Dado insuficiente	3,5 x 5	Superfície ventral do antebraço, ao longo do trajeto do nervo mediano	Dispositivo idêntico ligado com eletrodos fixados, mas em condutores desativados
Foster (1996) 2	Alta ou Baixa	G1= 110; G2= 110; G3= 4; G4= 4	G1= 200; G2= 50; G3= 50; G4= 200	G1, G2 = Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	30	2	Borracha de carbono com almofadas de hidrogel	Dado insuficiente	3,5 x 5	Lateralmente aos processos espinhosos ipsilaterais de C5 e C6, e sobre o ponto Erb ipsilateral no pescoço	Dispositivo idêntico ligado com eletrodos fixados, mas em condutores desativados
Francis (2011)a	Alta	G1, G2 = 100	G1, G2 = 200	G1 = contração muscular forte e não dolorosa; G2 = forte e não dolorosa sem contração	G1 = Motor; G2 = Sensorial	Dado insuficiente	30	2	Autoadesivos	Dado insuficiente	5 x 5	Ventre muscular do flexor profundo dos dedos no braço dominante	Dispositivo idêntico ligado, mas sem estimulação.
Francis (2011)b	Alta	G1, G2 = 100	G1, G2 = 200	G1 = contração muscular forte e não dolorosa; G2 = forte e não dolorosa sem contração	G1 = Motor; G2 = Sensorial	Dado insuficiente	30	2	Dado insuficiente	Dado insuficiente	5 x 5	Extremidade dos músculos flexores do punho incluindo o flexor profundo dos dedos no braço dominante	Dispositivo idêntico ligado, mas sem estimulação.
Johnson (1989)	Alta ou Baixa	G1= 10; G2= 20; G3= 40; G4= 80; G5= 160	G1-G5 = 200	G1-G5 = Forte, mas confortável	Dado insuficiente	G1= 5,37±1,03; G2= 5,71±2,75; G3= 4,87±1,46; G4= 5,00±2,52; G5= 4,62±1,60	50	1	Descartáveis	Dado insuficiente	2 x 2	1 cm de distância na superfície ventral do braço sobreposto ao nervo mediano, 3 cm acima da primeira prega do punho	Dispositivo idêntico ligado, mas sem estimulação.

Johnson (1991)a	Alta	G1, G2, G3 = 110	Dado insuficiente	G1-G3 = Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	15	1	Circular de Ag/AgCl; Borracha de carbono autoadesivo	Circular e não especifica o outro tipo	Circular: 20 mm; Autoadesivo: 6 mm ²	Eletrodo Circular: colocado no ponto auricular, sendo G1=autônomo, G2=pulso, G3=rosto; Eletrodo Autoadesivo: superfície medial subjacente	Eletrodos fixados, mas sem estimulação. Foram informados que o dispositivo da TENS estava inativo
Johnson (1991)b	Alta ou Alternada	G1, G2, G4, G5 = 80; G3 = 14-188	G1-G5 = 200	G1-G5 = Forte, mas confortável	Dado insuficiente	G1 = 5,15±1,66; G2 = 18,71±9,67; G3 = 6,66±5,59; G4 = 5,94±4,01; G5 = 4,76±3,00	50	1	Descartável	Dado insuficiente	2	1 cm de distância na superfície ventral do braço sobreposto ao nervo mediano, 3 cm acima da primeira mandíbula do punho	Utilizou o grupo placebo do estudo Johnson (1989)
Johnson (1999)	Alta	100	Dado insuficiente	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	8 a 15	20	1	Autoadesivos	Dado insuficiente	2 x 4,5cm ²	Superfície anterior do antebraço	Dispositivo idêntico ligado com feedback visual, mas sem estimulação.
Johnson (2003)	Alta	100	200	Forte, mas confortável	Sensorial	11,3±2,7	22	2	Dado insuficiente	Dado insuficiente	4,5 cm ²	Canal A: superfície anterior do antebraço 5 cm proximal à primeira prega do punho; Canal B: superfície posterior do antebraço abaixo do eletrodo distal para o canal A; Eletrodos proximais: acima do manguito.	O circuito não ofertava saída de corrente do dispositivo CI ou TENS

Lazarou (2009)	Baixa	2	250	G1= Alta, tolerância sem dor; G2 = Baixa, forte, mas confortável	Dado insuficiente	G1 = 33,5; G2 = 14,2	30	2	Borracha de carbono autoadesivos	Dado insuficiente	50 mm ²	Um eletrodo foi posicionado na face anterior do antebraço próximo a 1 cm da primeira prega do punho, e 5 cm acima foi fixado outro eletrodo	Dispositivo TENS permaneceu desligado
Liebano (2011)	Alta ou Baixa	G1 = 100; G2 = 4	100	Intensidade máxima tolerável	Sensorial	G1 = 30,64 ± 1,59; G2 = 25,79 ± 1,29	20	1	Autoadesivos	quadrados	5 × 5	1cm proximal à prega do cotovelo e 1cm proximal à a prega do punho no dorso do membro superior não dominante	Dispositivo idêntico com corrente administrada por 30 seg, e diminuída gradativamente nos próximos 15 seg.
Macedo (2015)	Alta e Modulada	G1 = 100; G2 = 100 modulada por burst a 4	G1 = 100; G2 = 200	Dado insuficiente	G1 = Sensorial; G2 = Motor	Dado insuficiente	25	Dado insuficiente	Autoadesivos	Dado insuficiente	5 × 5	Um eletrodo foi fixado no epicôndilo lateral e o outro no epicôndilo medial do úmero	Dispositivo ligado com zero amplitude
McDowell (1999)	Alta	110	200	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	30	1	Autoadesivos	Dado insuficiente	3,2	1cm de distância e 3cm proximal ao ponto proximal de registro do limiar de dor	Placebo TENS e Placebo HWT: ambos com eletrodos aplicados, mas sem estimulação
Montenegro (2010)	Baixa	10	1	Contração muscular visível	Motor	Dado insuficiente	20	2	Borracha siliconada impregnada de carbono	Dado insuficiente	15 cm ²	Pontos de acupuntura: TA5 e CS6	Foi conectado dois eletrodos posicionados no ombro não dominante no primeiro canal, mas foi ligado no aparelho o segundo canal.

Moran (2011)	Alta	80	60-100 (máximo de 400µs)	G1 = nível máximo abaixo do limiar da dor; G2 = limiar sensorial; G3 = abaixo do limiar sensorial	G1 = dado insuficiente; G2, G3 = sensorial	G1 = 39,13 ± 1,27; G2 = 22,46 ± 0,84; G3 = 11,49 ± 0,74	30	1	Autoadesivos	Dado insuficiente	50 x 50 mm	Face lateral do antebraço, sendo Eletrodo distal: 1 cm proximal à borda proximal da caixa de rapé anatômica, proximal: distância de 3 cm do eletrodo distal	G4 = Dispositivo não forneceu corrente; G5 = Dispositivo forneceu estímulo por 42 seg, logo após, intensidade foi reduzida para zero.
Moya (2013)	Alta	100	200	Tolerância do indivíduo	Dado insuficiente	Dado insuficiente	30	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Dado insuficiente	Os eletrodos foram fixados, mas a intensidade estava em 0mA.
Oliveri (1986)	Baixa	1	1000	Forte, mas tolerável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	10	Dado insuficiente	Eletrodo de lápis	Dado insuficiente	2 mm de diâmetro	Quatro pontos na orelha: punho, shen-men, pulmão e derme	Pontos que supostamente não estão relacionados à analgesia no punho: olho, face, língua e mandíbula
Palmer (2004)	Alta ou Baixa	G4 = 5 ; G5 = 100	Dado insuficiente	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	23	1	Borracha de carbono	Dado insuficiente	4 × 6	Um eletrodo posicionado distalmente à dobra do cotovelo e o outro proximal à dobra do punho na linha média da face anterior do antebraço	Dispositivo ligado com intensidade até limiar sensorial, logo após, foi reduzida até a sensação relatada ter desaparecido.
Pantaleão (2011)	Alta	100	0 a 400	Forte, mas confortável	Sensorial	G1 = 31,37 ± 1,49; G2 = 30,19 ± 1,54 à 35,51 ± 1,09	40	1	Autoadesivos	Retangular	50 x 90mm	Face lateral do antebraço no nível da prega distal do punho e na face lateral do antebraço, 10 cm proximal à prega distal do punho	Dispositivo ligado forneceu estímulo por 42 seg, logo após, intensidade foi reduzida para zero.

Rakel (2010)	Alta	100	100	Forte, mas confortável	Variado entre os grupos: sensorial e motor	17-25	20	1	Autoadesivos	Quadrados	2 polegadas	Face posterior do antebraço não dominante: um distal ao cotovelo e o outro acima da prega do punho	G2 = Dispositivo com corrente administrada por 30 seg, e diminuída gradativamente para zero nos próximos 15 seg; G3 = Dispositivo ligado, mas sem fornecer estímulo
Rampazo da Silva (2019)	Alta	100	250	Forte, mas confortável	Motor	Dado insuficiente	30	1	Autoadesivos	Quadrados	5 x 5	Um eletrodo posicionado no antebraço na dobra do cotovelo próximo ao epicôndilo lateral e o outro à 3 cm da extremidade do primeiro eletrodo na linha reta	Eletrodos fixados, mas sem estimulação ofertada
Rodrigues (2010)	Alta ou Baixa	G1 = 100; G2 = 10	1	Dado insuficiente	G1= Sensorial; G2 = Motor	Dado insuficiente	20	Dado insuficiente	Borracha	Dado insuficiente	15 x 15	15 cm da prega do punho na pele, na face interna e na externa do antebraço da mão testada	Dispositivo ligado, mas o canal dos eletrodos estava inativo
Takiguchi (2019)	Modulada	1 a 120	100	Dado insuficiente	Sensorial	G1 = 35,35±5,65; G2 = 31,89±3,86	30	1	Autoadesivos	Retangular	5 x 9	G1 = local homólogo contralateral à estimulação para o nervo sural superficial direito (nível espinhal S1); G2 = nervo femoral superficial direito (nível espinhal L2-L4)	Eletrodos como G2, mas entregou corrente no nível de estimulação do limiar sensorial por 30 s e, em seguida, gradualmente diminuiu para nenhuma corrente nos próximos 30 s

Walsh (1995)	Alta ou Baixa	G1 = 110; G2 = 4	G1, G2 = 287	Forte, mas confortável	G1 = Sensorial; G2 = Motor	Dado insuficiente	12	Dado insuficiente	Autoadesivos	Dado insuficiente	2 polegadas	Sobre o ponto de Erb e apenas lateralmente às espinhas vertebrais C6 e C7 no lado não dominante	Dispositivo ligado e eletrodos posicionados como os grupos TENS, mas os cabos foram conectados a uma tomada não ativa.
Walsh (1998)	Alta ou Baixa	G1 = 110; G2 = 110; G3 = 4; G4 = 4	G1 = 200; G2 = 50; G3 = 50; G4 = 200	Forte, mas confortável	Dado insuficiente	Dado insuficiente	15	1	Carbono	Dado insuficiente	3,5 x 5	Ao longo do curso do nervo radial superficial no antebraço dominante	Os eletrodos foram fixados, mas sem estimulação

Legenda: G1...G8 = Grupo1...Grupo8; Hz = hertz; Seg = segmentar; Extra = extrassegmentar; μ s = microssegundo; mA = miliampere; seg = segundos; cm = centímetros; mm = milímetros; KHz = quilohertz; CI = corrente interferencial

5.4 Parâmetros da TENS

Em relação aos estudos que envolveram indivíduos com dor musculoesquelética crônica, foi observado a variação nos parâmetros entre os protocolos, tendo frequência da TENS entre 1 e 250 Hz. A duração de pulso variou entre 40 e 300 μ s. As intensidades também foram mencionadas de forma diversificada, mas com maior apresentação de alta intensidade confortável com limiar sensorial. O tempo de aplicação da corrente elétrica variou de 18 a 60 minutos (ver tabela 3).

Foi observada variação de frequência da TENS entre 2 e 160 Hz em estudos que envolveram dor induzida em indivíduos saudáveis. Houve aplicação entre 50 e 250 μ s de duração de pulso, e uso de baixa e alta intensidade, sendo notado o uso frequente de intensidade forte, mas confortável. O tempo destinado para a estimulação variou entre 10 e 50 minutos nos diferentes estudos (ver tabela 4).

Os parâmetros aplicados foram heterogêneos, como pode ser visualizado nas tabelas 3 e 4. Além disso, podem ser encontradas as informações sobre os eletrodos utilizados, como o número de canais, tipo, formato, tamanho e local de aplicação dos mesmos durante a eletroestimulação. Assim como o parâmetro utilizado para o grupo placebo.

5.5 Instrumentos de avaliação

Os dados coletados foram sintetizados da seguinte maneira: desfechos, instrumentos de avaliação, resumo dos resultados e conclusão de cada estudo incluído com dor musculoesquelética crônica na tabela 5 e com dor induzida em sujeitos saudáveis na tabela 6.

Podemos visualizar na tabela 5 que 16 estudos utilizaram escala visual analógica (EVA) (CHEING *et al.*, 2003; CHEING; HUI-CHAN, 1999; CHEING; HUI-CHAN; CHAN, 2002; FERRÁNDIZ *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 2017; GSCHIEL *et al.*, 2010; LANGLEY *et al.*, 1984; LAURETTI; CHUBACI; MATTOS, 2013; LAW; CHEING, 2004a; LAW; CHEING; TSUI, 2004b; MARCHAND *et al.*, 1993; SAHIN; ALBAYRAK; UGURLU, 2011; SHIMOURA *et al.*, 2019; TOPUZ *et al.*, 2004; VANCE *et al.*, 2012), três usaram a escala numérica (DAILEY *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2021; SHIMOJI *et al.*, 2007), dois utilizaram diário de dor (MAAYAH; AL-JARRAH, 2010; WANG; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN, 2007), um usou a escala verbal de dor de Borg (KOFOTOLIS; VLACHOPOULOS; KELLIS,

2008) e outro através de um formulário de autoavaliação (MAAYAH; AL-JARRAH, 2010) avaliaram a intensidade da dor, cinco utilizaram algômetro (DIAS *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2017; LANGLEY *et al.*, 1984; SUNSHINE *et al.*, 1996; VANCE *et al.*, 2012) para analisar a hiperalgesia e apenas um (VANCE *et al.*, 2012) analisou somação temporal de calor com dispositivo controlado para gerar estímulo de calor tônico. Já na tabela 6, 11 estudos mediram a intensidade de dor através da EVA (CRAIG *et al.*, 1996; CRAMP *et al.*, 2000; FOSTER *et al.*, 1996; JOHNSON; TABASAM, 1999, 2003; MONTENEGRO *et al.*, 2010; RAKEL *et al.*, 2010; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2010; TAKIGUCHI; SHOMOTO, 2019; WALSH *et al.*, 1995) e dois por escala numérica (AGRIPINO *et al.*, 2016; LIEBANO *et al.*, 2011). A hiperalgesia foi analisada em 20 estudos com uso do algômetro (AGRIPINO *et al.*, 2016; ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; CHEING; CHAN, 2009; CHEN *et al.*, 2015; CHESTERTON *et al.*, 2002, 2003; CLAYDON *et al.*, 2008, 2013; COWAN *et al.*, 2009; CRAIG *et al.*, 1996; LAZAROU *et al.*, 2009; LIEBANO *et al.*, 2011; MACEDO *et al.*, 2015; MCDOWELL *et al.*, 1999; MORAN *et al.*, 2011; MOYA; ROSALES; FLORES, 2013; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAKEL *et al.*, 2010; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019; WALSH *et al.*, 1998) e 10 estudos utilizaram o tempo de imersão para verificar a tolerância (ADEDYIN *et al.*, 2009; FOSTER *et al.*, 1996; FRANCIS; MARCHANT; JOHNSON, 2011a, 2011b; JOHNSON *et al.*, 1989, 1991b, 1991a; MONTENEGRO *et al.*, 2010; OLIVERI *et al.*, 1986; RODRIGUES *et al.*, 2010). A somação temporal foi analisada em dois estudos com dispositivo customizado que incorpora um transdutor de pressão (LIEBANO *et al.*, 2011; RAKEL *et al.*, 2010).

Vale destacar que consideramos a avaliação do limiar de dor com uso do algômetro nos estudos com dor experimental aguda e classificamos como hiperalgesia segmentar (quando o algômetro foi aplicado na região da aplicação do estímulo doloroso e dos eletrodos da TENS) e hiperalgesia extrassegmentar (quando o algômetro foi aplicado em região adjacente ao estímulo doloroso e eletrodos da TENS).

Tabela 5: Desfechos de avaliação e resumo dos resultados e conclusão dos estudos incluídos com dor musculoesquelética crônica

1º Autor (Ano)	Desfechos	Mensuração da Dor	Outros Instrumentos utilizados	Resultados	Conclusão
Aguilar Ferrández (2016)	Intensidade da dor; Comportamento da dor; Funcionamento; Sensibilização central; Catastrofização da dor; Percepção da doença; Cinesiofobia	EVA; teste de subir escadas de um minuto	QBPDs; CSI; PCS; IPQ-R; TSK	Houve discreta redução da intensidade e comportamento da dor em ambos grupos. As demais variáveis analisadas não apresentaram diferença entre grupos.	O grupo TENS não apresentou melhores resultados comparado com placebo na análise dos desfechos utilizados.
Cheing (1999)	Intensidade da dor; Mensuração objetiva da dor através do reflexo de flexão	EVA; Atividade eletromiográfica dos flexores dos membros inferiores pela estimulação elétrica do nervo sural ou de seu campo receptivo distal	Não se aplica	Houve redução da intensidade da dor no G1 comparado com G2. Não foi observado diminuição da dor durante reflexo de flexão e na área reflexa de flexão durante e após estimulação em ambos grupos.	Houve analgesia através da TENS na dor lombar crônica durante a estimulação e após uma hora de interrupção da corrente. Mas sem efeito demonstrado na área reflexa de flexão desses indivíduos.
Cheing (2002)	Intensidade da dor	EVA	Não se aplica	Houve redução da intensidade da dor no G1 e G3, mas não no G2 e G4. Esse efeito foi mantido no G1 e G3 durante o acompanhamento.	No primeiro dia de estimulação houve diminuição da dor no G1 e G3, mas durante o acompanhamento não houve diferença entre todos os grupos.
Cheing (2003)	Intensidade da dor	EVA	Não se aplica	A dor foi reduzida em todos os grupos, mas os grupos de TENS com 40 e 60min apresentaram maior tempo de analgesia pós-estimulação.	TENS durante 40 e 60 min apresentaram maior redução da intensidade da dor e prolongamento do efeito pós-estimulação em pessoas com osteoartrite de joelho.

Dailey (2020)	Intensidade da dor; Interferência da dor; Fadiga; Função; Impacto da doença; Qualidade de vida; Medo do movimento e outros fatores psicológicos	NRS; BPI; Dor evocada por movimento durante TC6 e teste de sentar-levantar 5 vezes	Fadiga em repouso e em movimento: NRS antes e durante TC6 e teste de sentar-levantar 5 vezes e com MAF; Atividade física registrada por acelerometria e IPAQ versão abreviada; TSK; PCS; PSEQ; PROMIS; FIQ; SF-36	Em 4 semanas, TENS com frequência modulada apresentou redução da dor em repouso, durante TC6m, na intensidade e interferência da dor e fadiga evocada por movimento. Não houve diferença entre grupos após 1 mês.	The application of TENS showed improvement in pain evoked by movement and other clinical variables in women with fibromyalgia.
Dias (2021)	Intensidade da dor; Limiar de dor por pressão	NPRS; Questionário de Dor de McGill; Algômetro de pressão	Não se aplica	Houve redução da intensidade da dor entre os grupos, e apenas G2, G3, G6 e G7 apresentaram aumento do limiar de dor nos quatro pontos na lombar.	TENS e CI apresentaram efeitos analgésicos imediatos para lombalgia crônica.
Ferreira (2017)	Intensidade da dor; Limiar de dor por pressão; Atividade eletromiográfica	EVA; Algômetro de pressão	Eletromiografia	G1 apresentou diminuição da intensidade da dor, aumento do limiar de dor por pressão nos músculos analisados quando comparado ao G2. Além disso, houve elevação da atividade EMG do masseter e temporal anterior no G1.	Na disfunção temporomandibular, a TENS mostrou seus efeitos a curto prazo comparado ao placebo na sensibilidade e intensidade da dor relatada e melhora da atividade EMG da região mastigatória.
Gschiel (2010)	Intensidade da dor; Função; Qualidade de vida	EVA; WOMAC	Lysholm Knee Scoring Scale; SF-36	Durante o estímulo, houve redução da intensidade da dor no G1 comparado ao G2, mas esse efeito não foi visualizado após finalização do tratamento. A função aumentou até duas semanas após a terapia. Não houve diferença entre os grupos na qualidade de vida.	Os parâmetros utilizados durante a terapia proporcionaram alívio da dor no grupo TENS ativo para osteoartrite de joelho.
Kofotolis (2008)	Intensidade da dor; Função; Amplitude de movimento; Resistência à flexão dinâmica	Escala Verbal de Dor de Borg	Questionário de atividade física; ODI; Técnica flexicurva; Teste de flexão	G2 obteve redução da intensidade da dor e comprometimento funcional, e melhora da amplitude de movimento do tronco, resistência estática e dinâmica comparado aos outros grupos. G3 também apresentou bons resultados quando comparado com G1 e G4.	A TENS apresentou analgesia quando comparada ao placebo, mas tendo sua eficácia reduzida ao comparar com a combinação da estabilização rítmica e TENS, e sem efeito ao comparar apenas com a estabilização rítmica.

Langley (1984)	Intensidade da dor; Sensibilidade nas articulações; Força de preensão; Dor durante a preensão.	EVA; Dolorímetro de pressão	Força de preensão de forma eletrônica (watts e joules)	Não houve diferença entre grupos para intensidade da dor em repouso, dor de preensão e sensibilidade articular.	O estudo não apresenta resultados analgésicos da TENS alta frequência ou semelhante à acupuntura para o tratamento da artrite reumatoide.
Lauretti (2013)	Intensidade da dor; Qualidade do sono e fadiga	EVA	Definição de melhora ou piora comparando há 7 dias	Os grupos G1 e G2 com TENS ativa retrataram redução da dor após o terceiro dia de estimulação, ao contrário do placebo que não relatou alívio. Houve melhora da fadiga e qualidade do sono nos G1 e G2.	As aplicações das TENS ativas apresentaram melhores resultados em relação ao placebo, mas o G2 com os dois eletrodos ativos na região cervical e lombar obteve maior alívio da dor.
Law (2004)a	Intensidade da dor; Amplitude de movimento; Funcionalidade	EVA	Goniômetro; TUG	Após 10 dias de estimulação, os grupos G1, G2, G3, mas não G4, apresentaram redução da intensidade da dor, tempo de TUG e aumento da amplitude máxima passiva do joelho.	O efeito analgésico foi observado por meio dos três parâmetros ativos da TENS usados na osteoartrite do joelho, permanecendo o efeito por até 2 semanas de acompanhamento e sem diferença entre os grupos.
Law (2004)b	Intensidade da dor; Amplitude de movimento; Funcionalidade	EVA	Goniômetro; TUG	O G1 apresentou melhora da amplitude de movimento do joelho limitada pela dor e sua amplitude máxima até 2 semanas de seguimento quando comparado ao G2. Não houve diferença significativa entre os grupos no nível funcional.	A TENS de alta frequência proporcionou melhora física, mas não houve efeito no desempenho hipalgésico e funcional.
Marchand (1993)	Intensidade da dor	EVA	Não se aplica	Em curto prazo, o uso da TENS contribuiu para redução da intensidade da dor comparado com placebo. E a longo prazo após 3 e 6 meses, foi encontrado efeito hipalgésico no G1 e G2, e sem alteração no G3.	O grupo TENS ativa obteve maior redução da dor do que o placebo e controle em resultado a curto prazo para dor lombar. Já a longo prazo, não foi visualizado diferença significativa entre grupos.
Maayah (2010)	Limiar de dor; Dor semanal geral, distúrbios do sono e resposta imediata ao tratamento; Ingestão diária de drogas	Aparelho myometer; Formulário de autoavaliação; Nível de dor diário	Diário de ingestão	Após a única sessão realizada, foi obtida redução do nível da dor.	Uma única aplicação intensa da TENS contribuiu na analgesia de dores no pescoço devido a distúrbios musculoesqueléticos.

Sahin (2011)	Intensidade da dor; Dor corporal	EVA; Subescala de dor corporal do SF-36	Não se aplica	Não houve diferença na intensidade da dor em repouso, em movimento e na subescala de dor corporal do estado funcional entre os quatro grupos.	Esse estudo apresentou que nenhum parâmetro da TENS utilizado foi superior ao placebo.
Shimojii (2007)	Intensidade da dor	NRS	Não se aplica	Apresentou redução imediata da intensidade da dor com aplicação única.	Efeito analgésico obtido em uma aplicação, principalmente, observada no grupo TENS BWM.
Shimoura (2019)	Dor e Funcionalidade; Força extensora do joelho; Teste de risco de síndrome locomotiva.	EVA; Medida de osteoartrite do joelho japonês (JKOM)	Radiografia; Teste de subida de escada 11 degraus; TUG; TC6; dinamômetro portátil para força extensora; teste de risco de síndrome (teste de 2 etapas, o teste de pé e avaliação de risco de 25 questões)	O grupo TENS reduziu a intensidade da dor durante o movimento e distância percorrida comparado com placebo.	A TENS melhora a funcionalidade na distância percorrida com redução da dor para pessoas com osteoartrite do joelho.
Sunshine (1996)	Limiar de dor; Sono, dor e funcionamento diário; Ansiedade; Estresse; Depressão	Algômetro; Entrevista sobre dor, sono e funcionamento diário	STAI; POMS; Stress hormone levels (salivary cortisol); CES-D	G1 e G2 apresentaram melhora na dor, rigidez, fadiga e qualidade de sono. Nenhuma diferença observada em G3.	O grupo que aplicou massagem terapêutica obteve melhores resultados nas variáveis analisadas quando comparada com TENS baixa frequência e placebo para pessoas com fibromialgia.
Topuz (2004)	Intensidade da dor; Incapacidade funcional; Qualidade de vida; Depressão	EVA	Low Back Pain Outcome Scale; ODI; SF36; BDI	G1, G2 e G3 obtiveram melhoras em todas variáveis analisadas, exceto na limitação emocional do SF-36 que houve redução apenas no G4. Não houve diferença entre G1 e G2, e o G3 foi mais eficaz que G1.	A curto prazo, a TENS convencional de alta frequência e TENS baixa frequência não apresentaram diferenças em seus efeitos, mas PNT apresentou maior alívio da dor e qualidade de vida.
Vance (2012)	Intensidade da dor; Sensibilidade à dor; Limiar cutâneo de dor mecânica; Limiar de dor por pressão	EVA em repouso, durante o TUG e HTS; Algômetro de pressão; Soma temporal de calor (HTS); Limiar de dor	TUG; Testes sensoriais quantitativos; 20 filamentos de von Frey	Houve aumento do limiar de dor por pressão no joelho afetado e músculo tibial anterior em G1, já G2 aumentou o limiar no joelho ipsilateral e o G3 não houve diferença. A dor em repouso e em movimento reduziu nos três grupos, mas sem diferença, assim como não houve efeito nas demais variáveis analisadas.	G1 e G2 reduziram a hiperalgesia primária, e apenas G1 foi eficaz para hiperalgesia secundária. Não foi visualizado diferença entre grupos para intensidade da dor e hiperalgesia cutânea.

		pelo calor (HPT)		
Wang (2007)	Duração da dor; Intensidade da dor; Frequência de ataque de dor de cabeça e uso de medicação; Qualidade da dor; Avaliação geral do efeito do tratamento; Intensidade da sensação evocada pelo estímulo durante o tratamento	Diário de dor (horas, EVA, registro); McGill Pain Questionnaire	Escala de 6 pontos; Escala de 4 pontos	Houve redução na duração da dor de cabeça diária, intensidade média da dor, frequência de ataques e intensidade da sensação evocada por estímulo em ambos grupos, mas a redução do uso de medicação ocorreu apenas no grupo de intervenção. Tanto TENS ativo quanto placebo apresentaram efeitos analgésicos difíceis de diferenciar.

Legenda: G1...G8= Grupo 1...Grupo8; TENS = Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; EVA = Escala Visual Analógica; QBPDS= Escala de incapacidade de dor nas costas de Quebec; CSI= Inventário de Sensibilização Central; PCS= Escala de Catastrofização da Dor; IPQ-R= Versão revisada do questionário de percepção da doença; TSK= Escala de Cinesiofobia de Tampa; NRS = Escala de Classificação Numérica; BPI= Inventário de dor breve; TC6= Teste de caminhada de 6 minutos; MAF= Avaliação multidimensional de fadiga; IPAQ= Questionário Internacional de Atividade Física; PSEQ= Questionário de autoeficácia da dor; PROMIS= Sistema de informação de medição de resultados relatados pelo paciente; FIQ= Questionário de impacto de fibromialgia revisado; SF36= Formulário de Saúde Curto-36; NPRS= Escala Numérica de Avaliação de Dor; CI = Corrente Interferencial; EMG = Eletromiografia; WOMAC = Índice de Osteoartrite das Universidades Western Ontario and McMaster; ODI= Questionário de deficiência de dor lombar de Oswestry; TUG= Timed up and go; BMW= ondas senoidais moduladas bidirecionais (BMW); ADM = Amplitude de Movimento; STAI = Inventário de Ansiedade Traço-Estado; POMS = Perfil dos estados de humor; CES-D= Escala de Depressão - Centro de Estudos Epidemiológicos; BDI= Inventário de depressão de Beck; PNT= terapia de neuromodulação percutânea

Tabela 6: Desfechos de avaliação e resumo dos resultados e conclusão dos estudos incluídos com dor induzida em indivíduos saudáveis

1º Autor (Ano)	Desfechos	Mensuração da Dor	Outros Instrumentos utilizados	Resultados	Conclusão
Adedoyin (2009)	Intensidade e Limiar da dor	VRS; Tempo da imersão na água	Não se aplica	Não houve redução da intensidade e limiar de dor entre as três intervenções utilizadas.	O uso da TENS, Corrente Interferencial ou Placebo não demonstrou diferença para intensidade e limiar de dor nos voluntários saudáveis.
Agripino (2016)	Limiar de dor por pressão; Dor percebida; Ansiedade	Algômetro; Escala numérica da dor	STAI-S	Os participantes que receberam TENS ativa e expectativas positiva ou neutra obtiveram aumento no limiar de dor e redução da intensidade da dor em comparação com o pré-tratamento, todos os grupos com placebos e TENS ativa com expectativa negativa.	A expectativa positiva ou neutra apresentou efeitos analgésicos induzidos pela TENS. Com isso, percebe-se que a expectativa do terapeuta pode influenciar diretamente no efeito analgésico da corrente, sendo importante evitar expectativa negativa.
Alves-Guerreiro (2001)	Efeitos periféricos da estimulação; Limiar de dor mecânica; Temperatura	Algômetro	Características do potencial de ação composto antes e após a aplicação do tratamento; Sonda de temperatura	Apesar do G2 apresentar maior aumento na latência de pico negativo e positivo, não houve diferença entre os grupos nesse quesito, e nem para o limiar de dor mecânica e duração de pico a pico.	G2 melhorou a amplitude em relação a G1, G3 e G4. Nenhum dos quatro grupos teve um efeito hipotalgésico significativo.
Cheing (2009)	Limiar de dor e tolerância à dor mecânica; Registro de potenciais de ação nervosa sensorial e nervos radiais superficiais; Temperatura	Algômetro	Sistema de medição de potencial evocado; Termômetro	Houve aumento na latência de pico negativo e limiar de dor mecânica ao longo do tempo nos dois grupos TENS, porém, não foi encontrada diferença entre os três grupos nos desfechos analisados.	A aplicação única da TENS nos pontos de acupuntura ou em pontos de nervos periféricos semelhantemente não ofereceu efeito hipotalgésico nos indivíduos saudáveis.
Chen (2015)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	G3 obteve maior limiar de dor comparado com G1 e G2 no tempo de 10, 20 e 30 min, com G4 em 10 min, e G6 em 20 e 30 min.	TENS com alta frequência e almofada grande apresentou maiores efeitos no limiar de dor por pressão em humano saudáveis, sendo a frequência mais significativa no efeito geral do que o tamanho da almofada

Chesterton (2002)	Limiar de dor mecânica	Algômetro	Não se aplica	A aplicação em dois locais não gerou resultado de maior analgesia. Todos os grupos apresentaram diferenças em comparação com o placebo e controle, mas apenas G3 com TENS extrassegmentar, baixa frequência e alta intensidade resultou em aumento da analgesia por 30min pós-estimulação.	Diferentes locais de estimulação e parâmetros ofertados pode desempenhar hipotalgesia pós-estimulação breve.
Chesterton (2003)	Limiar de dor mecânica	Algômetro	Não se aplica	O G4 e G6 com TENS segmentar e combinado com 110Hz apresentaram maior efeito hipotalgésico no limiar de dor ao longo do tempo.	Foi obtido maior limiar na TENS segmentar e combinada de alta frequência e intensidade. Já a TENS com baixa frequência e intensidade mostrou pequena probabilidade de efeito, independentemente do local aplicado.
Claydon (2008)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	G2, G3 e G6 tiveram hipotalgesia imediata e crescente, mas após a estimulação G2 e G3 mostraram uma diminuição.	Aplicar a TENS com alta intensidade, independente do segmento, possibilita o efeito analgésico efetivo.
Claydon (2013)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	Nas medidas ipsilaterais, G1 teve maior aumento do limiar de dor aos 20 min de estimulação. Na medição contralateral, todos os grupos, exceto G1, declinam o limiar de dor na pós-estimulação. Não obteve analgesia clinicamente significativa.	Através do limiar de dor por pressão, não foi visualizado melhora com os parâmetros utilizados de frequência alternada e diferentes locais de estimulação ou intensidade nos indivíduos saudáveis.
Cowan (2009)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	O limiar de dor foi maior no antebraço dominante nos dois grupos TENS ativos e permaneceu durante 60min, já placebo e controle apresentaram diminuição. Não foi verificado diferença entre os pontos aplicados com eletrodo padrão ou de luva.	Ambos eletrodos utilizados apresentam efeitos hipotalgésico semelhantes, mas somente o G2 (eletrodo de luva) obteve aumento no limiar de dor em relação G3 (placebo de luva).
Craig (1996)	Intensidade da dor; Limiar de Dor Mecânica; Amplitude de movimento	EVA; MPQ; Algômetro	Goniômetro	Não foi encontrado diferença em nenhuma variável, apenas um efeito isolado do G1 em comparação com demais grupos em relação ao escore de flexão.	A aplicação da TENS e demais grupos após a dor associada a DOMS em saudáveis não exibiram nenhum efeito que fosse convincente de sua hipotalgesia.

Cramp (2000)	Reflexo H; Reflexo RIII; Intensidade da dor associada ao reflexo RIII; Temperatura; Latência de pico negativa; Amplitude de pico a pico	EVA	Eletrodos de estimulação e registro; Duas sondas de termistor de superfície	Não mostrou alteração entre grupos quanto ao reflexo H, reflexo nociceptivo RIII, intensidade de dor, temperatura ambiente e da pele, latência de piconegativo e amplitude pico a pico.	Os parâmetros utilizados não mostraram diferença entre o uso da TENS e ICF para os desfechos analisados.
Foster (1996) (estudo 1 -dor induzida pelo frio)	Limiar de dor pelo frio	Tempo que a sensação de frio se transforma em dor	Não se aplica	Após dor induzida pelo frio, somente TENS alta frequência apresentou um leve aumento do limiar de dor, mas sem efeito entre os grupos e ao longo do tempo.	Não houve efeitos com os parâmetros usados em indivíduos saudáveis com dor induzida pelo frio.
Foster (1996) (estudo 2 -dor isquêmica)	Intensidade da dor; Pior dor sentida; Força de preensão máxima	EVA; MPQ; PRI	Dinamômetro de força	A aplicação da TENS após dor induzida por isquemia apresentou diminuição da intensidade da dor entre os grupos. Em relação ao MPQ e PRI, apenas o G4 obteve maior hipalgesia.	Não houve efeito hipalgésico significativo do tratamento com TENS após dor isquêmica induzida em saudáveis.
Francis (2011)a	Limiar de dor pelo frio; Intensidade da dor	Tempo; Intensidade categorizada em quatro níveis	Não se aplica	Não houve diferença após 5 e 25 min da TENS entre os grupos G1, G2 e G3 através do limiar de dor pelo frio registrado e intensidade da dor.	Não encontrou efeitos hipalgésico com os parâmetros da TENS utilizados em comparação com placebo nos indivíduos saudáveis.
Francis (2011)b	Limiar de dor pelo frio	Tempo	Não se aplica	Durante a estimulação, G1 e G2 apresentaram aumento do limiar de dor em comparação com G3. Já após 15 min do dispositivo ter sido desligado, G1 obteve maior aumento do limiar de dor em comparação com G3.	G1 exibiu um prolongamento do efeito da TENS pós-estimulação comparada com placebo G3. Não foi observado diferença entre os grupos.
Johnson (1989)	Limiar de dor; Tolerância à dor; Personalidade	Tempo desde a imersão na água fria até a declaração 'dor'; tempo desde a 'dor' até a 'saída' da mão.	EPQ	Os grupos TENS apresentaram aumento do limiar de dor pelo frio comparado com placebo e controle. Observou maior analgesia nos G2, G3 e G4 com frequência variando entre 20-80Hz. Não houve diferença entre os grupos em relação à tolerância à dor do gelo e personalidade.	Analgesia foi observada nas frequências 20-80Hz, e apesar da limitação, sugere-se que o tipo e grau da dor e fatores psicológicos podem ser fatores que influenciam o efeito da TENS.
Johnson (1991)a	Limiar de dor; Função autonômica (Pressão arterial sistólica e diastólica; temperatura; frequência cardíaca)	Eletrodo da TENS	Arteriossonda automática; Termômetro digital; Palpação manual	Apesar do aumento nos grupos TENS ativa, não foi observado diferença entre os grupos para o limiar de dor e variáveis autonômicas mensuradas.	Os resultados sugerem que a TENS auricular pode ser ineficaz para analgesia e função autonômica de indivíduos saudáveis.

Johnson (1991)b	Limiar da dor; Tolerância da dor	Tempo	Não se aplica	Todos grupos de tratamento apresentaram aumento do limiar e tolerância da dor, sendo G4 com resposta maior tanto no limiar como na tolerância.	O grupo de TENS contínuo com 80 Hz apresentou melhores resultados para alívio da dor em participantes saudáveis.
Johnson (1999)	Intensidade da dor; Limiar de dor pelo frio	EVA; Tempo desde mergulho da mão na água até o relato de dor	Não se aplica	Durante e após 10 min tratamento, foi visualizado maiores efeitos analgésicos nos grupos de TENS e CI em comparação com placebo, porém, não houve efeito de magnitude desse resultado. Não houve diferença na intensidade da dor e do desconforto.	TENS e Corrente interferencial mostraram perfis analgésicos semelhantes, mas não apresentaram efeitos na condição proposta.
Johnson (2003)	Intensidade da dor; Mudança na dor	EVA; MPQ; PRI e PPI	Não se aplica	Não houve redução na intensidade e mudança da dor entre os grupos, apenas o grupo CI mostrou redução quando comparada apenas com placebo.	Corrente interferencial reduziu a intensidade da dor comparada com placebo, mas sem diferença no efeito analgésico com a TENS.
Lazarou (2009)	Limiar de dor à pressão; Pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica	Algômetro	Medidor automática da pressão arterial	G1 aumentou o limiar de dor até 30 min após estimulação em comparação com demais grupos. G1 obteve mudanças leves na pressão arterial sistólica, enquanto os demais grupos tiveram uma redução sem significância.	Percebe-se a importância da intensidade para obter efeitos analgésico da TENS em modelo pré-clínico de dor à pressão em saudáveis, sendo a alta intensidade mais indicada para atingir esse efeito durante e após estimulação.
Liebano (2011)	Intensidade da dor; Limiar de dor por pressão; Controle Inibitório Nocivo Difuso (DNIC); Estímulo experimental de dor por pressão tônica para determinar a soma temporal da pressão	NRS; Algômetro; imersão em um balde de água gelada; Dispositivo customizado que incorpora um transdutor de pressão e uma alavanca com um peso móvel para graduar a pressão aplicada	Não se aplica	Hipoalgesia foi observada no G1 e no G2 em comparação com G3 e G4 através do limiar de dor. Dia 1 ao 4, foi observado diferença entre os grupos, mas no dia 5 apresentou redução do efeito conquistado no G1 e G2. Em relação a somação temporal, houve redução nos G2 e G3 no dia 1, mas comparando dia 1 ao dia 5, o G2 obteve redução da soma temporal.	Foi verificado que ambas frequências, baixa e alta, apresentaram efeitos analgésicos com TENS, mas com tolerância nos dias 4 e 5, respectivamente.

Macedo (2015)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	Nos grupos que aplicou TENS modulada, crioterapia, TENS modulada+crioterapia obtiveram aumento, placebo e controle obtiveram redução e TENS alta frequência sozinha ou associada não obtiveram resultados quanto ao limiar e tolerância à dor.	É observado maior analgesia e indicação do uso da TENS modulada associada com crioterapia. Sendo, no geral, uma evidência incerta em relação ao efeito da TENS isolada ou associada com outros parâmetros para dor induzida em indivíduos saudáveis.
McDowell (1999)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	G1, G3 e G4 apresentaram aumento do limiar de dor ao longo dos 30 min indicando efeito hipoalgesico comparado com placebo, mas não foi observado diferença entre todos grupos após 5 minutos de estimulação.	Efeito neurofisiológico para hipoalgesia foi observado na TENS e HWT com redução do efeito 5min após do desligamento do dispositivo. Não foi verificado diferença entre frequência ou modalidade.
Montenegro (2010)	Latência do limiar de dor; Intensidade da dor	Tempo; EVA	Não se aplica	Não houve redução da intensidade da dor nos grupos, já a latência do limiar de dor aumentou apenas no grupo TENS.	TENS baixa frequência mostrou efeito no aumento da latência do limiar de dor, mas não influenciou em sua intensidade.
Moran (2011)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	Aos 30 min, G1 apresentou hipoalgesia em comparação com os placebos G4 e G5 no limiar de dor na mão. Sendo que aos 60 min, o G1 permaneceu com elevação do limiar em comparação com G3. Em ambos, não houve diferença no G2.	Foi observado um maior efeito hipoalgesico nos parâmetros da TENS com alta intensidade forte, mas não dolorosa.
Moya (2013)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	TENS alta frequência obteve aumento do limiar de pressão em comparação ao placebo.	O estudo relatou uma hipoestesia nos membros correspondentemente ao efeito da eletroestimulação.
Oliveri (1986)	Limiar de dor	Tempo	Não se aplica	TENS baixa frequência aumentou o limiar de dor.	TENS auricular aplicada com precisão contribui no aumento do limiar de dor.
Palmer (2004)	Limiar de percepção térmica (frio, calor, dor pelo frio, dor pelo calor)	Analizador térmico sensorial	Não se aplica	Os grupos não apresentaram efeitos de interação da percepção, mas houve mudança do tempo em relação aos limiares de percepção térmica.	Não houve mudança através da TENS e CI nos mecanismos de atividade das fibras C e A delta através da análise dos limiares limiar de percepção térmica em indivíduos saudáveis.

Pantaleão (2011)	Limiar de dor por pressão	Algômetro	Não se aplica	Foi verificado uma maior analgesia no G2 através do aumento do limiar de dor por pressão na mão e antebraço em comparação com os outros grupos.	O estudo demonstra a importância do ajuste da amplitude de pulso durante a eletroestimulação para obter efeito hipoalгésico.
Rakel (2010)	Intensidades da dor ao calor tônico; Limiar de dor por pressão; Intensidades da dor e a pressão tônica (soma temporal); Limiar de dor por calor (HPT)	EVA; Algômetro de pressão digital; Dispositivo customizado que incorpora um transdutor de pressão	Não se aplica	Não houve diferença nos grupos placebos na intensidade, limiar de dor por pressão e calor. Foi observado uma redução da soma temporal e intensidade da dor, além do aumento do limiar de dor com o uso da TENS ativa e amplitudes mais altas.	Foi observado maior efeito na TENS ativa com altas amplitudes em comparação com baixas. O novo TENS placebo transitório fornece cegamento completo dos avaliadores e não reduz a dor.
Rampazo da Silva (2019)	Limiar de dor; conforto sensorial	Algômetro; EVA	Não se aplica	Durante a estimulação, houve efeitos hipoalгésicos segmentar e extrassegmentar para G1, G2 e G3 em comparação com G4. Após 20min da estimulação, esses efeitos não foram observados em nível segmentar, mas continuou no extrassegmentar. Não houve diferença em relação ao conforto sensorial entre os grupos.	Todos os tipos de corrente utilizados no estudo apresentaram conforto sensorial semelhante e efeitos hipoalгésicos segmentares e extrassegmentares nos indivíduos saudáveis.
Rodrigues (2010)	Intensidade da dor; latência do limiar de dor	EVA; tempo de imersão em segundos	Não se aplica	Não foi houve melhora nos grupos em relação à latência e intensidade da dor antes, durante e após a estimulação.	Com os parâmetros utilizados, não foi encontrado efeitos hipoalгésicos com uso da TENS para dor induzida pelo frio em saudáveis.
Takiguchi (2019)	Reflexo de flexão nociceptivo (NFR); Intensidade da dor	EVA	Atividade eletromiográfica	G1 apresentou redução na magnitude NFR aos 30 min, comparado com G2 e G3. A intensidade da dor foi reduzida em G1 aos 20 e 30 min e G3 aos 10 min em comparação apenas com a linha de base.	Uso da TENS segmentar contralateral reduziu NFR, mas não houve efeito analгésico entre os grupos.
Walsh (1995)	Intensidade da dor	EVA; MPQ	Não se aplica	Houve maior redução da intensidade da dor no G2 em comparação com os outros grupos ao longo do tempo. Ambos grupos ativos (G1 e G2) apresentaram maior efeito comparado com placebo sob a dor através dos escores MPQ, mas sem diferença.	Os resultados desse estudo foram mais favorável para TENS de baixa frequência para dor isquêmica induzida em saudáveis.

Walsh (1998)	Limiar de dor tátil e mecânica; Limiar tátil; Potencial de ação composto do nervo radial superficial; Temperatura	Algômetro	Dois eletrodos Ag/AgCl; Sonda de termistor de superfície	G1 obteve melhores resultados em todas as variáveis analisadas.	TENS com frequência e duração de pulso alta apresentou efeitos neurofisiológicos e sensoriais periféricos.
--------------	--	-----------	--	--	---

Legenda: VRS= Escala de avaliação verbal; TENS= Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; G1...G8= Grupo 1...Grupo8; STAI-S= Inventário de Ansiedade de Traço Estadual; EVA = Escala Visual Analógica; MPQ= Questionário de dor McGill; DOMS= Dor muscular de início retardado; CI = Corrente Interferencial; PRI= Índice de classificação de dor; EPQ= Questionário de personalidade Eysenck; PPI= Índice de intensidade da dor; NRS = Escala de Classificação Numérica; NFR = Reflexo de flexão nociceptivo

5.6 Síntese dos resultados dos artigos incluídos

Resultados positivos foram relatados em relação ao uso da TENS em condições clínicas com dor musculoesquelética crônica para redução da intensidade da dor (CHEING; HUI-CHAN, 1999; DAILEY et al., 2020; DIAS et al., 2021; FERREIRA et al., 2017; GSCHIEL et al., 2010; LAURETTI; CHUBACI; MATTOS, 2013; LAW; CHEING, 2004a; MAAYAH; AL-JARRAH, 2010; MARCHAND et al., 1993; SHIMOJI et al., 2007; SHIMOURA et al., 2019; VANCE et al., 2012) e aumento do limiar de dor por pressão (DIAS *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2017; SUNSHINE *et al.*, 1996; VANCE *et al.*, 2012). No estudo de Cheing, Hui-Chan e Chan (2002) foi percebida redução da intensidade da dor desde o primeiro dia de aplicação da eletroestimulação até a vigésima sessão. Cheing et al. (2003) constataram diminuição da intensidade da dor nos grupos que aplicaram TENS por 40 e 60 minutos. Kofotolis, Vlachopoulos e Kellis (2008) apresentaram que a TENS isolada obteve maior redução da dor e comprometimento funcional quando comparada com placebo e terapia combinada com TENS e estabilização rítmica, porém, menor quando comparada com o grupo que utilizou apenas estabilização rítmica. Além disso, nos estudos de Sunshine et al. (1996) e Topuz et al. (2004), a TENS apresentou melhores resultados em relação à dor e função quando comparada com placebo, mas menor quando comparada com os outros grupos que usaram, respectivamente, massagem terapêutica e terapia de neuromodulação percutânea. Houve estudos em que a TENS não apresentou analgesia comparada ao placebo (FERRÁNDIZ et al., 2016; LANGLEY et al., 1984; LAW; CHEING; TSUI, 2004b; SAHIN; ALBAYRAK; UGURLU, 2011; WANG; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN, 2007). Detalhes desses estudos podem ser visualizados na tabela 5.

Nas pesquisas que utilizaram a dor induzida em sujeitos saudáveis, também houve uma variação de parâmetros e achados. Os estudos trouxeram os benefícios da TENS ativa para intensidade da dor (AGRIPINO et al., 2016; CHESTERTON et al., 2002, 2003; FRANCIS; MARCHANT; JOHNSON, 2011b; JOHNSON et al., 1991b; LIEBANO et al., 2011; RAKEL et al., 2010; WALSH et al., 1995) e aumento do limiar de dor (AGRIPINO *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2015; CLAYDON *et al.*, 2008; COWAN *et al.*, 2009; LIEBANO *et al.*, 2011; MACEDO *et al.*, 2015; MCDOWELL *et al.*, 1999; MORAN *et al.*, 2011; MOYA; ROSALES; FLORES, 2013; OLIVERI *et al.*, 1986; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAKEL *et al.*, 2010; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019; WALSH *et al.*, 1998). Como também tiveram estudos que não apresentaram o efeito analgésico esperado pela TENS quando comparada com placebo

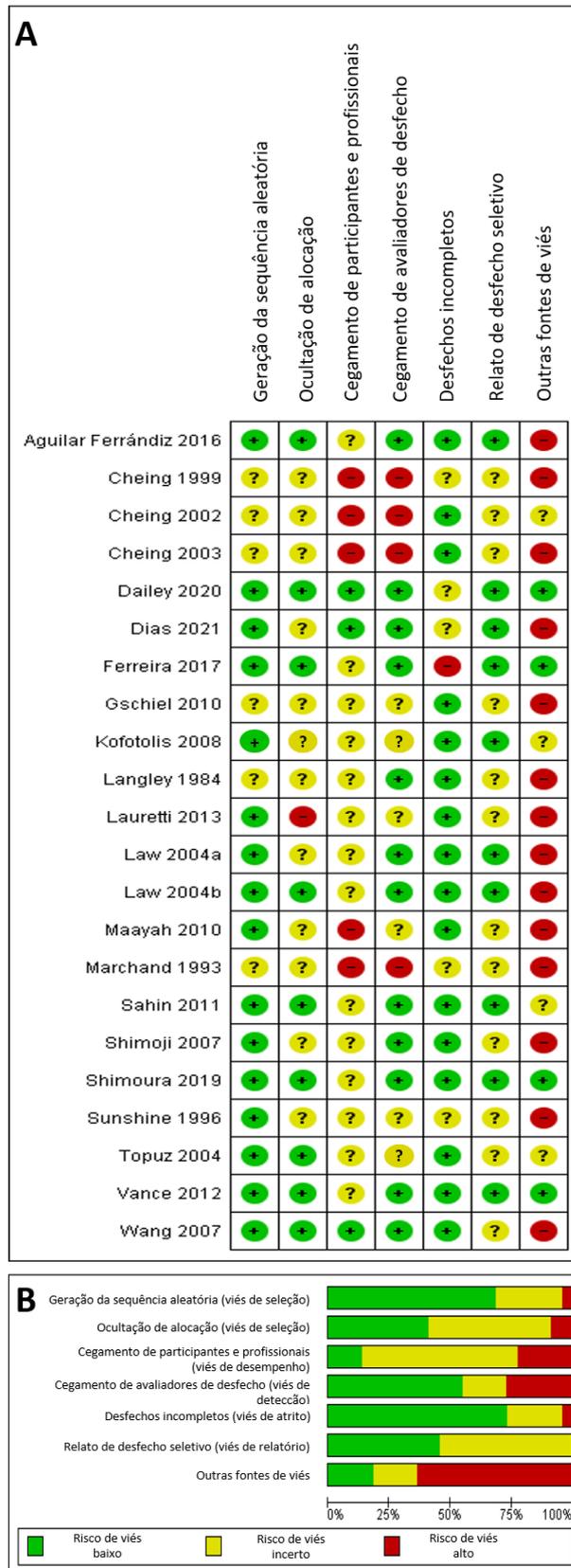
(ADEDYOYIN *et al.*, 2009; ALVES-GUERREIRO *et al.*, 2001; CHEING; CHAN, 2009; CLAYDON *et al.*, 2013; CRAIG *et al.*, 1996; CRAMP *et al.*, 2000; FOSTER *et al.*, 1996; FRANCIS; MARCHANT; JOHNSON, 2011a; JOHNSON *et al.*, 1989, 1991b; JOHNSON; TABASAM, 1999, 2003; MONTENEGRO *et al.*, 2010; PALMER *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2010; TAKIGUCHI; SHOMOTO, 2019). Detalhes na tabela 6.

5.7 Risco de viés dos estudos incluídos

As figuras 2 e 3 exibem a análise dos estudos incluídos, respectivamente, com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda, através da ferramenta de risco de viés que cobre os seis domínios (seleção, desempenho, detecção, atrito, relatórios e outros vieses).

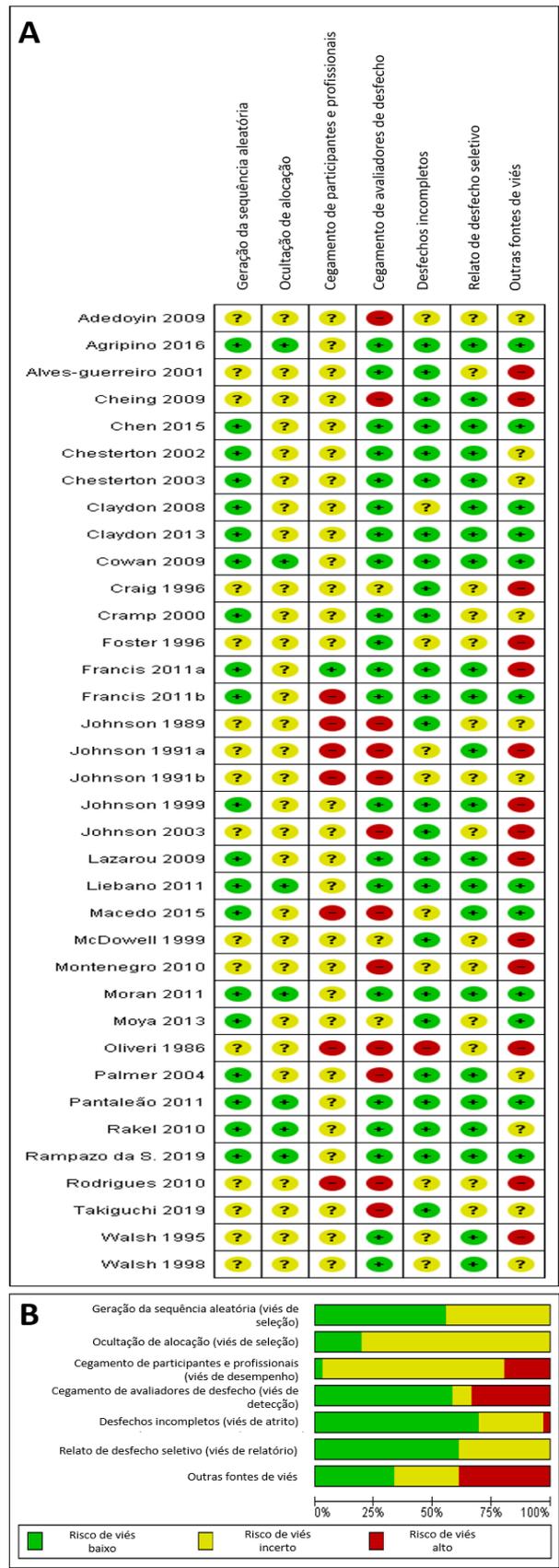
A ocultação de alocação e cegamento de participantes e terapeutas foi prejudicado com dados insuficientes ou a não realização. Cegamento dos avaliadores e outros vieses em que abordamos o tamanho da mostra, revelou alto risco de viés.

Figura 2: 2A. Avaliação do risco de viés dos estudos com dor musculoesquelética crônica. **2B.** Gráfico do risco de viés dos estudos com dor musculoesquelética crônica.



Fonte: Produção dos autores (2021) adaptado do *Review Manager 5.4*.

Figura 3: 3A. Avaliação do risco de viés dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis. **3B.** Gráfico do risco de viés dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis



Fonte: Produção dos autores (2021) adaptado do *Review Manager 5.4*.

5.8 Meta-análise e nível de evidência dos resultados

Para os estudos que apresentam mais de um grupo de intervenção com uso da TENS, foi considerado cada grupo para análise individual e o quantitativo de participantes no grupo placebo foi distribuído proporcionalmente. O número de estudos incluídos na meta-análise variou para cada comparação e subgrupo.

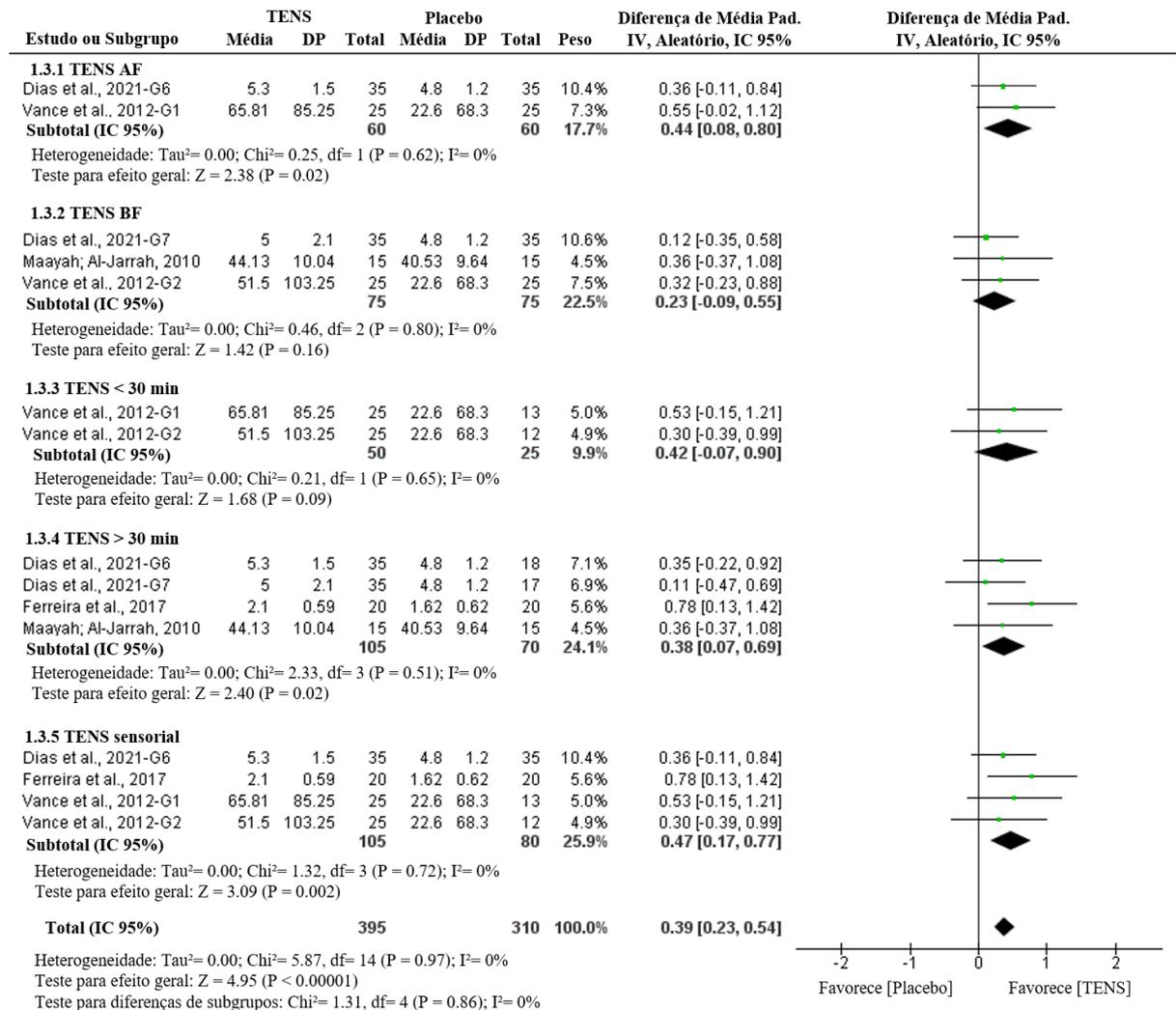
Foram realizadas meta-análises com os desfechos de hiperalgesia primária e secundária, e intensidade da dor em repouso e ao movimento com subgrupos referentes à frequência (alta ou baixa), tempo (menor ou maior que 30 minutos) e intensidade (sensorial ou motora). Para o desfecho de somação temporal da dor não foi possível realizar a extração de dados dos artigos para análise e nem houve retorno dos autores consultados. Os estudos incluídos nessa revisão não apresentaram resultados específicos com a modulação condicionada da dor.

Todos os estudos elegíveis e com dados suficientes foram incluídos nas meta-análises, independentemente do risco de viés, visto que a maioria apresentou alto risco de viés em relação ao tamanho da amostra. Esse tópico foi julgado na GRADE e reduziu o nível de evidência de subgrupos. Além disso, outros tópicos que podem gerar influência no resultado referem-se ao risco incerto ou alto risco julgado nos itens de alocação e cegamento.

Desfecho: Hiperalgesia primária

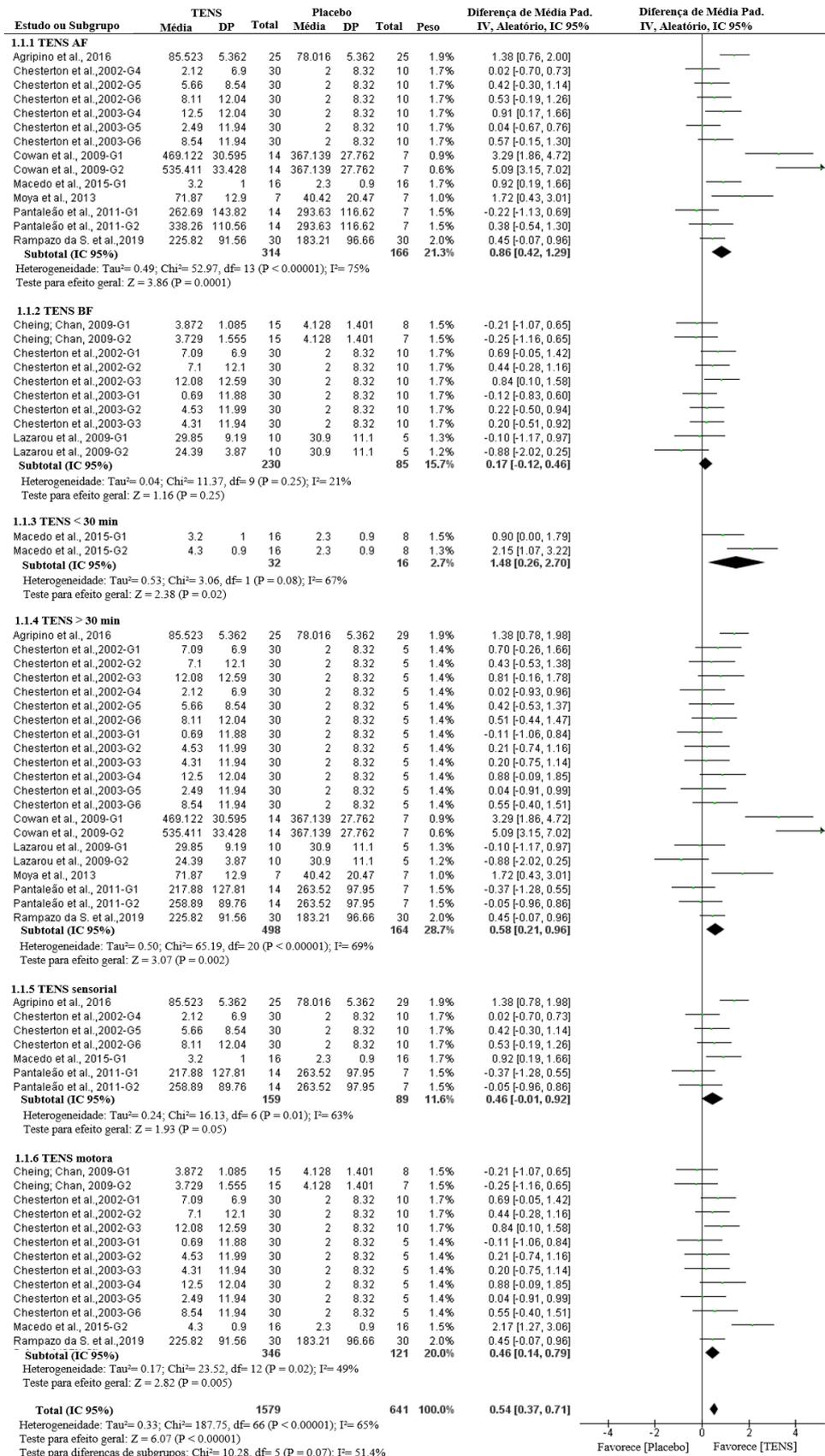
Na avaliação GRADE, foi encontrada evidência alta para hiperalgesia primária nos estudos envolvendo indivíduos com dor musculoesquelética crônica e a meta-análise (DMP = 0,39, IC de 95% 0,23 a 0,54, $p < 0,00001$, $I^2 = 0\%$) favorece o uso da TENS alta frequência, tempo maior que 30 minutos e intensidade em nível sensorial. Vale destacar que todos os subgrupos (TENS alta e baixa frequência, tempo menor e maior que 30 minutos e intensidade com limiar sensorial) apresentaram evidência baixa na GRADE devido à alta imprecisão com a quantidade de participantes por grupos muito inferior ao tamanho ideal da amostra (figura 4 e tabela 7). Já os estudos com indivíduos saudáveis retrataram evidência moderada na GRADE referente ao desfecho hiperalgesia segmentar, assim como também nos subgrupos de alta frequência, tempo maior que 30 minutos e intensidade motora que favorecerem a TENS na meta-análise (DMP = 0,54, IC de 95% 0,37 a 0,71, $p < 0,00001$, $I^2 = 65\%$). Já os de baixa frequência, tempo menor que 30 minutos e intensidade sensorial apresentaram baixa evidência na GRADE (figura 5 e tabela 8).

Figura 4: Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia primária



Fonte: Produção dos autores (2021)

Figura 5: Gráfico de floresta dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia segmentar



Fonte: Produção dos autores (2021)

Tabela 7: Nível de evidência dos estudos incluídos na análise com dor musculoesquelética crônica

Avaliação da Certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	TENS	PLACEBO	Relativo (IC 95%)	Absoluto (IC 95%)		

Hiperalgisia Primária – Dor Musculoesquelética Crônica (TOTAL)

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	395	310	-	DMP 0.39 mais alto (0.23 mais alto para 0.54 mais alto)	⊕⊕⊕⊕ Alta	CRÍTICO
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	--------------	---------

Hiperalgisia Primária – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS AF

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	60	60	-	DMP 0.44 mais alto (0.08 mais alto para 0.8 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	--	---------------	------------

Hiperalgisia Primária – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS BF

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	75	75	-	DMP 0.23 mais alto (0.09 menor para 0.55 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgisia Primária – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS <30 min

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	50	25	-	DMP 0.42 mais alto (0.07 menor para 0.9 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	--	---------------	------------

Hiperalgisia Primária – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS >30 min

4	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	105	70	-	DMP 0.38 mais alto (0.07 mais alto para 0.69 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	-----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgisia Primária – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS Intensidade Sensorial

4	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	105	80	-	DMP 0.47 mais alto (0.17 mais alto para 0.77 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	-----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgisia Secundária- Dor Musculoesquelética Crônica (TOTAL)

5	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	não grave	nenhum	275	225	-	DMP 0.38 mais alto (0.17 mais alto para 0.58 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	CRÍTICO
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	---------

Hiperalgisia Secundária- Dor Musculoesquelética Crônica – TENS AF

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	muito grave ^a	nenhum	60	60	-	DMP 0.40 mais alto (0.10 menor para 0.90 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	------------------------	------------

Hiperalgisia Secundária- Dor Musculoesquelética Crônica – TENS BF

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	60	60	-	DMP 0.12 mais alto (0.24 menor para 0.48 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgisia Secundária- Dor Musculoesquelética Crônica – TENS <30 min

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	50	25	-	DMP 0.48 mais alto (0.01 menor para 0.97 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgisia Secundária- Dor Musculoesquelética Crônica – TENS Intensidade Sensorial

4	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	muito grave ^a	nenhum	105	80	-	DMP 0.52 mais alto (0.10 mais alto para 0.95 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	-----	----	---	---	------------------------	------------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica (TOTAL)

27	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	não grave	nenhum	1425	1064	-	DMP 0.63 menor (0.8 menor para 0.46 menor)	⊕⊕⊕○ Moderada	CRÍTICO
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	------	------	---	---	------------------	---------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS AF

12	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	grave ^d	nenhum	189	157	-	DMP 0.97 menor (1.43 menor para 0.51 menor)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	-----	---	--	---------------	------------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS BF

8	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	grave ^b	nenhum	154	149	-	DMP 0.24 menor (0.55 menor para 0.07 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------	--------	-----	-----	---	--	------------------	------------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS MF

7	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	grave ^d	nenhum	195	162	-	DMP 0.45 menor (1.09 menor para 0.18 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	-----	---	--	---------------	------------

 Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS <30 min

9	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	grave ^d	nenhum	153	93	-	DMP 0.64 menor (1.27 menor para 0)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	----	---	------------------------------------	---------------	------------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS >30 min

18	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	não grave	nenhum	385	260	-	DMP 0.63 menor (1 menor para 0.27 menor)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	--	------------------	------------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS Intensidade Sensorial

13	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	grave ^d	nenhum	220	156	-	DMP 0.67 menor (1.06 menor para 0.28 menor)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	-----	---	---	---------------	------------

Intensidade da Dor em Repouso – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS Intensidade Motora

8	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	grave ^d	nenhum	129	87	-	DMP 0.77 menor (1.16 menor para 0.37 menor)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	----	---	---	---------------	------------

 Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica (TOTAL)

10	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	não grave	nenhum	595	404	-	DMP 0.33 menor (0.47 menor para 0.18 menor)	⊕⊕⊕○ Moderada	CRÍTICO
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	---------

Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS AF

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^c	não grave	muito grave ^a	nenhum	59	56	-	DMP 0.46 menor (1.03 menor para 0.12 menor)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS BF

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	59	56	-	DMP 0.39 menor (0.76 menor para 0.02 menor)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS <30 min

4	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^a	nenhum	80	37	-	DMP 0.48 menor (0.88 menor para 0.08 menor)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS >30 min

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	grave ^d	nenhum	210	143	-	DMP 0.11 menor (0.40 menor para 0.17 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------	--------	-----	-----	---	---	------------------	------------

 Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS Intensidade Sensorial

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	grave ^d	nenhum	134	81	-	DMP 0.35 menor (0.63 menor para 0.07 menor)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------	--------	-----	----	---	---	------------------	------------

Intensidade da Dor em Movimento – Dor Musculoesquelética Crônica – TENS Intensidade Motora

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	muito grave ^a	nenhum	53	31	-	DMP 0.62 menor (1.15 menor para 0.09 menor)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Legenda: AF: Alta Frequência; BF: Baixa Frequência; IC: Intervalo de Confiança; DMP: Diferença de Média Padronizada

Explicações:

- O número total de participantes nesta comparação é muito inferior ao tamanho ideal da amostra.
- As estimativas de efeito variam entre os estudos, mas apresentam um teste de heterogeneidade baixa.
- As estimativas de efeitos variam entre os estudos e apresentam teste de heterogeneidade alta.
- O número total de participantes nesta comparação é inferior ao tamanho ideal da amostra.

Tabela 8: Nível de evidência dos estudos incluídos na análise com dor induzida em indivíduos saudáveis

Avaliação da Certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	TENS	PLACEBO	Relativo (IC 95%)	Absoluto (IC 95%)		

Hiperalgesia segmentar – Indivíduos Saudáveis (TOTAL)

25	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	não grave	nenhum	1579	641	-	DMP 0.54 mais alto (0.37 mais alto para 0.71 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	CRÍTICO
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	------	-----	---	---	------------------	---------

Hiperalgesia segmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS AF

14	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	não grave	nenhum	314	166	-	DMP 0.86 mais alto (0.42 mais alto para 1.29 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	------------

Hiperalgesia segmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS BF

10	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	230	85	-	DMP 0.17 mais alto (0.12 menor para 0.46 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgesia segmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS <30 min

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^d	nenhum	32	16	-	DMP 1.48 mais alto (0.26 mais alto para 2.7 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	--	---------------	------------

Hiperalgisia segmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS >30 min

20	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	não grave	nenhum	498	164	-	DMP 0.58 mais alto (0.21 mais alto para 0.96 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	------------

Hiperalgisia segmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS Intensidade Sensorial

7	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	grave ^c	nenhum	159	89	-	DMP 0.46 mais alto (0.01 menor para 0.92 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgisia segmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS Intensidade Motora

13	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	não grave	nenhum	346	121	-	DMP 0.46 mais alto (0.14 mais alto para 0.79 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	------------

Hiperalgisia extrassegmentar – Indivíduos Saudáveis (TOTAL)

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	não grave	nenhum	259	209	-	DMP 1.61 mais alto (0.57 mais alto para 2.64 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	CRÍTICO
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	---------

 Hiperalgesia extrassegmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS AF

4	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	83	73	-	DMP 2.36 mais alto (0.07 mais alto para 4.65 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Hiperalgesia extrassegmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS BF

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	muito grave ^d	nenhum	20	10	-	DMP 0.41 menor (1.19 menor para 0.37 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgesia extrassegmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS >30 min

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	grave ^c	nenhum	103	83	-	DMP 1.27 mais alto (0.33 menor para 2.86 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------	--------	-----	----	---	---	---------------	------------

Hiperalgesia extrassegmentar – Indivíduos Saudáveis – TENS Intensidade Sensorial

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	53	43	-	DMP 2.82 mais alto (1.12 menor para 6.76 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

 Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis (TOTAL)

11	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	não grave	nenhum	407	330	-	DMP 0.32 menor (0.58 menor para 0.06 menor)	⊕⊕⊕○ Moderada	CRÍTICO
----	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	-----------	--------	-----	-----	---	---	------------------	---------

Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis – TENS AF

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	85	78	-	DMP 0.3 menor (0.98 menor para 0.39 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	--	---------------------	------------

Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis – TENS BF

2	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	23	11	-	DMP 0.66 menor (2 menor para 0.69 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	--	---------------------	------------

Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis – TENS <30 min

8	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	muito grave ^d	nenhum	99	76	-	DMP 0.14 menor (0.49 menor para 0.21 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis – TENS >30 min

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	64	50	-	DMP 0.53 menor (1.61 menor para 0.55 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis – TENS Intensidade Sensorial

6	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	97	76	-	DMP 0.29 menor (0.93 menor para 0.35 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Intensidade da dor em repouso – Indivíduos Saudáveis – TENS Intensidade Motora

3	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^a	não grave	muito grave ^d	nenhum	39	39	-	DMP 0.36 menor (1.06 menor para 0.34 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---	-------------------------------	-----------	--------------------	-----------	--------------------------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

Legenda: AF: Alta Frequência; BF: Baixa Frequência; IC: Intervalo de Confiança; DMP: Diferença de Média Padronizada

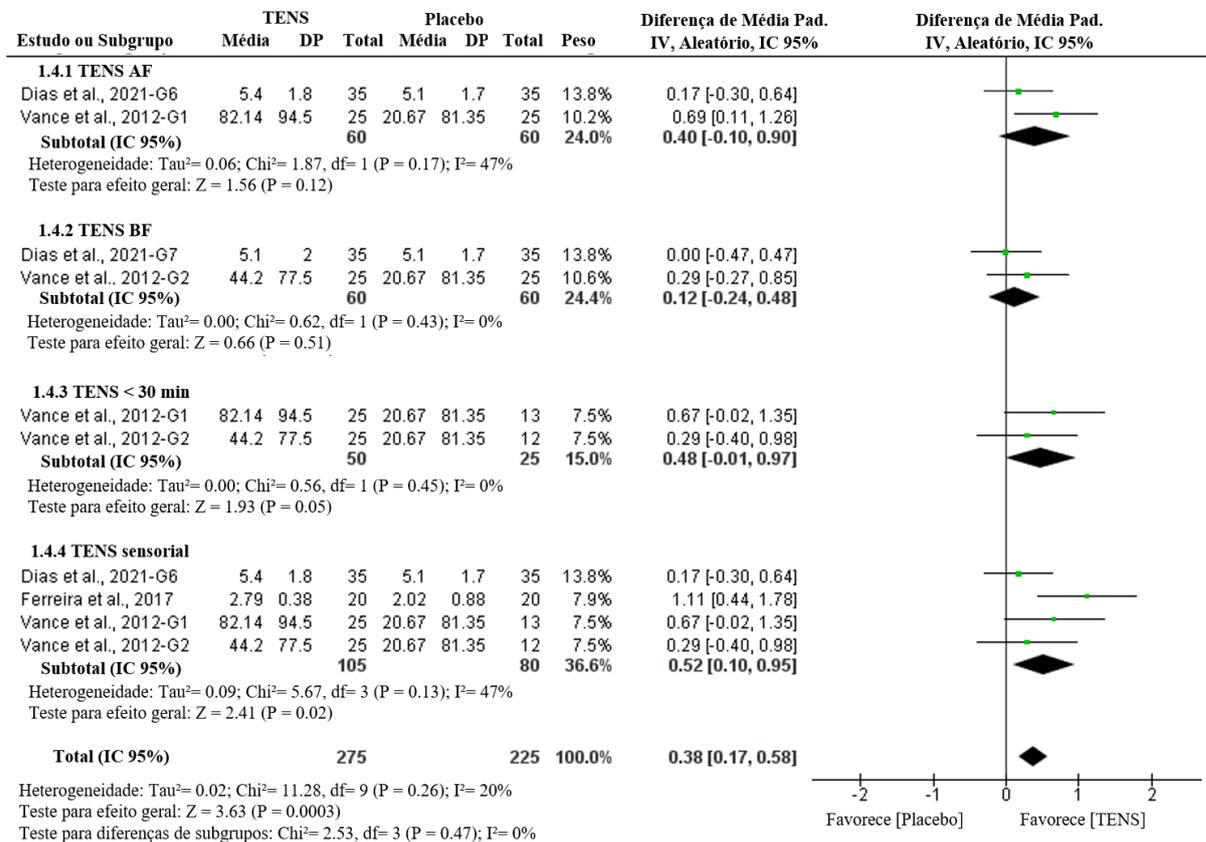
Explicações:

- As estimativas de efeitos variam entre os estudos e apresentam teste de heterogeneidade alta.
- As estimativas de efeito variam entre os estudos, mas apresentam um teste de heterogeneidade baixa à moderada.
- O número total de participantes nesta comparação é inferior ao tamanho ideal da amostra.
- O número total de participantes nesta comparação é muito inferior ao tamanho ideal da amostra.

Desfecho: Hiperalgisia secundária

Nesse desfecho de hiperalgisia secundária nos estudos com dor musculoesquelética crônica, houveram apenas três estudos e seu nível de certeza obtido na GRADE foi moderado, mas ao analisar os subgrupos de forma isolada, nota-se evidência muito baixa para alta frequência e intensidade sensorial, e baixa para baixa frequência e tempo menor que 30 minutos. A meta-análise (DMP = 0,38, IC de 95% 0,17 a 0,58, $p=0,0003$, $I^2 = 20\%$) favorece a TENS na intensidade sensorial (figura 6 e tabela 7).

Figura 6: Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgisia secundária

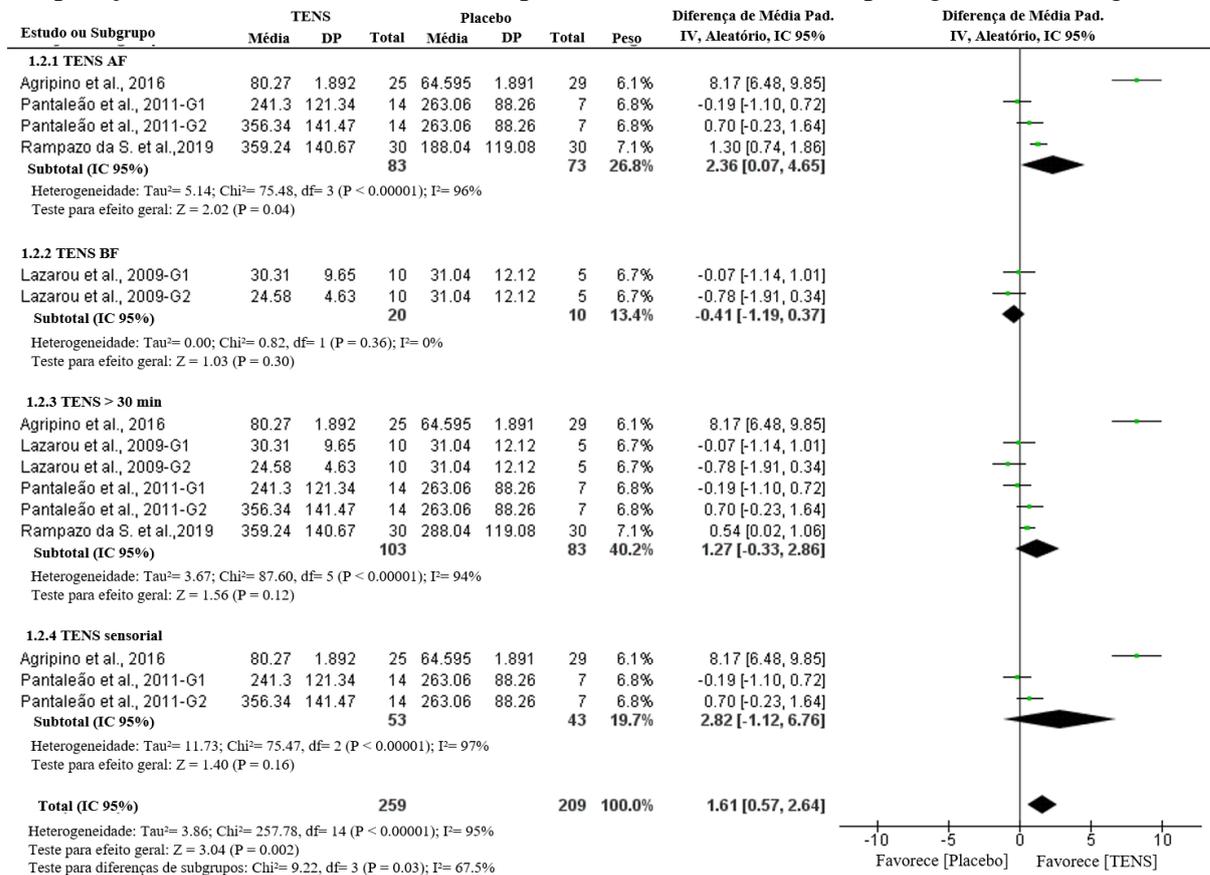


Fonte: Produção dos autores (2021)

Para análise da hiperalgisia extrassegmentar dos estudos em indivíduos saudáveis, foi apontado um nível de certeza moderada na GRADE nos quatro estudos selecionados. Enquanto os subgrupos foram de evidência muito baixa para alta frequência e intensidade sensorial, e baixa para a baixa frequência e tempo maior que 30 minutos devido à inconsistência e alta imprecisão em relação ao número de participantes nos grupos. A meta-análise (DMP = 1,61,

IC de 95% 0,57 a 2,64, $p=0,002$, $I^2 = 95\%$) favoreceu apenas o subgrupo de alta frequência com diamante sem cruzar a linha de nulidade, apesar da alta heterogeneidade (figura 7 e tabela 8).

Figura 7: Gráfico de floresta dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de hiperalgesia extrassegmentar



Fonte: Produção dos autores (2021)

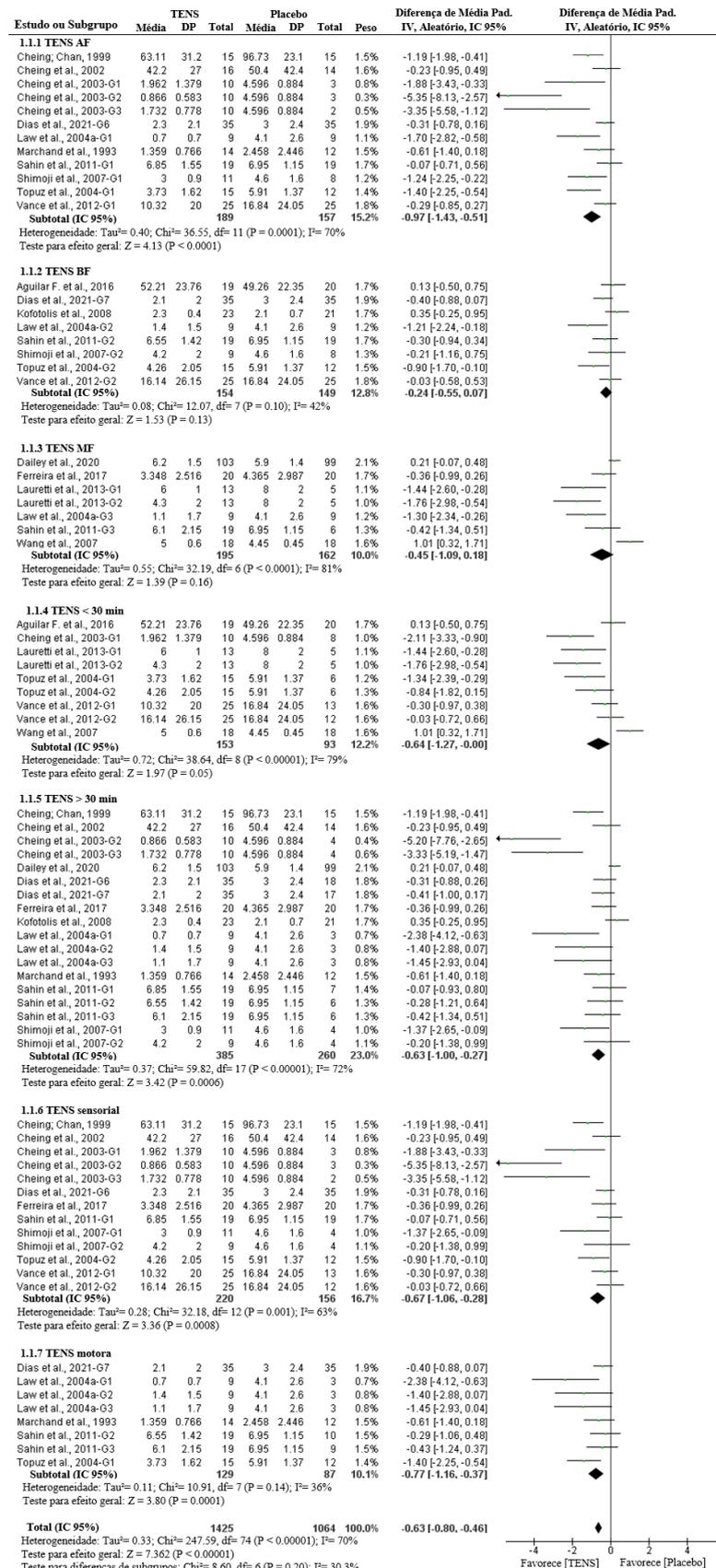
Desfecho: Intensidade da dor em repouso

Para a população com dor musculoesquelética crônica, há evidência moderada na GRADE (rebaixada devido à inconsistência) de que a TENS reduz intensidade de dor em repouso. Nos subgrupos, detectou-se evidência moderada a baixa frequência e tempo maior que 30 minutos, e evidência baixa para frequência alta ou modulada, tempo menor que 30 minutos e intensidade sensorial e motora. Na meta-análise (DMP = -0,63, IC de 95% -0,80 a -0,46, $p<0,00001$, $I^2 = 70\%$), observa que a TENS foi favorecida nos subgrupos de alta frequência, tempo maior e menor que 30 minutos e intensidade sensorial e motora (figura 8 e tabela 7).

Ao analisar os dados gerais desse desfecho de intensidade de dor em repouso para uso da TENS nos estudos com indivíduos saudáveis, detectou-se evidência moderada na GRADE. Mas, nas análises de subgrupos, foi notada uma evidência muito baixa para todos os subgrupos

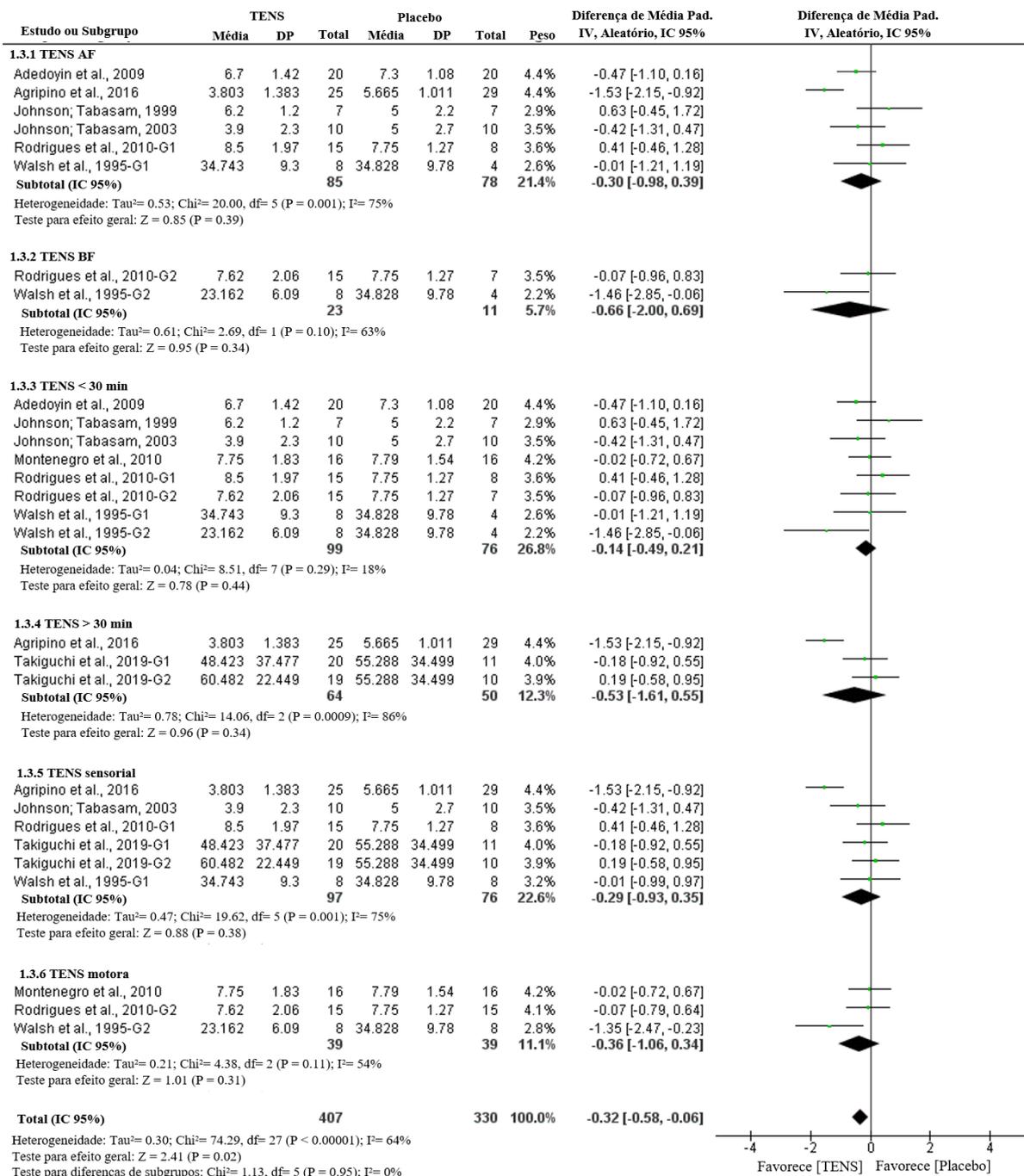
da TENS devido à alta inconsistência e imprecisão nos grupos. A meta-análise (DMP = -0,32, IC de 95% -0,58 a -0,06, $p < 0,02$, $I^2 = 64\%$) favorece o uso da TENS para analgesia na intensidade da dor em repouso (figura 9 e tabela 8).

Figura 8: Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de intensidade da dor em repouso.



Fonte: Produção dos autores (2021)

Figura 9: Gráfico de floresta dos estudos com dor induzida em indivíduos saudáveis para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de intensidade da dor em repouso



Fonte: Produção dos autores (2021)

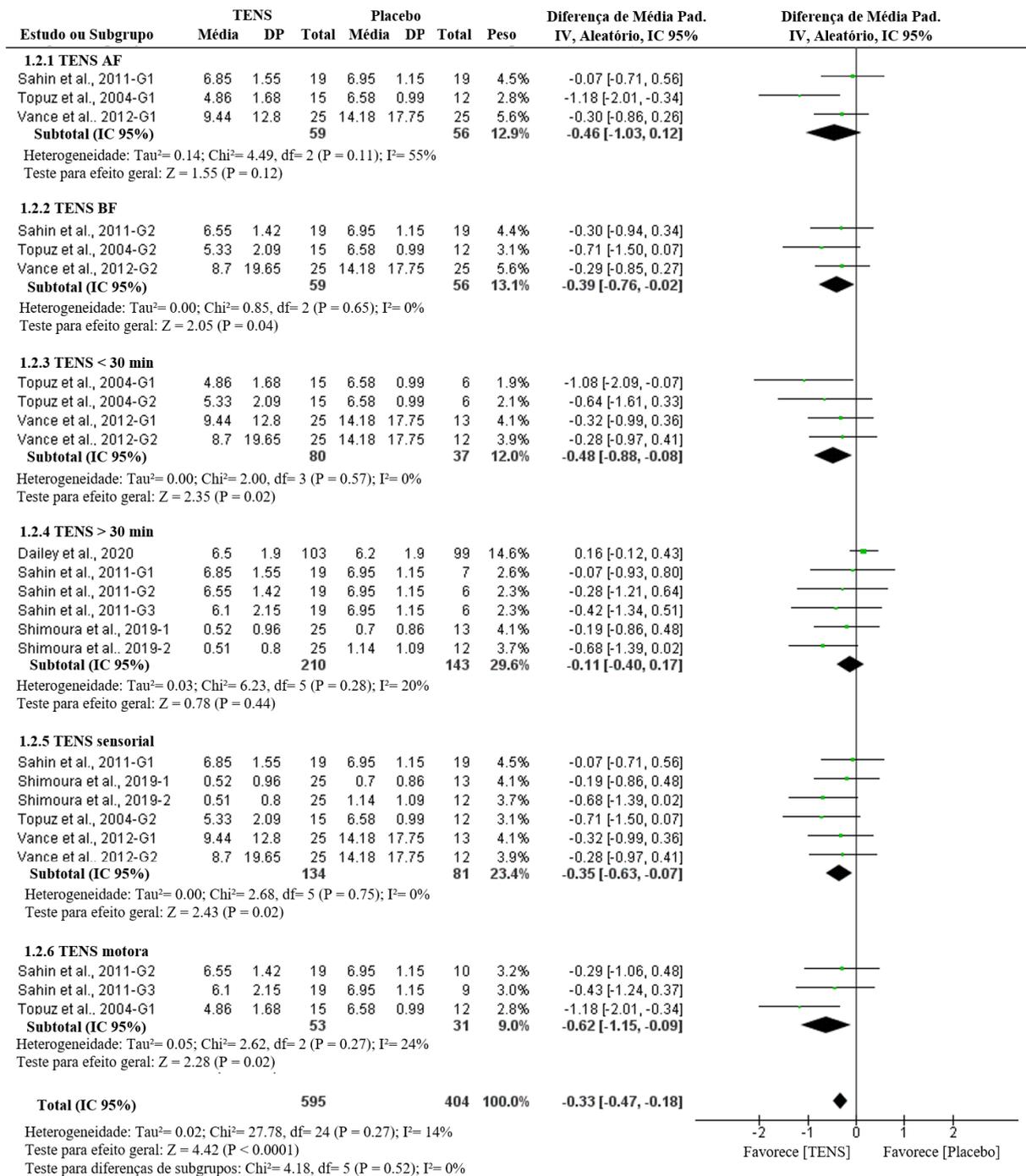
Desfecho: Intensidade da dor em movimento

Observou-se grau de evidência moderada na GRADE para intensidade da dor em movimento nos estudos com dor musculoesquelética crônica. Nos subgrupos, foi verificada evidência moderada para tempo maior que 30 minutos e intensidade sensorial, evidência baixa para baixa frequência e tempo menor que 30 minutos, e muito baixa para alta frequência e intensidade motora devido ao nível de inconsistência e imprecisão. Os subgrupos de baixa frequência, tempo menor que 30 minutos e intensidade sensorial e motora favorecem a TENS na meta-análise (DMP = -0,33, IC de 95% -0,47 a 0,18, $p < 0,0001$, $I^2 = 14\%$) (figura 10 e tabela 7).

5.9 Financiamento dos estudos

Em relação ao suporte e/ou financiamento recebido pelos estudos incluídos nessa revisão, pode-se perceber nos artigos que envolveram pessoas com dor musculoesquelética crônica tiveram quatro estudos com apoio de empresas de saúde que contribuíram com fornecimento do aparelho, seis estudos fizeram seus ensaios clínicos com apoio de centro de pesquisa ou fundação, dois artigos declararam explicitamente nenhum envolvimento comercial e dez não trouxeram dados suficientes sobre esse aspecto. Já com dor induzida em indivíduos saudáveis, foi possível observar também quatro estudos com contribuição de empresa de saúde, dezoito envolvidos com centro de pesquisa ou fundação, três manifestaram nenhum apoio comercial e onze não mencionaram sobre esse ponto em seu estudo. Levando em consideração essas informações, apenas 13,79% dos estudos tiveram envolvimento financeiro de empresas privadas. A maioria (41,37%) conseguiu apoio de fundação e organizações universitárias para pesquisa, seguido de 36,2% com dado insuficiente e 8,62% com declaração evidente de nenhum interesse financeiro.

Figura 10: Gráfico de floresta dos estudos com dor musculoesquelética crônica para comparação entre TENS ativa e TENS placebo no desfecho de intensidade da dor em movimento



Fonte: Produção dos autores (2021)

6 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou os fenômenos neurofisiológicos e clínicos envolvidos no mecanismo de sensibilização em dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda. Foi notado uma evidência alta e moderada para o uso da TENS relacionada à, respectivamente, hiperalgesia primária e secundária que estão associadas a sensibilização periférica e central. A contribuição da TENS para redução da intensidade da dor em repouso ou em movimento possui uma evidência moderada. Os resultados encontrados a partir dos estudos com dor musculoesquelética crônica e dor induzida em indivíduos saudáveis, apesar das limitações e heterogeneidade, sugerem a eficácia da TENS para condições com inibição descendente da dor reduzida e excitabilidade aumentada.

Os mecanismos de ação neurofisiológicos da TENS com relação aos seus efeitos clínicos podem ser influenciados por diversos fatores, dentre eles, os parâmetros (frequência, tempo e intensidade) aplicados durante a eletroestimulação. A partir dos resultados no presente estudo, não podemos inferir diretamente a interação desses parâmetros e nível de influência nos efeitos obtidos, mas os dados mostram as características dos eletrodos, parâmetros e avaliações utilizadas, assim como sugerem o favorecimento de determinados parâmetros para o uso da TENS em relação a cada desfecho neurofisiológico analisado.

Referente aos estudos de dor induzida em indivíduos saudáveis, a revisão sistemática de Claydon *et al.* (2011) salienta que o efeito da eletroestimulação é dependente da combinação de parâmetros, como frequência, intensidade e local de aplicação dos eletrodos, e o tipo de dor experimental realizado, assim como os resultados devem ser analisados com cautela e interpretados juntamente com a qualidade de cada estudo. Desse modo, os autores dessa revisão apresentaram evidência forte de eficácia para uso da TENS em modelo de dor mecânica por pressão, como pode ser observado nos estudos incluídos de nossa revisão: Lazarou *et al.* (2009) indicaram o uso de alta intensidade para obter efeitos analgésicos da TENS em modelo de dor por pressão, assim como o estudo de Pantaleão *et al.* (2011) que traz a importância do ajuste da amplitude de pulso. Já no estudo de Macedo *et al.* (2015) não mostrou efeito da TENS para dor induzida por pressão. Foi verificado também uma evidência moderada de eficácia para TENS em modelo de dor térmica (CLAYDON *et al.*, 2011), e os resultados dos estudos incluídos na nossa revisão variou, como Liebano *et al.* (2011) que constataram efeitos hipoalgésicos com uso da TENS no modelo de indução térmica por frio, já nos estudos de Adedoyin *et al.* (2009) e Francis; Marchant; Johnson (2011a) não apresentaram diferenças entre os grupos para efeito

da TENS com o mesmo modelo de dor térmica. Além disso, ainda no estudo de Claydon *et al.* (2011), exibiram evidência forte de ineficácia para modelo de dor isquêmica, como pode ser visto nos estudos de Foster *et al.* (1996) e Johnson; Tabasam (2003) que não exibiram diferença no efeito analgésico com TENS ativa comparada com placebo, já Walsh *et al.* (1995) expressaram resultados favoráveis para uso da TENS baixa frequência no modelo de dor isquêmica.

Primariamente, os estudos com dor experimental aguda exibiram o aumento do limiar de dor com o uso da TENS (COWAN *et al.*, 2009; LIEBANO *et al.*, 2011; MORAN *et al.*, 2011; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAKEL *et al.*, 2010; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019), remetendo o efeito mesmo sem uma lesão ou alteração no sistema nervoso. Da mesma forma, foi visualizado a eficácia da TENS para hiperalgesia primária e secundária nos estudos com dor musculoesquelética crônica, especificamente, dor lombar crônica (DIAS *et al.*, 2021), disfunção temporomandibular (FERREIRA *et al.*, 2017) e osteoartrite (VANCE *et al.*, 2012). Os indivíduos com dor crônica podem apresentar alteração do sistema inibitório e aumento da excitabilidade central (DESANTANA *et al.*, 2008; SLUKA *et al.*, 2013), o que remete à finalidade da TENS para aumentar inibição endógena e reduzir a excitabilidade central (KALRA; URBAN; SLUKA, 2001; MA; SLUKA, 2001; SLUKA; VANCE; LISI, 2005; VANCE *et al.*, 2014).

Os efeitos da TENS demonstraram ser clinicamente significantes para analgesia em curto prazo. Não se pode generalizar esses efeitos para todas as condições crônicas, por isso a importância de analisar cada condição específica e o desenvolvimento de novos estudos para avaliar a eficácia da TENS em relação a intensidade da dor em repouso e em movimento, hiperalgesia, somação temporal e modulação condicionada da dor. A meta-análise de Johnson e Martinson (2007) constatou a eficácia da TENS para dor neuropática, fibromialgia e osteoartrite. Através dos estudos incluídos em nossa revisão, pode-se perceber o efeito da TENS para intensidade da dor em repouso a curto prazo, mas não em longo prazo, para dor lombar crônica (CHEING; HUI-CHAN, 1999; DIAS *et al.*, 2021; MARCHAND *et al.*, 1993), osteoartrite (CHEING *et al.*, 2003; CHEING; HUI-CHAN; CHAN, 2002; GSCHIEL *et al.*, 2010; LAW; CHEING, 2004a; LAW; CHEING; TSUI, 2004b) e dor crônica nas costas (SHIMOJI *et al.*, 2007), e para intensidade da dor em movimento em indivíduos com fibromialgia (DAILEY *et al.*, 2020; LAURETTI; CHUBACI; MATTOS, 2013) e osteoartrite (SHIMOURA *et al.*, 2019). Houveram estudos que não apresentaram efeito analgésico da TENS na intensidade da dor em repouso para artrite reumatoide (LANGLEY *et al.*, 1984), dor

lombar crônica (FERRÁNDIZ *et al.*, 2016; TOPUZ *et al.*, 2004) e cefaleia do tipo tensional crônica (WANG; SVENSSON; ARENDT-NIELSEN, 2007). E o estudo de Sahin; Albayrak; Ugurlu (2011) não foi favorável nem na intensidade da dor em repouso e nem ao movimento para síndrome da dor miofascial. Em nossa revisão, apesar de haver mais estudos que analisaram a intensidade da dor em repouso do que em movimento, ambos mostraram seu efeito para analgesia com uso da TENS. A literatura argumenta que a TENS parece ser mais favorável na redução da dor associada ao movimento do que em repouso (RAKEL; FRANTZ, 2003; SLUKA *et al.*, 2013; VANCE *et al.*, 2012). Isso pode relacionar-se aos mecanismos que sugestivamente estão envolvidos, a dor em repouso indica uma predominância da sensibilização central e o efeito da TENS local atua no mecanismo central, já para dor em movimento, a TENS possui interações tanto centrais como periféricas, podendo ser um fator para produzir melhor resultado analgésico.

As evidências científicas transmitem maior relação do efeito analgésico da TENS e redução da tolerância com o uso de frequência modulada (DESANTANA; SANTANA-FILHO; SLUKA, 2008; LIMA *et al.*, 2015; SLUKA *et al.*, 2013), mas grande parte dos estudos incluídos em nossa revisão analisaram a TENS alta e/ou baixa frequência. As meta-análises mostraram maior efeito da TENS alta frequência para hiperalgesia primária e intensidade da dor em repouso na dor musculoesquelética crônica, e para hiperalgesia segmentar e extrassegmentar na dor induzida em indivíduos saudáveis, já a TENS baixa frequência favoreceu a intensidade da dor em movimento na população com dor musculoesquelética crônica. Apesar não ter sido realizada uma análise de correlação, os resultados sugestionam a relevância do ajuste da frequência para contribuir no alívio da dor em mecanismo de sensibilização periférica e central, e vão de encontro com a literatura que infere a preferência dos pacientes para frequências mais altas por serem mais confortáveis (SLUKA *et al.*, 2013).

A literatura ainda é divergente quanto ao tempo de aplicação da TENS. Ainda não foi publicado um estudo atual que analisa se há alguma influência da diferença de tempo para eficácia analgésica da TENS. Nos resultados obtidos nas meta-análises do nosso estudo, pode-se perceber, de forma indireta, que o tempo maior que 30 minutos favoreceu a TENS no desfecho de hiperalgesia primária e intensidade da dor em repouso para dor musculoesquelética crônica, enquanto tempo menor que 30 minutos facilitou os efeitos para hiperalgia secundária, intensidade da dor em repouso e movimento. Já nos estudos com indivíduos saudáveis, foi possível verificar efeito de ambos os períodos de tempo para hiperalgesia segmentar. Para os demais desfechos, não foi possível obter dados ou efeitos. O tempo de aplicação não pareceu

ser um fator de prejuízo para o efeito da TENS nos fenômenos neurofisiológicos, já que em diferentes estudos, a eletroestimulação promoveu analgesia independentemente dos diferentes tempos de exposição. Vale reforçar que o resultado obtido pode ser por interação com outros fatores que não foram correlacionados, por exemplo, frequência e intensidade da TENS e qualidade metodológica dos estudos.

Foi verificado em nosso estudo que houve efeito da TENS com uso da intensidade em nível sensorial e motor na dor musculoesquelética crônica nos desfechos de intensidade da dor em repouso e em movimento, já na dor induzida em indivíduos saudáveis foi obtido efeito analgésico com uso da intensidade em nível motor no desfecho de hiperalgesia segmentar. Os dados não permitiram a análise da intensidade motora na hiperalgesia primária e secundária dos estudos com dor musculoesquelética crônica, inferindo seu efeito apenas com intensidade sensorial. Os estudos incluídos para análise da intensidade, sendo 14 de dor musculoesquelética crônica e 30 de dor experimental aguda, indicaram semelhantemente o uso da sensação forte, mas confortável, e a literatura mostra que a otimização dos efeitos da TENS podem ser ofertados com o ajuste da intensidade, independentemente da frequência de aplicação (BJORDAL; JOHNSON; LJUNGGREEN, 2003; PANTALEÃO *et al.*, 2011; SLUKA *et al.*, 2013). Mas vale destacar que a indicação é que essa sensação seja logo abaixo do limiar da dor e que tenha um aumento graduado da intensidade ao decorrer do tempo de aplicação, ao invés do uso em nível sensorial ou abaixo que é considerado ineficaz (BJORDAL; JOHNSON; LJUNGGREEN, 2003; SLUKA *et al.*, 2013).

Na meta-análise e GRADE, foram analisados subgrupos da TENS em relação à frequência, tempo e intensidade, de acordo com cada desfecho. Sendo assim, a análise da hiperalgesia segmentar na dor experimental aguda favoreceu alta frequência e tempo maior que 30 minutos, assim como observado na dor musculoesquelética crônica. Divergiram apenas na intensidade, devido a limitação de dados, sendo que a dor induzida favoreceu a intensidade motora e na dor crônica foi a intensidade sensorial. Esses achados proporcionam uma relação da eficácia da TENS para sensibilização periférica em condições com ou sem lesão associada.

A hiperalgesia secundária foi analisada através dos dados de apenas três estudos com dor musculoesquelética crônica (DIAS *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2017; VANCE *et al.*, 2012) e quatro estudos investigaram a hiperalgesia extrassegmentar na dor induzida em indivíduos saudáveis (AGRIPINO *et al.*, 2016; LAZAROU *et al.*, 2009; PANTALEÃO *et al.*, 2011; RAMPAZO DA SILVA *et al.*, 2019). A meta-análise favorece a alta frequência e intensidade sensorial na dor musculoesquelética crônica e apenas a alta frequência na dor

induzida em sujeito saudáveis, porém, esses dados foram classificados com evidência muito baixa devido à inconsistência dos dados e alta imprecisão da quantidade de participantes por grupos. Isso remete à cautela necessária para inferir resultados de parâmetros nesse desfecho devido à ausência de dados, número limitado de estudos que abordaram essa análise e apresentam heterogeneidade, locais distintos na avaliação e a falta de dados que possam correlacionar os parâmetros. Com isso, reforçamos que é indispensável novos estudos para avaliar a hiperalgesia secundária, visto que é um desfecho que pode inferir o efeito da TENS sob condição de hiperexcitabilidade e sensibilização central.

Na intensidade da dor em repouso com dor musculoesquelética crônica foi a única meta-análise que verificou a frequência modulada, pois os dados disponíveis possibilitaram essa análise, mas não favoreceu a TENS, oposto ao que a literatura já publicou (DESANTANA; SANTANA-FILHO; SLUKA, 2008; LIMA *et al.*, 2015). Vale destacar que pode haver vários fatores para influenciar nos dados, como por exemplo, quantidade de estudos incluídos e intensidade aplicada. Percebemos uma inconstância nos dados, visto que na meta-análise da dor musculoesquelética crônica favoreceu o uso da alta frequência, tempo maior que 30 minutos e intensidade motora, já na dor induzida em sujeitos saudáveis não favorece nenhum subgrupo, mas sua análise total para o desfecho de intensidade da dor em repouso favorece a ação da TENS. Com isso, fortalece nossa percepção da importância de maior padronização no protocolo da TENS e avaliação da intensidade da dor, uma vez que esse desfecho é comumente pesquisado, mas pouco relacionado com os efeitos neurofisiológicos, sendo que o mesmo pode estar, sugestivamente, associado ao mecanismo de sensibilização central.

A análise da intensidade da dor em movimento foi realizada apenas nos estudos com dor musculoesquelética crônica. A meta-análise favorece igualmente o uso de alta ou baixa frequência, além da aplicação com tempo menor que 30 minutos e intensidade motora. Mas a evidência desses subgrupos de parâmetros é baixa, apesar que na junção dos subgrupos, o desfecho possui moderada evidência para o efeito da TENS no alívio da dor durante o movimento. Essa ação pode remeter ao fato que a inibição da dor é estimulada com a aplicação da TENS, concomitantemente, a redução da intensidade da dor contribui para melhora funcional do movimento (SLUKA *et al.*, 2013), assim como o movimento associado à analgesia pode contribuir na projeção de estímulos neurais para oferecer efeito sob a sensibilização central e/ou periférica.

Há diversas revisões sistemáticas e meta-análises inconclusivas sobre TENS em condições específicas, e isso é recorrente devido ao tamanho de amostra, como na revisão de

Johnson *et al.* (2017) que concluíram um efeito positivo da TENS para pessoas com fibromialgia, mas com evidência baixa para confiabilidade devido tamanho da amostra. Além disso, as revisões sistemáticas e os estudos incluídos focam apenas na avaliação da intensidade da dor em repouso ou em movimento, mas não analisam os testes de fenômenos neurofisiológicos de sensibilização, diferentemente do nosso estudo que visou verificar esses testes como desfecho primário. Apesar das limitações, assim como nosso estudo, outras revisões sistemáticas e meta-análises que investigaram sobre a intensidade da dor, constataram o alívio da dor através da TENS na dor musculoesquelética crônica (JOHNSON; MARTINSON, 2007), dor clínica aguda e crônica (ALMEIDA *et al.*, 2018), alívio da dor em curto prazo, mas não em longo, para osteoartrite (BJORDAL *et al.*, 2007), diferentemente, há estudos que mostram que a TENS não foi mais eficiente do que o grupo controle na dor lombar crônica (KHADILKAR *et al.*, 2008; WU *et al.*, 2018) e cervicálgia crônica (MARTIMBIANCO *et al.*, 2019). E de nosso conhecimento, não foi possível verificar outra revisão que analisou os desfechos de hiperalgesia, somação temporal e modulação condicionada da dor.

Apesar das limitações encontradas, o estudo remete-se à importância e influência da frequência, tempo e intensidade para favorecer o tratamento analgésico através da TENS nos fenômenos neurofisiológicos. Além disso, estar ciente da teoria para relacionar com o efeito na prática de acordo com os receptores e neurotransmissores ativados em cada frequência, a importância do tempo para exposição do receptor e tolerância, assim como o limiar de intensidade com ativação das fibras musculares para otimizar os efeitos clínicos e fisiológicos em relação à sensibilização central e/ou periférica.

Através dos resultados encontrados nessa revisão, pode-se perceber que a análise subjetiva da intensidade da dor é a mais utilizada nos estudos. Em seguida, encontra-se a investigação da hiperalgesia primária/segmentar através do limiar de dor por pressão. Vale ressaltar a importância de mais estudos robustos que utilizem as avaliações neurofisiológicas clínicas para avaliar a analgesia através do uso da TENS, incluindo, além da intensidade da dor e hiperalgesia primária, a hiperalgesia secundária, somação temporal e modulação condicionada da dor, e assim poder inferir relação com mecanismos de sensibilização.

O presente estudo realizou a análise de artigos com participantes com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda. Para isso, foram utilizadas nove bases de dados e dois revisores de forma independente com alta concordância para realizar o processamento de elegibilidade dos artigos. Além disso, foi utilizada a escala de risco de viés

da colaboração Cochrane, a análise da incerteza ao redor da evidência através da declaração GRADE e o desenvolvimento de meta-análises.

Limitações do estudo

Potencial limitação da nossa pesquisa foram a exclusão de estudos potencialmente elegíveis para meta-análise devido à ausência de dados pertinentes para média e desvio padrão dos desfechos analisados e sem resposta dos autores com a solicitação dos dados para análise. O presente estudo não investigou detalhadamente as diferenças entre os estudos quanto ao tempo de avaliação (antes, durante e/ou após aplicação) e follow-up. Em relação aos estudos incluídos na revisão, foi verificada alta heterogeneidade quanto aos parâmetros da TENS, características dos eletrodos e número de sessões, falta de descrição detalhada sobre os parâmetros utilizados, o que dificulta a compreensão e replicação do estudo na pesquisa e na clínica.

Um dos principais pontos que levou a uma alta imprecisão nos resultados da meta-análise e redução de nível na GRADE foi o pequeno tamanho das amostras dos estudos para comparação das intervenções, visto que o tamanho ideal da amostra é 200 participantes por grupo, e o único estudo que apresentou quase 100 participantes em três grupos foi o de Dailey et al. (2020), o qual comparou TENS (n = 103), placebo (n = 99) e nenhum tratamento (n = 99) para mulheres com fibromialgia.

Em ambos os tipos de estudos incluídos na revisão, a intensidade foi analisada quanto a sua descrição, limiar e variação. Consideramos os termos “sensorial” ou “motor” que já eram expostos no artigo, analisamos a descrição para julgar o que não deixaram claro, mas os que não conseguimos classificar deixamos como “dado insuficiente” na tabela. Isso levou à limitação para conseguir realizar a meta-análise nos subgrupos de intensidade e prejudica a replicação do estudo na prática clínica.

A intensidade da dor foi avaliada por 27 estudos, sendo 16 referente à dor crônica e 11 à dor experimental aguda, já hiperalgesia foi analisada em 24 estudos, sendo apenas quatro com dor crônica e 20 com dor experimental aguda. Ao todo apenas dois estudos avaliaram a somação temporal da dor, e nenhum fez uma análise direta da modulação condicionada da dor. Com base nessas observações, pode ser notado que os estudos clínicos tendem a usar mais a avaliação subjetiva da dor, enquanto nos estudos experimentais em indivíduos saudáveis, além da intensidade da dor, incluem a análise do desfecho neurofisiológico, como a hiperalgesia.

7 CONCLUSÃO DOS AUTORES

7.1 Implicações para prática e pesquisa

De nosso conhecimento, esta é a primeira revisão sistemática que aborda os resultados de ECRs com a população dor musculoesquelética crônica e com dor induzida em indivíduos saudáveis para investigar os resultados obtidos através do uso da TENS em relação aos fenômenos neurofisiológicos e clínicos. Apesar das limitações, esta revisão mostra nível de certeza moderada através da GRADE que favorece o uso da eletroestimulação para hiperalgesia primária, secundária, intensidade da dor em repouso e em movimento.

É importante a publicação de mais estudos que minimizem o risco de viés mencionados nessa revisão, assim como o viés na seleção, performance e detecção, maior tamanho de amostra nos grupos, descrição detalhada dos parâmetros utilizados na intervenção, clareza dos resultados obtidos em cada grupo e embasamento nos princípios neurofisiológicos e evidências científicas básicas e clínicas sobre mecanismos de ação da TENS para inferir a parametrização e avaliação a ser utilizada no estudo.

A grande quantidade de artigos publicados e sua heterogeneidade dificulta a tomada de decisão dos clínicos para intervenções eficazes baseadas em evidências, além da formulação de políticas públicas que utilizam recursos financeiros para investimento em determinada intervenção. Sendo assim, essa revisão traz uma síntese dos resultados na literatura sobre o uso da TENS na população com dor musculoesquelética crônica e dor experimental aguda, e incentiva a importância do desenvolvimento de estudos com diferentes populações e seu acompanhamento em longo prazo.

8 OUTRAS INFORMAÇÕES

8.1 Financiamento

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Bolsista PROCFIS: 88887.488649/2020-00

8.2 Interesses competitivos

Não há conflito de interesse entre os autores.

9 OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Obter um título de Mestre é de grande responsabilidade científica e social. Visando em adquirir conhecimento na área da Neurociência e experiência no desenvolvimento de pesquisas clínicas, decidi concorrer ao processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas (PROCFIS) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Primeiramente, em maio de 2019, concorri com um projeto sobre Doença de Parkinson, mas devido a alguns problemas, não consegui realizar a matrícula. Então, no intervalo de seis meses, enquanto não estava no mestrado, trabalhei na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE-Aracaju) para adquirir experiência prática na área que sou apaixonada (Fisioterapia Neurofuncional na Saúde da Criança e do Adolescente) e fui adaptando o projeto para a nova seleção do mestrado. Depois, em conversa com minha orientadora, decidimos mudar a pesquisa para população de Fibromialgia. Quando estava finalizando a mudança do projeto, veio a ideia de um estudo observacional na população com Enxaqueca Episódica, tema definido para concorrer ao processo seletivo no final do ano de 2019, e o mesmo foi aprovado na seleção para ser desenvolvido durante o mestrado.

Devido à pandemia da COVID-19, na primeira semana de aula, tivemos que adaptar toda a programação para acontecer de forma remota devido às medidas de segurança que exigiu o afastamento social. Enquanto estava cursando as disciplinas, ainda mantivemos o planejamento do projeto, com a esperança de que começaríamos no final do ano. Mas, devido à gravidade que a pandemia apresentava, e sob amparo da minha orientadora, decidimos por realizar uma revisão sistemática sobre a eletroestimulação.

Eu era uma recém-formada com receio e pensamento negativo em relação à eletroestimulação, mas aceitei o desafio proposto pela minha orientadora, até mesmo para aprender mais sobre a temática. E, durante o desenvolvimento deste trabalho, aprendi bastante sobre a TENS, visto que ainda tinha conhecimento da Teoria do Portão da Dor como mecanismo de ação da TENS. Então, aprender a teoria dos mecanismos neurofisiológicos para basear e esclarecer o estado da arte, e os efeitos dos fenômenos neurofisiológicos e clínicos apresentados neste estudo, mudou minha visão e me fez compreender, aceitar e defender o uso da eletroestimulação.

E, apesar do estudo ainda não ter gerado fruto científico, pretendemos publicá-lo em revista científica. Sou fisioterapeuta formada em 2019, com especialização em Fisioterapia

Neurofuncional (2021). Devido a este trabalho e aos frutos que serão gerados, decidi adentrar na especialização em Dor para fisioterapeutas (em andamento) para contribuir na construção do meu conhecimento na área e continuar na jornada acadêmica com minha aprovação no processo seletivo para doutorado no PROCFIS (2022).

Espero que esta dissertação contribua para seu conhecimento, caro leitor, assim como me ajudou a construir uma nova percepção sobre a TENS.

REFERÊNCIAS

- ADEDOYIN, R. A.; FADODUN, T.; ANDOH, C.; OLAOGUN, M. O. B.; ONIGBINDE, T. A.; AWOTIDEBE, T. O.; AIKOMO, A. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current on pain threshold in cold induced pain among apparently healthy subjects. **Fizyoterapi Rehabilitasyon**, v. 20, n. 1, p. 33–38, 2009.
- AGRIPINO, M. E. D. J.; LIMA, L. V.; FREITAS, I. F.; SOUTO, N. B. R.; CARVALHO, T. C. S.; DESANTANA, J. M. Influence of Therapeutic Approach in the TENS-induced Hypoalgesia. **Clinical Journal of Pain**, v. 32, n. 7, p. 594–601, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000243>
- ALMEIDA, C. C. de; SILVA, V. Z. M. da; JÚNIOR, G. C.; LIEBANO, R. E.; DURIGAN, J. L. Q. Transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current demonstrate similar effects in relieving acute and chronic pain: a systematic review with meta-analysis. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 22, n. 5, p. 347–354, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.12.005>
- ALVES-GUERREIRO, J.; NOBLE, J. G.; LOWE, A. S.; WALSH, D. M. The effect of three electrotherapeutic modalities upon peripheral nerve conduction and mechanical pain threshold. **Clinical Physiology**, v. 21, n. 6, p. 704–711, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2281.2001.00374.x>
- ARRIBAS-ROMANO, A.; FERNÁNDEZ-CARNERO, J.; MOLINA-RUEDA, F.; ANGULO-DIAZ-PARREÑO, S.; NAVARRO-SANTANA, M. J. Efficacy of physical therapy on nociceptive pain processing alterations in patients with chronic musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. **Pain Medicine**, v. 21, n. 10, p. 2502–2517, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/PM/PNZ366>
- BAEUMLER, P. I.; CONZEN, P.; IRNICH, D. High Temporal Summation of Pain Predicts Immediate Analgesic Effect of Acupuncture in Chronic Pain Patients—A Prospective Cohort Study. **Frontiers in Neuroscience**, v. 13, n. July, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00498>
- BJORDAL, J. M.; JOHNSON, M. I.; LJUNGGREEN, A. E. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters for postoperative pain. **European Journal of Pain**, v. 7, n. 2, p. 181–188, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1090-3801\(02\)00098-8](https://doi.org/10.1016/S1090-3801(02)00098-8)
- BJORDAL, J. M.; JOHNSON, M. I.; LOPES-MARTINS, R. A. B.; BOGEN, B.; CHOW, R.; LJUNGGREN, A. E. Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain. A systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 8, n. 51, p. 1–14, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-51>
- BORENSTEIN, M.; ROTHSTEIN, H. R.; HEDGES, L. V.; HIGGINS, J. **Introduction to meta-analysis**. [S. l.: s. n.].
- CHANDRAN, P.; SLUKA, K. A. Development of opioid tolerance with repeated transcutaneous electrical nerve stimulation administration. **Pain**, v. 102, n. 1–2, p. 195–201, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(02\)00381-0](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(02)00381-0)
- CHEING, G. L. Y.; CHAN, W. W. Y. Influence of choice of electrical stimulation site on peripheral neurophysiological and hypoalgesic effects. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 41, p. 412–417, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2340/16501977-0350>
- CHEING, G. L. Y.; HUI-CHAN, C. W. Y. Transcutaneous electrical nerve stimulation:

Nonparallel antinociceptive effects on chronic clinical pain and acute experimental pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n. 3, p. 305–312, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90142-9](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90142-9)

CHEING, G. L. Y.; HUI-CHAN, C. W. Y.; CHAN, K. M. Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain? **Clinical Rehabilitation**, v. 16, p. 749–760, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1191/0269215502cr549oa>

CHEING, G. L. Y.; TSUI, A. Y. Y.; LO, S. K.; HUI-CHAN, C. W. Y. Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 35, p. 62–68, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/16501970306116>

CHEN, C. C.; HUANG, W. Bin; CHUANG, Y. F.; HUANG, A. C. W.; CHANG, Y. J. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental blunt pressure pain in healthy participants in randomized controlled trial: Pulse frequency and pad size. **Journal of Medical and Biological Engineering**, v. 35, n. 4, p. 500–509, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40846-015-0062-3>

CHESTERTON, L. S.; BARLAS, P.; FOSTER, N. E.; LUNDEBERG, T.; WRIGHT, C. C.; BAXTER, G. D. Sensory stimulation (TENS): effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 99, p. 253–262, 2002. Disponível em: [papers2://publication/uuid/3EB7263A-5082-493D-8375-4AF840F3788E](https://doi.org/10.1054/pain.2002.37888)

CHESTERTON, L. S.; FOSTER, N. E.; WRIGHT, C. C.; BAXTER, G. D.; BARLAS, P. Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 106, p. 73–80, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(03\)00292-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(03)00292-6)

CHIMENTI, R. L.; FREY-LAW, L. A.; SLUKA, K. A. A Mechanism-Based Approach to Physical Therapist Management of Pain. **Physical Therapy**, v. 98, n. 5, p. 302–314, 2018.

CLAYDON, L. S.; CHESTERTON, L. S.; BARLAS, P.; SIM, J. Effects of simultaneous dual-site TENS stimulation on experimental pain. **European Journal of Pain**, v. 12, p. 696–704, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2007.10.014>

CLAYDON, L. S.; CHESTERTON, L. S.; BARLAS, P.; SIM, J. Dose-specific effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimental pain: A systematic review. **Clinical Journal of Pain**, v. 27, n. 7, p. 635–647, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e31821962b4>

CLAYDON, L. S.; CHESTERTON, L. S.; BARLAS, P.; SIM, J. Alternating-frequency TENS effects on experimental pain in healthy human participants: A randomized placebo-controlled trial. **Clinical Journal of Pain**, v. 29, n. 6, p. 533–539, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318262330f>

COWAN, S.; MCKENNA, J.; MCCRUM-GARDNER, E.; JOHNSON, M. I.; SLUKA, K. A.; WALSH, D. M. An Investigation of the Hypoalgesic Effects of TENS Delivered by a Glove Electrode. **J Pain**, v. 10, n. 7, p. 694–701, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2008.12.004>

CRAIG, J. A.; CUNNINGHAM, M. B.; WALSH, D. M.; BAXTER, G. D.; ALLEN, J. M. Lack of effect of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced delayed onset muscle soreness in humans. **Pain**, v. 67, p. 285–289, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(96\)03124-7](https://doi.org/10.1016/0304-3959(96)03124-7)

CRAMP, F. L.; NOBLE, G.; LOWE, A. S.; WALSH, D. M.; WILLER, J. C. A controlled study

on the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential therapy upon the RIII nociceptive and H- reflexes in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, p. 324–333, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.0810324>

D, C.; RA, M.; HJ, M.; F, F.; M, T.; G, L. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain. **The Cochrane database of systematic reviews**, n. 4, 2000.

DAILEY, D. L. *et al.* Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Reduces Movement-Evoked Pain and Fatigue: A Randomized, Controlled Trial. **Arthritis and Rheumatology**, v. 72, n. 5, p. 824–836, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/art.41170>

DAILEY, D. L.; RAKEL, B. A.; VANCE, C. G. T.; LIEBANO, R. E.; AMRIT, A. S.; BUSH, H. M.; LEE, K. S.; LEE, J. E.; SLUKA, K. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. **Pain**, v. 154, n. 11, p. 2554–2562, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.07.043>

DEEKS, J. J.; HIGGINS, J. P. T.; ALTMAN, D. G. Analysing data and undertaking meta-analyses. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**, p. 241–284, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch10>

DESANTANA, J. M.; DA SILVA, L. F. S.; DE RESENDE, M. A.; SLUKA, K. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation at both high and low frequencies activates ventrolateral periaqueductal grey to decrease mechanical hyperalgesia in arthritic rats. **Neuroscience**, v. 163, n. 4, p. 1233–1241, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.06.056>

DESANTANA, J. M.; DA SILVA, L. F. S.; SLUKA, K. A. Cholecystokinin receptors mediate tolerance to the analgesic effect of TENS in arthritic rats. **Pain**, v. 148, n. 1, p. 84–93, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2009.10.011>.Cholecystokinin

DESANTANA, J. M.; PERISSINOTTI, D. M. N.; OLIVEIRA JUNIOR, J. O. de; CORREIA, L. M. F.; OLIVEIRA, C. M. de; FONSECA, P. R. B. da. Definição revisada de dor pela Associação Internacional para o Estudo da Dor: conceitos, desafios e compromissos. **Physical therapy**, v. 100, n. 12, p. 2077–2078, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa183>

DESANTANA, J. M.; SANTANA-FILHO, V. J.; SLUKA, K. A. Modulation Between High- and Low-Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation Delays the Development of Analgesic Tolerance in Arthritic Rats. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 4, p. 754–760, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.027>.Modulation

DESANTANA, J. M.; WALSH, D. M.; VANCE, C.; RAKEL, B. A.; SLUKA, K. A. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of hyperalgesia and pain. **Current Rheumatology Reports**, v. 10, n. 6, p. 492–499, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11926-008-0080-z>

DEYO, R. A.; WALSH, N. E.; MARTIN, D. C.; SCHOENFELD, L. S.; RAMAMURTHY, S. A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. **The New English Journal of medicine**, v. 322, n. 23, p. 1627–1634, 1990.

DIAS, L. V.; CORDEIRO, M. A.; SCHMIDT DE SALES, R.; DOS SANTOS, M. M. B. R.; KORELO, R. I. G.; VOJCIECHOWSKI, A. S.; DE MACE DO, A. C. B. Immediate analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential current (IFC) on

chronic low back pain: Randomised placebo-controlled trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 27, p. 181–190, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.03.005>

FERRÁNDIZ, M. E. A.; NIJS, J.; GIDRON, Y.; ROUSSEL, N.; VANDERSTRAETEN, R.; VAN DYCK, D.; HUYSMANS, E.; DE KOONING, M. Auto-targeted neurostimulation is not superior to placebo in chronic low back pain: A fourfold blind randomized clinical trial. **Pain Physician**, v. 19, p. E707–E719, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.36076/ppj/2019.19.e707>

FERREIRA, A. P. de L.; DA COSTA, D. R. A.; DE OLIVEIRA, A. I. S.; CARVALHO, E. A. N.; CONTI, P. C. R.; COSTA, Y. M.; BONJARDIM, L. R. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain and improves the masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients: A randomized controlled trial. **Journal of Applied Oral Science**, v. 25, n. 2, p. 112–120, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-77572016-0173>

FOSTER, N. E.; BAXTER, F.; WALSH, D. M.; BAXTER, G. D.; ALLEN, J. M. Manipulation of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Variables has no Effect on Two Models of Experimental Pain in Humans. *The Clinical Journal of Pain*. **The Clinical Journal of Pain**, v. 12, n. 4, p. 301–310, 1996.

FRANCIS, R. P.; MARCHANT, P.; JOHNSON, M. I. Conventional versus acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in healthy human participants: Effects during stimulation. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 5, p. 363–370, 2011 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01025.x>

FRANCIS, R. P.; MARCHANT, P. R.; JOHNSON, M. I. Comparison of post-treatment effects of conventional and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): A randomised placebo-controlled study using cold-induced pain and healthy human participants. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 27, n. 8, p. 578–585, 2011 b. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/09593985.2010.551803>

GIBSON, W.; WAND, B. M.; MEADS, C.; CATLEY, M. J.; O'CONNELL, N. E. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain - An overview of Cochrane Reviews. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2019, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011890.pub2>

GRAVEN-NIELSEN, T.; ARENDT-NIELSEN, L. Assessment of mechanisms in localized and widespread musculoskeletal pain. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 6, n. 10, p. 599–606, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.107>

GRÖNE, E.; CRISPIN, A.; FLECKENSTEIN, J.; IRNICH, D.; TREEDE, R. D.; LANG, P. M. Test order of quantitative sensory testing facilitates mechanical hyperalgesia in healthy volunteers. **Journal of Pain**, v. 13, n. 1, p. 73–80, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.10.005>

GSCHIEL, B.; KAGER, H.; PIPAM, W.; WEICHART, K.; LIKAR, R. Analgetische effizienz von transkutaner elektrischer nervenstimulation (tens-therapie) bei patienten mit gonarthrose eine prospektive, randomisierte, placebokontrollierte, doppelblinde studie. **Schmerz**, v. 24, p. 494–500, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00482-010-0957-4>

GUYATT, G. H.; OXMAN, A. D.; VIST, G. E.; KUNZ, R.; FALCK-YTTER, Y.; ALONSO-COELLO, P.; SCHÜNEMANN, H. J. GRADE: An emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 336, n. 7650, p. 924–926, 2008.

- HACKETT, J.; NAUGLE, K. E.; NAUGLE, K. M. The Decline of Endogenous Pain Modulation With Aging: A Meta-Analysis of Temporal Summation and Conditioned Pain Modulation. **Journal of Pain**, v. 21, n. 5–6, p. 514–528, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.09.005>
- HIGGINS, J. P. T.; THOMPSON, S. G.; DEEKS, J. J.; ALTMAN, D. G. Measuring inconsistency in meta-analyses. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 327, n. 7414, p. 557–560, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10844-006-2974-4>
- HINGNE, P. M.; SLUKA, K. A. Blockade of NMDA receptors prevents analgesic tolerance to repeated transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in rats. **J Pain**, v. 9, n. 3, p. 217–225, 2008.
- IORIO, A. *et al.* Use of GRADE for assessment of evidence about prognosis: rating confidence in estimates of event rates in broad categories of patients. **BMJ**, v. 350, n. h870, 2015.
- JOHNSON, M. I.; ASHTON, C. H.; BOUSFIELD, D. R.; THOMPSON, J. W. Analgesic effects of different frequencies of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. **Pain**, v. 39, n. 2, p. 231–236, 1989. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(89\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0304-3959(89)90010-9)
- JOHNSON, M. I.; ASHTON, C. H.; BOUSFIELD, D. R.; THOMPSON, J. W. Analgesic effects of different pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. **Journal of Psychosomatic Research**, v. 35, n. 2–3, p. 313–321, 1991 a. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(91\)90086-4](https://doi.org/10.1016/0022-3999(91)90086-4)
- JOHNSON, M. I.; CLAYDON, L. S.; HERBISON, G. P.; JONES, G.; PALEY, C. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for fibromyalgia in adults (Review). **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 10, n. 10, p. CD012172, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012172.pub2.www.cochranelibrary.com>
- JOHNSON, M. I.; HAJELA, V. K.; ASHTON, C. H.; THOMPSON, J. W. The effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimental pain threshold and autonomic function in healthy subjects. **Pain**, v. 46, n. 3, p. 337–342, 1991 b. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(91\)90116-F](https://doi.org/10.1016/0304-3959(91)90116-F)
- JOHNSON, M. I.; JONES, G.; PALEY, C. A.; WITTKOPF, P. G. The clinical efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for acute and chronic pain: a protocol for a meta-analysis of randomised controlled trials (RCTs). **BMJ Open**, v. 9, n. 10, p. 1–8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029999>
- JOHNSON, M. I.; PALEY, C. A.; HOWE, T. E.; SLUKA, K. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2015, n. 6, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006142.pub3>
- JOHNSON, M. I.; TABASAM, G. A double blind placebo controlled investigation into the analgesic effects of inferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on cold-induced pain in healthy subjects. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 15, n. 4, p. 217–233, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/095939899307630>
- JOHNSON, M. I.; TABASAM, G. An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free volunteers. **Physical Therapy**, v. 83, n. 3, p. 208–223, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ptj/83.3.208>
- JOHNSON, M.; MARTINSON, M. Efficacy of electrical nerve stimulation for chronic musculoskeletal pain: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Pain**, v. 130, n. 1–2, p.

157–165, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.02.007>

JONES, I.; JOHNSON, M. I. Transcutaneous electrical nerve stimulation. **Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain**, v. 9, n. 4, p. 130–135, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkp021>

KALRA, A.; URBAN, M. O.; SLUKA, K. A. Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). **The journal of pharmacology and experimental therapeutics**, v. 298, n. 1, p. 257–63, 2001.

KHADILKAR, A.; ODEBIYI, D. O.; BROSSEAU, L.; WELLS, G. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2008, n. 4, p. CD003008, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003008.pub3>

KIM, H. Y.; WANG, J.; LEE, I.; KIM, H. K.; CHUNG, K.; CHUNG, J. M. Electroacupuncture suppresses capsaicin-induced secondary hyperalgesia through an endogenous spinal opioid mechanism. **Pain**, v. 145, n. 3, p. 332–340, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2009.06.035>

KING, E. W.; AUDETTE, K.; ATHMAN, G. A.; NGUYEN, H. O. X.; SLUKA, K. A.; FAIRBANKS, C. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation activates peripherally located alpha-2A adrenergic receptors. **Pain**, v. 115, n. 3, p. 364–373, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2005.03.027>

KOFOTOLIS, N. D.; VLACHOPOULOS, S. P.; KELLIS, E. Sequentially allocated clinical trial of rhythmic stabilization exercises and TENS in women with chronic low back pain. **Clinical Rehabilitation**, v. 22, p. 99–111, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0269215507080122>

LANGLEY, G. B.; SHEPPEARD, H.; JOHNSON, M.; WIGLEY, R. D. The analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and placebo in chronic pain patients - A double-blind non-crossover comparison. **Rheumatology International**, v. 4, n. 3, p. 119–123, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00541180>

LAURETTI, G. R.; CHUBACI, E. F.; MATTOS, A. L. Efficacy of the use of two simultaneously TENS devices for fibromyalgia pain. **Rheumatology International**, v. 33, n. 8, p. 2117–2122, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00296-013-2699-y>

LAW, P. P. W.; CHEING, G. L. Y. Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 36, p. 220–225, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/16501970410029834>

LAW, P. P. W.; CHEING, G. L. Y.; TSUI, A. Y. Y. Does transcutaneous electrical nerve stimulation improve the physical performance of people with knee osteoarthritis? **Journal of Clinical Rheumatology**, v. 10, n. 6, p. 295–299, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/01.rhu.0000147047.77460.b0>

LAZAROU, L.; KITSIOS, A.; LAZAROU, I.; SIKARAS, E.; TRAMPAS, A. Effects of Intensity of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on Pressure Pain Threshold and Blood Pressure in Healthy Humans. **Clin J Pain**, v. 25, n. 9, p. 773–780, 2009.

LEVIN, M.; HUI-CHAN, C. Conventional and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation excite similar afferent fibers. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 74, n. 1, p. 54–60, 1993.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GOTZSCHE, P. C.;

- IOANNIDIS, J. P. A.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P. J.; KLEIJNEN, J.; MOHER, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. **BMJ**, v. 339, n. b2700, 2009. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>
- LIEBANO, R. E.; RAKEL, B.; VANCE, C. G. T.; WALSH, D. M.; SLUKA, K. A. An investigation of the development of analgesic tolerance to TENS in humans. **Pain**, v. 152, n. 2, p. 335–342, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.040>
- LIMA, L. V.; CRUZ, K. M. L.; ABNER, T. S. S.; MOTA, C. M. D.; AGRIPINO, M. E. J.; SANTANA-FILHO, V. J.; DESANTANA, J. M. Associating high intensity and modulated frequency of TENS delays analgesic tolerance in rats. **European Journal of Pain (United Kingdom)**, v. 19, n. 3, p. 369–376, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ejp.555>
- MA, Y. T.; SLUKA, K. A. Reduction in inflammation-induced sensitization of dorsal horn neurons by transcutaneous electrical nerve stimulation in anesthetized rats. **Experimental Brain Research**, v. 137, n. 4, p. 94–102, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s002210000629>
- MAAYAH, M.; AL-JARRAH, M. Evaluation of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation as a Treatment of Neck Pain due to Musculoskeletal Disorders. **Journal of Clinical Medicine Research**, v. 2, n. 3, p. 127–136, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4021/jocmr2010.06.370e>
- MACEDO, L. B.; JOSUÉ, A. M.; MAIA, P. H. B.; CÂMARA, A. E.; BRASILEIRO, J. S. Effect of burst TENS and conventional TENS combined with cryotherapy on pressure pain threshold: Randomised, controlled, clinical trial. **Physiotherapy (United Kingdom)**, v. 101, n. 2, p. 155–160, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2014.07.004>
- MAEDA, Y.; LISI, T. L.; VANCE, C. G. T.; SLUKA, K. A. Release of GABA and activation of GABAA in the spinal cord mediates the effects of TENS in rats. **Brain Research**, v. 1136, n. 1, p. 43–50, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.11.061>
- MARCHAND, S.; CHAREST, J.; LI, J.; CHENARD, J. R.; LAVIGNOLLE, B.; LAURENCELLE, L. Is TENS purely a placebo effect? A controlled study on chronic low back pain. **Pain**, v. 54, n. 1, p. 99–106, 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(93\)90104-W](https://doi.org/10.1016/0304-3959(93)90104-W)
- MARTIMBIANCO, A. L. C.; PORFÍRIO, G. J. M.; PACHECO, R. L.; TORLONI, M. R.; RIERA, R. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic neck pain. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 12, n. 12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011927.pub2>
- MCDOWELL, B. C.; MCCORMACK, K.; WALSH, D. M.; BAXTER, D. G.; ALLEN, J. M. Comparative analgesic effects of H-wave therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation on pain threshold in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n. 9, p. 1001–1004, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90051-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90051-5)
- MCGOWAN, J.; SAMPSON, M.; SALZWEDEL, D. M.; COGO, E.; FOERSTER, V.; LEFEBVRE, C. PRESS Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Statement. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 75, p. 40–46, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.01.021>
- MCHUGH, M. L. Interrater reliability: the kappa statistic. **Biochemia medica**, v. 22, n. 3, p. 276–82, 2012.

- MELZACK, R.; WALL, P. D. Pain Mechanisms: A New Theory. **Science**, v. 150, n. 3699, p. 971–9, 1965. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.150.3699.971>
- MENEZES, M. A.; PEREIRA, T. A. B.; TAVARES, L. M.; LEITE, B. T. Q.; NETO, A. G. R.; CHAVES, L. M. S.; LIMA, L. V.; DA SILVA-GRIGOLLETO, M. E.; DESANTANA, J. M. Immediate effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) administered during resistance exercise on pain intensity and physical performance of healthy subjects: a randomized clinical trial. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 9, p. 1941–1958, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3919-7>
- MONTENEGRO, E. J. N.; ALBUQUERQUE, N. B. de; MARIZ, L. M. R. de; COSTA, R. de C. da S.; MONTARROYOS, C. S.; MOTTA, M. A. da. Ação da TENS acupuntural em acupontos na dor induzida pela hipotermia local (0-2° C). **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, n. 3, p. 483–492, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-51502010000300015>
- MOORE, S. R.; SHURMAN, J. Combined Neuromuscular Electrical Stimulation and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Treatment Comparison. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 78, n. January, p. 55–60, 1997.
- MORAN, F.; LEONARD, T.; HAWTHORNE, S.; HUGHES, C. M.; MCCRUM-GARDNER, E.; JOHNSON, M. I.; RAKEL, B. A.; SLUKA, K. A.; WALSH, D. M. Hypoalgesia in response to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) depends on stimulation intensity. **Journal of Pain**, v. 12, n. 8, p. 929–935, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.02.352>
- MOYA, R.; ROSALES, J.; FLORES, C. Efecto de la estimulación eléctrica neural transcutánea (TENS) a nivel lumbar segmentario. **Revista El Dolor**, v. 22, n. 60, p. 20–25, 2013.
- OLIVERI, A. G.; CLELLAND, J. A.; JACKSON, J.; KNOWLES, C. Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain threshold. **Physical Therapy**, v. 66, n. 1, p. 12–16, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ptj/69.1.10>
- OOSTERHOF, J.; WILDER-SMITH, O. H.; DE BOO, T.; OOSTENDORP, R. A. B.; CRUL, B. J. P. The Long-Term Outcome of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in the Treatment for Patients with Chronic Pain: A Randomized, Placebo-Controlled Trial. **Pain Practice**, v. 12, n. 7, p. 513–522, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1533-2500.2012.00533.x>
- PAGE, M. *et al.* PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 372, p. n160, 2021.
- PALEY, C. A.; WITTKOPF, P. G.; JONES, G.; JOHNSON, M. I. Does TENS Reduce the Intensity of Acute and Chronic Pain? A Comprehensive Appraisal of the Characteristics and Outcomes of 169 Reviews and 49 Meta-Analyses. **Medicina**, v. 57, n. 10, p. 1060, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/medicina57101060>
- PALMER, S. T.; MARTIN, D. J.; STEEDMAN, W. M.; RAVEY, J. Effects of Electric Stimulation on C and A Delta Fiber-Mediated Thermal Perception Thresholds. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 1, p. 119–128, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00432-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00432-5)
- PANTALEÃO, M. A.; LAURINO, M. F.; GALLEGO, N. L. G.; CABRAL, C. M. N.; RAKEL, B.; VANCE, C.; SLUKA, K. A.; WALSH, D. M.; LIEBANO, R. E. Adjusting pulse amplitude during transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) application produces greater hypoalgesia. **Journal of Pain**, v. 12, n. 5, p. 581–590, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.11.001>

- PERROT, S.; COHEN, M.; BARKE, A.; KORWISI, B.; RIEF, W.; TREEDE, R. D.; PAIN, T. I. T. for the C. of C. The IASP classification of chronic pain for ICD-11: Chronic secondary musculoskeletal pain. **Pain**, v. 160, n. 1, p. 77–82, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001362>
- RADHAKRISHNAN, R.; KING, E. W.; DICKMAN, J. K.; HEROLD, C. A.; JOHNSTON, N. F.; SPURGIN, M. L.; SLUKA, K. A. Spinal 5-HT₂ and 5-HT₃ receptors mediate low, but not high, frequency TENS-induced antihyperalgesia in rats. **Pain**, v. 105, n. 1–2, p. 205–213, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3624763/pdf/nihms412728.pdf>
- RADHAKRISHNAN, R.; SLUKA, K. A. Spinal muscarinic receptors are activated during low or high frequency TENS-induced antihyperalgesia in rats. **Neuropharmacology**, v. 45, n. 8, p. 1111–1119, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0028-3908\(03\)00280-6](https://doi.org/10.1016/S0028-3908(03)00280-6)
- RADHAKRISHNAN, R.; SLUKA, K. A. Deep tissue afferents, but not cutaneous afferents, mediate transcutaneous electrical nerve stimulation-induced antihyperalgesia. **Journal of Pain**, v. 6, n. 10, p. 673–680, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2005.06.001>
- RAJA, S. N. *et al.* The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. **Pain**, v. 161, n. 9, p. 1976–1982, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- RAKEL, B. *et al.* A New Transient Sham TENS Device Allows for Investigator Blinding While Delivering a True Placebo Treatment. **Journal of Pain**, v. 11, n. 3, p. 230–238, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2009.07.007>
- RAKEL, B.; FRANTZ, R. Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Postoperative Pain With Movement. **Journal of Pain**, v. 4, n. 8, p. 455–464, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1067/S1526-5900\(03\)00780-6](https://doi.org/10.1067/S1526-5900(03)00780-6)
- RAMPAZO DA SILVA, É. P.; SILVA, V. R.; BERNARDES, A. S.; MATUZAWA, F.; LIEBANO, R. E. Segmental and extrasegmental hypoalgesic effects of low-frequency pulsed current and modulated kilohertz-frequency currents in healthy subjects: randomized clinical trial. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 37, n. 8, p. 916–925, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1650857>
- RAMPAZO, É. P.; MARTIGNAGO, C. C. S.; DE NORONHA, M.; LIEBANO, R. E. Transcutaneous electrical stimulation in neck pain: A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Pain (United Kingdom)**, v. 26, n. 1, p. 18–42, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ejp.1845>
- RESENDE, M.; GONÇALVES, H.; SABINO, G.; PEREIRA, L.; FRANCISCHI, J. Redução do efeito analgésico da estimulação elétrica nervosa transcutânea de baixa frequência em ratos tolerantes à morfina. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 3, p. 291–296, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-35552006000300007>
- ROCHA, A. P. C.; KRAYCHETE, D. C.; LEMONICA, L.; DE CARVALHO, L. R.; DE BARROS, G. A. M.; GARCIA, J. B. dos S.; SAKATA, R. K. Pain: current aspects on peripheral and central sensitization. **Revista brasileira de anestesiologia**, v. 57, n. 1, p. 94–105, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-70942007000100011>
- RODRIGUES, J. de F.; MORENO, G. M. M.; ALBUQUERQUE, N. B. de; DE MARIZ, L. M. R.; MONTENEGRO, E. J. N.; DA MOTTA, M. A. TENS de baixa e alta frequência com longa duração de pulso não interfere na dor induzida pelo frio. **Revista Neurociências**, v. 18, n. 3, p. 287–293, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/rnc.2010.v18.8456>

ROKUGO, T.; TAKEUCHI, T.; ITO, H. A Histochemical Study of Substance P in the Rat Spinal Cord: Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. **J Nippon Med Sch**, v. 69, n. 5, p. 428–433, 2002.

SABINO, G. S.; SANTOS, C. M. F.; FRANCISCHI, J. N.; DE RESENDE, M. A. Release of Endogenous Opioids Following Transcutaneous Electric Nerve Stimulation in an Experimental Model of Acute Inflammatory Pain. **Journal of Pain**, v. 9, n. 2, p. 157–163, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2007.09.003>

SAHIN, N.; ALBAYRAK, I.; UGURLU, H. Effect of different transcutaneous electrical stimulation modalities on cervical myofascial pain syndrome. **Journal of Musculoskeletal Pain**, v. 19, n. 1, p. 18–23, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/10582452.2010.538825>

SATO, K. L.; SANADA, L. S.; RAKEL, B. A.; SLUKA, K. A. Increasing intensity of TENS prevents analgesic tolerance in rats. **Journal of Pain**, v. 13, n. 9, p. 884–890, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.06.004>

SHIMOJI, K.; TAKAHASHI, N.; NISHIO, Y.; KOYANAGI, M.; AIDA, S. Pain relief by transcutaneous electric nerve stimulation with bidirectional modulated sine waves in patients with chronic back pain: A randomized, double-blind, sham-controlled study. **Neuromodulation**, v. 10, n. 1, p. 42–51, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1525-1403.2007.00086.x>

SHIMOURA, K.; IJIMA, H.; SUZUKI, Y.; AOYAMA, T. Immediate Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain and Physical Performance in Individuals With Preradiographic Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 100, p. 300–306, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.08.189>

SHRAIM, M. A.; MASSÉ-ALARIE, H.; HALL, L. M.; HODGES, P. W. Systematic review and synthesis of mechanism-based classification systems for pain experienced in the musculoskeletal system. **Clinical Journal of Pain**, v. 36, n. 10, p. 793–812, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000860>

SLUKA, K. A.; BAILEY, K.; BOGUSH, J.; OLSON, R.; RICKETTS, A. Treatment with either high or low frequency TENS reduces the secondary hyperalgesia observed after injection of kaolin and carrageenan into the knee joint. **Pain**, v. 77, n. 1, p. 97–102, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(98\)00090-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(98)00090-6)

SLUKA, K. A.; BJORDAL, J. M.; MARCHAND, S.; RAKEL, B. A. What Makes Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Work? Making Sense of the Mixed Results in the Clinical Literature. **Physical Therapy**, v. 93, n. 10, p. 1397–1402, 2013.

SLUKA, K. A.; JUDGE, M. A.; MCCOLLEY, M. M.; REVEIZ, P. M. Low frequency TENS is less effective than high frequency TENS at reducing inflammation-induced hyperalgesia in morphine-tolerant rats. **European Journal of Pain**, v. 4, n. 2, p. 185–193, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1053/eujp.2000.0172>

SLUKA, K. A.; LISI, T. L.; WESTLUND, K. N. Increased Release of Serotonin in the Spinal Cord During Low, But Not High, Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation in Rats With Joint Inflammation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, n. 8, p. 1137–1140, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.04.023>

SLUKA, K. A.; VANCE, C. G. T.; LISI, T. L. High-frequency, but not low-frequency, transcutaneous electrical nerve stimulation reduces aspartate and glutamate release in the spinal

cord dorsal horn. **Journal of Neurochemistry**, v. 95, n. 6, p. 1794–1801, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2005.03511.x>

SLUKA, K. A.; WALSH, D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: Basic science mechanisms and clinical effectiveness. **Journal of Pain**, v. 4, n. 3, p. 109–121, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1054/jpai.2003.434>

SLUKA, K. A.; WESTLUND, K. N. An experimental arthritis model in rats: dorsal horn aspartate and glutamate increases. **Neuroscience Letters**, v. 145, p. 141–144, 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(93\)90357-Q](https://doi.org/10.1016/0304-3940(93)90357-Q)

SOLOMON, R. A.; VIERNSTEIN, M. C.; LONG, D. M. Reduction of postoperative pain and narcotic use by transcutaneous electrical nerve stimulation. **Surgery**, v. 87, p. 142–146, 1980.

SON, S. J.; KIM, H.; SEELEY, M. K.; HOPKINS, J. T. Efficacy of Sensory Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Perceived Pain and Gait Patterns in Individuals With Experimental Knee Pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 98, n. 1, p. 25–35, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.05.022>

STARKWEATHER, A. R.; HEINEMAN, A.; STOREY, S.; RUBIA, G.; LYON, D. E.; GREENSPAN, J.; DORSEY, S. G. Methods to measure peripheral and central sensitization using quantitative sensory testing: A focus on individuals with low back pain. **Applied Nursing Research**, v. 29, p. 237–241, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2015.03.013>

SUNSHINE, W.; FIELD, T. M.; QUINTINO, O.; FIERRO, K.; KUHN, C.; BURMAN, I.; SCHANBERG, S. Fibromyalgia Benefits From Massage Therapy and Transcutaneous Electrical Stimulation. **Journal of Clinical Rheumatology**, v. 2, n. 1, p. 18–22, 1996.

TAKIGUCHI, N.; SHOMOTO, K. Contralateral segmental transcutaneous electrical nerve stimulation inhibits nociceptive flexion reflex in healthy participants. **European Journal of Pain (United Kingdom)**, v. 23, n. 6, p. 1098–1107, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ejp.1373>

TOPUZ, O.; OZfidAN, E.; OZGEN, M.; ARDIC, F. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and percutaneous neuromodulation therapy in chronic low back pain. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 17, p. 127–133, 2004.

TORTORICI, V.; ROBBINS, C. S.; MORGAN, M. M. Tolerance to the antinociceptive effect of morphine microinjections into the ventral but not lateral-dorsal periaqueductal gray of the rat. **Behavioral Neuroscience**, v. 113, n. 4, p. 833–839, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/0735-7044.113.4.833>

VANCE, C. G. T.; DAILEY, D. L.; RAKEL, B. A.; SLUKA, K. A. Using TENS for pain control: the state of the evidence. **Pain management**, v. 4, n. 3, p. 197–209, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2217/pmt.14.13>

VANCE, C. G. T.; RADHAKRISHNAN, R.; SKYBA, D. A.; SLUKA, K. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation at both high and low frequencies reduces primary hyperalgesia in rats with joint inflammation in a time-dependent manner. **Physical Therapy**, v. 87, n. 1, p. 44–51, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.2522/ptj.20060032>

VANCE, C. G. T.; RAKEL, B. A.; BLODGETT, N. P.; DESANTANA, J. M.; AMENDOLA, A.; ZIMMERMAN, M. B.; WALSH, D. M.; SLUKA, K. A. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Physical Therapy**, v. 92, n. 7, p. 898–910, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2522/ptj.20110183>

WALSH, D. M.; LIGGETT, C.; BAXTER, D.; ALLEN, J. M. A double-blind investigation of

the hypoalgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced ischaemic pain. **Pain**, v. 61, n. 1, p. 39–45, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(94\)00147-7](https://doi.org/10.1016/0304-3959(94)00147-7)

WALSH, D. M.; LOWE, A. S.; MCCORMACK, K.; WILLER, J. C.; BAXTER, G. D.; ALLEN, J. M. Transcutaneous electrical nerve stimulation: Effect on peripheral nerve conduction, mechanical pain threshold, and tactile threshold in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 79, n. 9, p. 1051–1058, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90170-8](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90170-8)

WANG, K.; SVENSSON, P.; ARENDT-NIELSEN, L. Effect of acupuncture-like electrical stimulation on chronic tension-type headache: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. **Clinical Journal of Pain**, v. 23, n. 4, p. 316–322, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318030c904>

WU, L. C.; WENG, P. W.; CHEN, C. H.; HUANG, Y. Y.; TSUANG, Y. H.; CHIANG, C. J. Literature Review and Meta-Analysis of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Treating Chronic Back Pain. **Regional Anesthesia and Pain Medicine**, v. 43, n. 4, p. 425–433, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000740>

YAM, M. F.; LOH, Y. C.; TAN, C. S.; ADAM, S. K.; MANAN, N. A.; BASIR, R. General pathways of pain sensation and the major neurotransmitters involved in pain regulation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 8, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms19082164>

ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO

DOR MUSCULOESQUELÉTICA CRÔNICA

AGUILAR FERRÁNDIZ, M. E. et al. Auto-Targeted Neurostimulation Is Not Superior to Placebo in Chronic Low Back Pain: A Fourfold Blind Randomized Clinical Trial. **Pain physician**, v. 19, n. 5, p. E707–E719, 2016.

CHEING, G. L. Y.; HUI-CHAN, C. W. Y. Transcutaneous electrical nerve stimulation: Nonparallel antinociceptive effects on chronic clinical pain and acute experimental pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n. 3, p. 305–312, 1999.

CHEING, G. L. Y.; HUI-CHAN, C. W. Y.; CHAN, K. M. Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain? **Clinical Rehabilitation**, v. 16, p. 749–760, 2002.

CHEING, G. L. Y. et al. Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 35, p. 62–68, 2003.

DAILEY, D. L. et al. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Reduces Movement-Evoked Pain and Fatigue: A Randomized, Controlled Trial. **Arthritis and Rheumatology**, v. 72, n. 5, p. 824–836, 2020.

DIAS, L. V. et al. Immediate analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential current (IFC) on chronic low back pain: Randomised placebo-controlled trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 27, p. 181–190, 2021.

FERREIRA, A. P. DE L. et al. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain and improves the masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients: A randomized controlled trial. **Journal of Applied Oral Science**, v. 25, n. 2, p. 112–120, 2017.

GSCHIEL, B. et al. Analgetische effizienz von transkutaner elektrischer nervenstimulation (tens-therapie) bei patienten mit gonarthrose eine prospektive, randomisierte, placebokontrollierte, doppelblinde studie. **Schmerz**, v. 24, p. 494–500, 2010.

KOFOTOLIS, N. D.; VLACHOPOULOS, S. P.; KELLIS, E. Sequentially allocated clinical trial of rhythmic stabilization exercises and TENS in women with chronic low back pain. **Clinical Rehabilitation**, v. 22, p. 99–111, 2008.

LANGLEY, G. B. et al. The analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and placebo in chronic pain patients - A double-blind non-crossover comparison. **Rheumatology International**, v. 4, n. 3, p. 119–123, 1984.

LAURETTI, G. R.; CHUBACI, E. F.; MATTOS, A. L. Efficacy of the use of two simultaneously TENS devices for fibromyalgia pain. **Rheumatology International**, v. 33, n. 8, p. 2117–2122, 2013.

LAW, P. P. W.; CHEING, G. L. Y. Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 36, p. 220–225, 2004a.

LAW, P. P. W.; CHEING, G. L. Y.; TSUI, A. Y. Y. Does transcutaneous electrical nerve stimulation improve the physical performance of people with knee osteoarthritis? **Journal of Clinical Rheumatology**, v. 10, n. 6, p. 295–299, 2004b.

MARCHAND, S. et al. Is TENS purely a placebo effect? A controlled study on chronic low back pain. **Pain**, v. 54, n. 1, p. 99–106, 1993.

MAAYAH, M.; AL-JARRAH, M. Evaluation of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation as a Treatment of Neck Pain due to Musculoskeletal Disorders. **Journal of Clinical Medicine Research**, v. 2, n. 3, p. 127–136, 2010.

SAHIN, N.; ALBAYRAK, I.; UGURLU, H. Effect of different transcutaneous electrical stimulation modalities on cervical myofascial pain syndrome. **Journal of Musculoskeletal Pain**, v. 19, n. 1, p. 18–23, 2011.

SHIMOJI, K. et al. Pain relief by transcutaneous electric nerve stimulation with bidirectional modulated sine waves in patients with chronic back pain: A randomized, double-blind, sham-controlled study. **Neuromodulation**, v. 10, n. 1, p. 42–51, 2007.

SHIMOURA, K. et al. Immediate Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain and Physical Performance in Individuals With Preradiographic Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 100, p. 300–306, 2019.

SUNSHINE, W. et al. Fibromyalgia Benefits From Massage Therapy and Transcutaneous Electrical Stimulation. **Journal of Clinical Rheumatology**, v. 2, n. 1, p. 18–22, 1996.

TOPUZ, O. et al. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and percutaneous neuromodulation therapy in chronic low back pain. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 17, p. 127–133, 2004.

VANCE, C. G. T. et al. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Physical Therapy**, v. 92, n. 7, p. 898–910, 2012.

WANG, K.; SVENSSON, P.; ARENDT-NIELSEN, L. Effect of acupuncture-like electrical stimulation on chronic tension-type headache: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. **Clinical Journal of Pain**, v. 23, n. 4, p. 316–322, 2007.

DOR INDUZIDA EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

ADEDOYIN, R. A. et al. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current on pain threshold in cold induced pain among apparently healthy subjects. **Fizyoterapi Rehabilitasyon**, v. 20, n. 1, p. 33–38, 2009.

AGRIPINO, M. E. D. J. et al. Influence of Therapeutic Approach in the TENS-induced Hypoalgesia. **Clinical Journal of Pain**, v. 32, n. 7, p. 594–601, 2016.

ALVES-GUERREIRO, J. et al. The effect of three electrotherapeutic modalities upon peripheral nerve conduction and mechanical pain threshold. **Clinical Physiology**, v. 21, n. 6, p. 704–711, 2001.

CHEING, G. L. Y.; CHAN, W. W. Y. Influence of choice of electrical stimulation site on peripheral neurophysiological and hypoalgesic effects. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 41, p. 412–417, 2009.

CHEN, C. C. et al. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental blunt pressure pain in healthy participants in randomized controlled trial: Pulse frequency and pad size. **Journal of Medical and Biological Engineering**, v. 35, n. 4, p. 500–509, 2015.

CHESTERTON, L. S. et al. Sensory stimulation (TENS): effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 99, p. 253–262, 2002.

- CHESTERTON, L. S. et al. Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 106, p. 73–80, 2003.
- CLAYDON, L. S. et al. Effects of simultaneous dual-site TENS stimulation on experimental pain. **European Journal of Pain**, v. 12, p. 696–704, 2008.
- CLAYDON, L. S. et al. Alternating-frequency TENS effects on experimental pain in healthy human participants: A randomized placebo-controlled trial. **Clinical Journal of Pain**, v. 29, n. 6, p. 533–539, 2013.
- COWAN, S. et al. An Investigation of the Hypoalgesic Effects of TENS Delivered by a Glove Electrode. **J Pain**, v. 10, n. 7, p. 694–701, 2009.
- CRAIG, J. A. et al. Lack of effect of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced delayed onset muscle soreness in humans. **Pain**, v. 67, p. 285–289, 1996.
- CRAMP, F. L. et al. A controlled study on the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential therapy upon the RIII nociceptive and H- reflexes in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, p. 324–333, 2000.
- FOSTER, N. E. et al. Manipulation of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Variables has no Effect on Two Models of Experimental Pain in Humans. **The Clinical Journal of Pain**, v. 12, n. 4, p. 301–310, 1996.
- FRANCIS, R. P.; MARCHANT, P.; JOHNSON, M. I. Conventional versus acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in healthy human participants: Effects during stimulation. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 5, p. 363–370, 2011a.
- FRANCIS, R. P.; MARCHANT, P. R.; JOHNSON, M. I. Comparison of post-treatment effects of conventional and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): A randomised placebo-controlled study using cold-induced pain and healthy human participants. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 27, n. 8, p. 578–585, 2011b.
- JOHNSON, M. I. et al. Analgesic effects of different frequencies of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. **Pain**, v. 39, n. 2, p. 231–236, 1989.
- JOHNSON, M. I. et al. The effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimental pain threshold and autonomic function in healthy subjects. **Pain**, v. 46, n. 3, p. 337–342, 1991a.
- JOHNSON, M. I. et al. Analgesic effects of different pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. **Journal of Psychosomatic Research**, v. 35, n. 2–3, p. 313–321, 1991b.
- JOHNSON, M. I.; TABASAM, G. A double blind placebo controlled investigation into the analgesic effects of inferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on cold-induced pain in healthy subjects. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 15, n. 4, p. 217–233, 1999.
- JOHNSON, M. I.; TABASAM, G. An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free volunteers. **Physical Therapy**, v. 83, n. 3, p. 208–223, 2003.

- LAZAROU, L. et al. Effects of Intensity of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on Pressure Pain Threshold and Blood Pressure in Healthy Humans. **Clinical Journal of Pain**, v. 25, n. 9, p. 773–780, 2009.
- LIEBANO, R. E. et al. An investigation of the development of analgesic tolerance to TENS in humans. **Pain**, v. 152, n. 2, p. 335–342, 2011.
- MACEDO, L. B. et al. Effect of burst TENS and conventional TENS combined with cryotherapy on pressure pain threshold: Randomised, controlled, clinical trial. **Physiotherapy (United Kingdom)**, v. 101, n. 2, p. 155–160, 2015.
- MCDOWELL, B. C. et al. Comparative analgesic effects of H-wave therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation on pain threshold in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n. 9, p. 1001–1004, 1999.
- MONTENEGRO, E. J. N. et al. Ação da TENS acupuntural em acupontos na dor induzida pela hipotermia local (0-2° C). **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, n. 3, p. 483–492, 2010.
- MORAN, F. et al. Hypoalgesia in response to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) depends on stimulation intensity. **Journal of Pain**, v. 12, n. 8, p. 929–935, 2011.
- MOYA, R.; ROSALES, J.; FLORES, C. Efecto de la estimulación eléctrica neural transcutánea (TENS) a nivel lumbar segmentario. **Revista El Dolor**, v. 22, n. 60, p. 20–25, 2013.
- OLIVERI, A. G. et al. Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain threshold. **Physical Therapy**, v. 66, n. 1, p. 12–16, 1986.
- PALMER, S. T. et al. Effects of Electric Stimulation on C and A Delta Fiber-Mediated Thermal Perception Thresholds. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 1, p. 119–128, 2004.
- PANTALEÃO, M. A. et al. Adjusting pulse amplitude during transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) application produces greater hypoalgesia. **Journal of Pain**, v. 12, n. 5, p. 581–590, 2011.
- RAKEL, B. et al. A New Transient Sham TENS Device Allows for Investigator Blinding While Delivering a True Placebo Treatment. **Journal of Pain**, v. 11, n. 3, p. 230–238, 2010.
- RAMPAZO DA SILVA, É. P. et al. Segmental and extrasegmental hypoalgesic effects of low-frequency pulsed current and modulated kilohertz-frequency currents in healthy subjects: randomized clinical trial. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 37, n. 8, p. 916–925, 2019.
- RODRIGUES, J. DE F. et al. TENS de baixa e alta frequência com longa duração de pulso não interfere na dor induzida pelo frio. **Revista Neurociências**, v. 18, n. 3, p. 287–293, 2010.
- TAKIGUCHI, N.; SHOMOTO, K. Contralateral segmental transcutaneous electrical nerve stimulation inhibits nociceptive flexion reflex in healthy participants. **European Journal of Pain (United Kingdom)**, v. 23, n. 6, p. 1098–1107, 2019.
- WALSH, D. M. et al. A double-blind investigation of the hypoalgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced ischaemic pain. **Pain**, v. 61, n. 1, p. 39–45, 1995.
- WALSH, D. M. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation: Effect on peripheral nerve conduction, mechanical pain threshold, and tactile threshold in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 79, n. 9, p. 1051–1058, 1998.

ESTUDOS EXCLUÍDOS DURANTE A LEITURA NA ÍNTEGRA

Estudo cruzado

AIRAKSINEN, O.; PÖNTINEN, P. J. Effects of the electrical stimulation of myofascial trigger points with tension headache. **Acupuncture & electro-therapeutics research**, v. 17, n. 4, p. 285–290, 1992.

AVENDAÑO-COY, J.; BRAVO-ESTEBAN, E.; FERRI-MORALES, A.; MARTÍNEZ-DE LA CRUZ, R.; GÓMEZ-SORIANO, J. Does Frequency Modulation of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Affect Habituation and Mechanical Hypoalgesia? A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Crossover Trial. **Physical therapy**, v. 99, n. 7, p. 924–932, 2019.

AVENDANO-COY, J.; GOMEZ-SORIANO, J.; GOICOECHEA-GARCÍA, C.; ANGEL BASCO-LOPEZ, J.; TAYLOR, J. Effect of Unmodulated 5-kHz Alternating Currents Versus Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Mechanical and Thermal Pain, Tactile Threshold, and Peripheral Nerve Conduction: A Double-Blind, Placebo-Controlled Crossover Trial. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 98, n. 5, p. 888–895, 2017.

BERGERON-VÉZINA, K.; CORRIVEAU, H.; MARTEL, M.; HARVEY, M.-P.; LÉONARD, G. High- and low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation does not reduce experimental pain in elderly individuals. **Pain**, v. 156, n. 10, p. 2093–2099, 2015.

CHEN, C.-C., & JOHNSON, M. I. Differential frequency effects of strong nonpainful transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in healthy human participants. **The Clinical Journal of Pain**, v. 27, n. 5, p. 434–441, 2011.

CHEN, C.-C.; JOHNSON, M. I. An investigation into the effects of frequency-modulated transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced pressure pain in healthy human participants. **The journal of pain: official journal of the American Pain Society**, v. 10, n. 10, p. 1029–1037, 2009.

DAILEY, D. L. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. **Pain**, v. 154, n. 11, p. 2554–2562, 2013.

FARY, R. E.; CARROLL, G. J.; BRIFFA, T. G.; BRIFFA, N. K. The effectiveness of pulsed electrical stimulation in the management of osteoarthritis of the knee: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, repeated-measures trial. **Arthritis and rheumatism**, v. 63, n. 5, p. 1333–1342, 2011.

GOMES, A. DE O.; SILVESTRE, A. C.; SILVA, C. F. DA; GOMES, M. R.; BONFLEUR, M. L.; BERTOLINI, G. R. F. Influence of different frequencies of transcutaneous electrical nerve stimulation on the threshold and pain intensity in young subjects TT - As influências de diferentes frequências da estimulação elétrica nervosa transcutânea no limiar e intensidade de dor em indivíduos jovens. **Einstein (São Paulo)**, v. 12, n. 3, p. 318–322, 2014.

JARZEM, P. F.; HARVEY, E. J.; ARCARO, N.; KACZOROWSKI, J. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Short-Term Treatment of Low Back Pain - Randomized Double Blind Crossover Study of Sham versus Conventional TENS. **Journal of musculoskeletal pain**, v. 13, p. 11-17, 2005.

LAUFER, Y.; TAUSHER, H.; ESH, R.; WARD, A. R. Sensory transcutaneous electrical stimulation fails to decrease discomfort associated with neuromuscular electrical stimulation

- in healthy individuals. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 90, n. 5, p. 399–406, 2011.
- LUNDEBERG, T. A comparative study of the pain alleviating effect of vibratory stimulation, transcutaneous electrical nerve stimulation, electroacupuncture and placebo. **Am J Chin Med**, v. 12, n. 1–4, p. 72–79, 1984.
- MACIEL, L.F.M.; FERREIRA, J.J.A.; SANTOS, H.H.; ANDRADE, P.R. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and cryotherapy on pain threshold by induced pressure. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 21, n. 3, p. 249-256, 2014.
- MARCHAND, S.; BUSHNELL, M. C.; DUNCAN, G. H. Modulation of heat pain perception by high frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). **The Clinical journal of pain**, v. 7, n. 2, p. 122–129, 1991.
- MELO, A.L.S. et al. The effects of different TENS frequencies applied to LU7 acupoint on cold-induced pain test. **Fisioterapia em Movimento**, v. 27, n. 4, p. 495-503, 2014.
- MULVEY, M. R.; FAWKNER, H. J.; JOHNSON, M. I. An Investigation of the Effects of Different Pulse Patterns of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on Perceptual Embodiment of a Rubber Hand in Healthy Human Participants With Intact Limbs. **Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society**, v. 18, n. 8, p. 744–750, 2015.
- SEENAN, C.; ROCHE, P. A.; TAN, C. W.; MERCER, T. Modification of experimental, lower limb ischemic pain with transcutaneous electrical nerve stimulation. **The Clinical journal of pain**, v. 28, n. 8, p. 693–699, 2012.
- SLOTTY, P. J. et al. Occipital nerve stimulation for chronic migraine: a randomized trial on subthreshold stimulation. **Cephalgia: an international journal of headache**, v. 35, n. 1, p. 73–78, 2015.
- SON, S. J.; KIM, H.; SEELEY, M. K.; HOPKINS, J. T. Efficacy of Sensory Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Perceived Pain and Gait Patterns in Individuals With Experimental Knee Pain. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 98, n. 1, p. 25–35, 2017.
- TAYLOR, P.; HALLETT, M.; FLAHERTY, L. Treatment of osteoarthritis of the knee with transcutaneous electrical nerve stimulation. **Pain**, v. 11, n. 2, p. 233–240, 1981.
- TULGAR, M.; TULGAR, O.; HERKEN, H. Psychophysical responses to experimentally induced heat and cold pain before, during, and after transcutaneous electrical nerve stimulation. **Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society**, v. 6, n. 4, p. 229–236, 2003.
- VANCE, C. G.; RAKEL, B. A.; DAILEY, D. L.; SLUKA, K. A. Skin impedance is not a factor in transcutaneous electrical nerve stimulation effectiveness. **Journal of pain research**, v. 8, p. 571–580, 2015.
- VICENZINO, B.; PAUNGMALI, A.; BURATOWSKI, S.; WRIGHT, A. Specific manipulative therapy treatment for chronic lateral epicondylalgia produces uniquely characteristic hypoalgesia. **Manual therapy**, v. 6, n. 4, p. 205–212, 2001.
- WENG, C.-S.; SHU, S.-H.; CHEN, C.-C.; TSAI, Y.-S.; HU, W.-C.; CHANG, Y.-H. The evaluation of two modulated frequency modes of acupuncture-like tens on the treatment of tennis elbow pain. **Biomedical engineering - applications, basis and communications**, v. 17, p. 236-242, 2005.

WENG, C.-S.; TSAI, Y.-S.; SHU, S.-H.; CHEN, C.-C.; SUN, M.-F. The treatment of upper back pain by two modulated frequency modes of acupuncture-like TENS. **Journal of medical and biological engineering**, v. 25, p. 21-25, 2005.

Sem placebo

AARSKOG, R. et al. Is mechanical pain threshold after transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) increased locally and unilaterally? A randomized placebo-controlled trial in healthy subjects. **Physiotherapy research international: the journal for researchers and clinicians in physical therapy**, v. 12, n. 4, p. 251–263, 2007.

ASHTON, H.; EBENEZER, I.; GOLDING, J. F.; THOMPSON, J. W. Effects of acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. **Journal of psychosomatic research**, v. 28, n. 4, p. 301–308, 1984.

BAE, Y. H.; LEE, S. M. Analgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current on experimental ischemic pain models: frequencies of 50 hz and 100 hz. **Journal of physical therapy science**, v. 26, n. 12, p. 1945–1948, 2014.

BARKER, K.L. et al. Treatment of chronic back pain by sensory discrimination training. A Phase I RCT of a novel device (FairMed) vs. TENS. **BMC Musculoskeletal Disord**, v. 9, n. 97, 2008.

CASA, B.; GALVAGNI, R.; MARSIGLI, R.; APE, A.; MANZONI, G.; PANICALLI, A. Utilità della T.E.N.S. nel trattamento della cefalea di origine cervicale [Usefulness of transcutaneous electric nerve stimulation in the treatment of headache of cervical origin]. **Acta bio-medica de L'Ateneo parmense: organo della Societa di medicina e scienze naturali di Parma**, v. 57, n. 3-4, p. 89–108, 1986.

CHERIAN, J. J.; HARRISON, P. E.; BENJAMIN, S. A.; BHAVE, A.; HARWIN, S. F.; MONT, M. A. Do the Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Knee Osteoarthritis Pain and Function Last?. **The journal of knee surgery**, v. 29, n. 6, p. 497–501, 2016.

CHOI, Y. A.; LEE, S. U. The Strengthening Effect of Electrical Stimulation on Lumbar Paraspinal Muscles in the Sitting Position: A Randomized Controlled Trial. **PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation**, v. 9, n. 7, p. 643–651, 2017.

DE GIORGI, I.; CASTROFLORIO, T.; SARTORIS, B.; DEREGIBUS, A. The use of conventional transcutaneous electrical nerve stimulation in chronic facial myalgia patients. **Clinical oral investigations**, v. 21, n. 1, p. 275–280, 2017.

FACCI, L. M.; NOWOTNY, J. P.; TORMEM, F.; TREVISANI, V. F. M. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. **Sao paulo medical journal**, v. 129, n. 4, p. 206-216, 2011.

GRIMMER, K. A controlled double blind study comparing the effects of strong Burst Mode TENS and High Rate TENS on painful osteoarthritic knees. **The Australian journal of physiotherapy**, v. 38, n. 1, p. 49–56, 1992.

JAMISON, R. N.; WAN, L.; EDWARDS, R. R.; MEI, A.; ROSS, E. L. Outcome of a High-Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulator (hfTENS) device for Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. **Pain practice: the official journal of World Institute of Pain**, v. 19, n. 5, p. 466–475, 2019.

KOLEN, A. F.; DE NIJS, R. N. J.; WAGEMAKERS, F. M.; MEIER, A. J. L.; JOHNSON, M. I. Effects of spatially targeted transcutaneous electrical nerve stimulation using an electrode array that measures skin resistance on pain and mobility in patients with osteoarthritis in the knee: a randomized controlled trial. **Pain**, v. 153, n. 2, p. 373–381, 2012.

KRAUSE, A. W.; CLELLAND, J. A.; KNOWLES, C. J.; JACKSON, J. R. Effects of unilateral and bilateral auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on cutaneous pain threshold. **Physical therapy**, v. 67, n. 4, p. 507–511, 1987.

MANNHEIMER, C.; LUND, S.; CARLSSON, C. A. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on joint pain in patients with rheumatoid arthritis. **Scandinavian journal of rheumatology**, v. 7, n. 1, p. 13–16, 1978.

MORGAN, B.; JONES, A. R.; MULCAHY, K. A.; FINLAY, D. B.; COLLETT, B. Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) during distension shoulder arthrography: a controlled trial. **Pain**, v. 64, n. 2, p. 265–267, 1996.

NG, M. M.; LEUNG, M. C.; POON, D. M. The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees: a randomized controlled trial with follow-up evaluation. **Journal of alternative and complementary medicine**, v. 9, n. 5, p. 641–649, 2003.

NOLING, L. B.; CLELLAND, J. A.; JACKSON, J. R.; KNOWLES, C. J. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation at auricular points on experimental cutaneous pain threshold. **Physical Therapy**, v. 68, n. 3, p. 328–332, 1988.

PIETROSIMONE, B. G.; SALIBA, S. A.; HART, J. M.; HERTEL, J.; INGERSOLL, C. D. Contralateral effects of disinhibitory tens on quadriceps function in people with knee osteoarthritis following unilateral treatment. **North American journal of sports physical therapy**, v. 5, n. 3, p. 111–121, 2010.

ROCHE, P. A.; GIJSBERS, K.; BELCH, J.; FORBES, C. D. Modification of induced ischaemic pain by transcutaneous electrical nerve stimulation. **Pain**, v. 20, n. 1, p. 45–52, 1984.

SIMON, C. B.; RILEY, J. L.; FILLINGIM, R. B.; BISHOP, M. D.; GEORGE, S. Z. Age Group Comparisons of TENS Response Among Individuals with Chronic Axial Low Back Pain. **The journal of pain**, v. 16, n. 12, p. 1268–1279, 2015.

SOLOMON, J.; SHEBSHACVICH, V.; ADLER, R.; VULFSONS, S.; ROSENBAACH, A.; EISENBERG, E. The Effects of TENS, Heat, and Cold on the Pain Thresholds Induced by Mechanical Pressure in Healthy Volunteers. **Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society**, v. 6, n. 2, p. 102–107, 2003.

VALENZA, M. C.; TORRES-SÁNCHEZ, I.; CABRERA-MARTOS, I.; VALENZA-DEMET, G.; CANO-CAPPELLACCI, M. Acute Effects of Contract-Relax Stretching vs. TENS in Young Subjects With Anterior Knee Pain: A Randomized Controlled Trial. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 8, p. 2271–2278, 2016.

Mais de uma condição clínica

BONO, F.; SALVINO, D.; MAZZA, M. R.; CURCIO, M.; TRIMBOLI, M.; VESCIO, B.; QUATTRONE, A. The influence of ictal cutaneous allodynia on the response to occipital transcutaneous electrical stimulation in chronic migraine and chronic tension-type headache: a randomized, sham-controlled study. **Cephalalgia**, v. 35, n. 5, p. 389–398, 2015.

BUCHMULLER, A. et al. Value of TENS for relief of chronic low back pain with or without radicular pain. **European journal of pain (London, England)**, v. 16, n. 5, p. 656–665, 2012.

DOMINGUES, F. L.; GAYOSO, M.V.; SIKANDAR, S.; SILVA, L.M.; FONSECA, R.G.; DE BARROS, G.A.M. Analgesic efficacy of a portable, disposable, and self-applied transcutaneous electrical nerve stimulation device during migraine attacks: A real-life randomized controlled trial. **Pain practice**, v. 21, n. 8, p. 850-858, 2021.

FARGAS-BABJAK, A. M.; POMERANZ, B.; ROONEY, P. J. Acupuncture-like stimulation with codetron for rehabilitation of patients with chronic pain syndrome and osteoarthritis. **Acupuncture & electro-therapeutics research**, v. 17, n. 2, p. 95–105, 1992.

FARGAS-BABJAK, A.; ROONEY, P.; GERECZ, E. Randomized trial of Codetron for pain control in osteoarthritis of the hip/knee. **The Clinical journal of pain**, v. 5, n. 2, p. 137–141, 1989.

GRAFF-RADFORD, S. B.; REEVES, J. L.; BAKER, R. L.; CHIU, D. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on myofascial pain and trigger point sensitivity. **Pain**, v. 37, n. 1, p. 1–5, 1989.

GUIEU, R.; TARDY-GERVET, M. F.; ROLL, J. P. Analgesic effects of vibration and transcutaneous electrical nerve stimulation applied separately and simultaneously to patients with chronic pain. **The Canadian journal of neurological sciences**, v. 18, n. 2, p. 113–119, 1991.

JOHNSON, M.I.; THOMPSON, A. J.W. An in-depth study of long-term users of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Implications for clinical use of TENS. **Pain**, v. 44, n. 3, p. 221-229, 1991.

KOCYIGIT, F.; AKALIN, E.; GEZER, N. S.; ORBAY, O.; KOCYIGIT, A.; ADA, E. Functional magnetic resonance imaging of the effects of low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation on central pain modulation: a double-blind, placebo-controlled trial. **The Clinical journal of pain**, v. 28, n. 7, p. 581–588, 2012.

LEHMANN, T. R.; RUSSELL, D. W.; SPRATT, K. F. The impact of patients with nonorganic physical findings on a controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation and electroacupuncture. **Spine**, v. 8, n. 6, p. 625–634, 1983.

LIU, Y. et al. Migraine Prevention Using Different Frequencies of Transcutaneous Occipital Nerve Stimulation: A Randomized Controlled Trial. **The journal of pain**, v. 18, n. 8, p. 1006–1015, 2017.

MELZACK R. Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. **Pain**, v. 1, n. 4, p. 357–373, 1975.

MOORE, S. R.; SHURMAN, J. Combined neuromuscular electrical stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of chronic back pain: a double-blind, repeated measures comparison. **Archives physical medicine rehabilitation**, v. 78, p. 55-60, 1997.

OOSTERHOF, J.; DE BOO, T. M.; OOSTENDORP, R. A. B.; WILDER-SMITH, O. H. G.; CRUL, B. J. P. Outcome of transcutaneous electrical nerve stimulation in chronic pain: short-term results of a double-blind, randomised, placebo-controlled trial. **The journal of headache and pain**, v. 7, n. 4, p. 196–205, 2006.

OOSTERHOF, J.; SAMWEL, H. J. A.; DE BOO, T. M.; WILDER-SMITH, O. H. G.; OOSTENDORP, R. A. B.; CRUL, B. J. P. Predicting outcome of TENS in chronic pain: a prospective, randomized, placebo controlled trial. **Pain**, v. 136, n. 1–2, p. 11–20, 2008.

OOSTERHOF, J.; WILDER-SMITH, O. H.; DE BOO, T.; OOSTENDORP, R. A. B.; CRUL, B. J. P. The long-term outcome of transcutaneous electrical nerve stimulation in the treatment for patients with chronic pain: a randomized, placebo-controlled trial. **Pain practice: the official journal of World Institute of Pain**, v. 12, n. 7, p. 513–522, 2012.

Outro tipo de estudo

AKHMADEEVA, L.; VALEEVA, D.; NAPRIENKO, M.; GOLDOBINA, L.; RAYANOVA, G.; VEYTSMAN, B. EHMTI-0384. A double blind randomized placebo controlled trial for non-invasive dynamic trans-cutaneous electrical nerves stimulation in management of tension type headaches. **The Journal of Headache and Pain**, v. 15, n. J2, 2014.

ELVIR, O.L.; GUEVARA, U.; COVARRUBIAS, A.; WHITE, P.F. Analgesic efficacy of tens in chronic low back pain: effect of fixed vs variable-rate stimulation. **Anesthesia and analgesia**, v. 110, n. 3, 2010.

FOSTER, N.E.L.; WALSH, D.M.; BAXTER, G.D.; ALLEN, J.M. An investigation of the hypoalgesic effects of combinations of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) parameters upon experimentally induced ischaemic pain. **12th intern congress world confed physical therapy**, v. 30, p. 579, 1995.

GEMIGNANI, G.; OLIVIERI, I.; RUJU, G.; PASERO, G. Transcutaneous electrical nerve stimulation in ankylosing spondylitis: a double-blind study. **Arthritis and rheumatism**, v. 34, n 6, p. 788–789, 1991.

HASAN, S. Comparative Study: analgesic effect of AI-TENS in Variation of Treatment Time on Experimentally Induced Ischaemic Pain in Healthy Young Adult. **Indian journal of physiotherapy & occupational therapy**, v. 7, n. 2, p. 250-255, 2013.

HAWTHORNE, S.R. et al. An investigation of the dose response hypoalgesic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation using pressure pain threshold. **Physiotherapy (united kingdom)**, v. 97, p. eS1321, 2011.

JOHNSON, M.I.; ASHTON, C.H.; THOMPSON, J.W. A prospective investigation into factors related to patient response to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) - the importance of cortical responsivity. **European journal of pain**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 1993.

KETENCI, A.; YAHSI, E. Evaluation of the pain, neuropathic pain and sympathetic skin response to transcutaneous electrical nerve stimulation treatment in chronic mechanical low back pain patients. **Osteoporosis international**, v. 28, p. S583-S584, 2017.

LEONARD, T.A. et al. Testing a novel transient placebo transcutaneous electrical nerve stimulation intervention. **Physiotherapy (united kingdom)**, v. 97, p. eS1321-eS1322, 2011.

LIEBANO, R. et al. Adjusting pulse amplitude during tens application produces greater hypoalgesia. **Physiotherapy (united kingdom)**, v. 97, p. eS687, 2011.

LIEBANO, R. E. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation and conditioned pain modulation influence the perception of pain in humans. **European journal of pain (London, England)**, v. 17, n. 10, p. 1539–1546, 2013.

MORIMOTO, H. C.; YONEKURA, M. Y.; LIEBANO, R. E. Conventional and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain. **Fisioterapia e pesquisa**, v. 16, p. 148-154, 2009.

MOYA, R.; ROSALES, J.; FLORES, C. Efecto de la estimulación eléctrica neural transcutánea (TENS) a nivel lumbar segmentarioies. **Revista El Dolor**, v. 22, n. 60, p. 20–25, 2013.

NOEHREN, B. et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, function, and quality of life in fibromyalgia: a double-blind randomized clinical trial. **Physical Therapy**, v. 95, n. 1, p. 129–140, 2015.

RICHARDSON, C.D.; MACIVER, K.; WRIGHT, M.; WILES, J.R. Patient reports of the effects and side-effects of TENS for chronic non-malignant pain following a four week trial. **The pain clinic**, p. 265-276, 2013.

SALVINO, D. et al. Cutaneous allodynia influences the analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation therapy in headache sufferers. **Cephalalgia**, v. 33, p. 197, 2013.

SANTOS, P. C. P. DOS; RAMOS, J. L. DE O.; MOTTA, M. A. DA; MONTENEGRO, E. J. N. Efeitos da TENS acupuntural no limiar da dor induziada pelo frio. **Fisioterapia em movimento**, v. 21, n. 4, p. 43–49, 2008.

VANCE, C. et al. (468) A novel method to obtain higher intensity TENS stimulation in clinical application. **The Journal of Pain**, v. 16, n. 4, p. S93, 2015.

VANCE, C. G. et al. Development of a method to maximize the transcutaneous electrical nerve stimulation intensity in women with fibromyalgia. **Journal of pain research**, v. 11, p. 2269–2278, 2018.

VANCE, C. et al. Reduction in movement-evoked pain and fatigue during initial 30-minute transcutaneous electrical nerve stimulation treatment predicts transcutaneous electrical nerve stimulation responders in women with fibromyalgia. **Pain**, v. 162, n. 5, p. 1545–1555, 2021.

Não encontrado

ABELSON, K.; LANGLEY, G. B.; SHEPPEARD, H.; VLIEG, M.; WIGLEY, R. D. Transcutaneous electrical nerve stimulation in rheumatoid arthritis. **The New Zealand Medical Journal**, v. 96, n. 727, p. 156–158, 1983.

AKHMADEEVA, L. R.; SETCHENKOVA, N. M.; MAGZHANOV, R. V.; ABDRAHITOVA, E. V.; BULGAKOVA, A. Z. Randomized blind placebo-controlled study of the effectiveness of transcutaneous adaptive electrostimulation in the treatment of nonspecific low back pain. **Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova**, v. 110, n. 4, p. 57–62, 2010.

BAL, S.; TURAN, Y.; GURGAN, A. The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with knee osteoarthritis. **Journal of Rheumatology and Medical Rehabilitation**, v. 18, n. 1, p. 1-5, 2007.

BOUAFIF, L.; ELLOUZE, N. Design and evaluation of a modulated TENS stimulation in medical pain therapy. **Current signal transduction therapy**, v. 14, n. 1, p. 75-83, 2019.

CHEN, C.-C.; HUANG, W.-B.; CHUANG, Y.-F.; HUANG, A.-W.; CHANG, Y.-J. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental blunt pressure pain in healthy participants in randomized controlled trial: pulse frequency and pad size. **Journal of medical and biological engineering**, v. 35, n. 4, p. 500-509, 2015.

HEYDENREICH, A. Single-point transcutaneous electric nerve stimulation in a simple placebo comparison in migraine (a prospective randomized study). **Zeitschrift fur Aertzliche Fortbildung**, v. 83, n. 17, p. 881-883, 1989.

JAMISON, R.N. et al. Higher Pain Sensitivity Predicts Efficacy of a Wearable Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Device for Persons With Fibromyalgia: A Randomized Double-Blind Sham-Controlled Trial. **Neuromodulation**, 2021.

JOHNSON, M. I.; TABASAM, G. An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischemic pain in otherwise pain-free volunteers. **Physical therapy**, v. 83, n. 3, p. 208–223, 2003.

KROLING, P.; GOTTSCHILD, S. TENS increases pressure pain threshold dependent on electrical and topical parameters. **Physikalische medizin rehabilitationsmedizin kurortmedizin**, v. 9, n. 2, p. 48-55, 1999.

KUMAR, V.N.; REDFORD, J.B. Transcutaneous nerve stimulation in rheumatoid arthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 63, n. 12, p. 595-596, 1982.

SIMMONDS, M.; WESSEL, J.; SCUDDS, R. The effect of pain quality on the efficacy of conventional TENS. **Physiotherapy canada**, v. 44, p. 35-40, 1992.

WANG, N.; HUI-CHAN, C. Effects of acupoints TENS on heat pain threshold in normal subjects. **Chinese medical journal**, v. 116, n. 12, p. 1864–1868, 2003.

WIDERSTRÖM-NOGA, E.; DYREHAG, L.E.; BÖRGLUM-JENSEN, L.; ASLUND, P.G.; WENNEBERG, B.; ANDERSSON, S.A. Pain threshold responses to two different modes of sensory stimulation in patients with orofacial muscular pain: psychologic considerations. **Journal of orofacial pain**, v. 12, n. 1, p. 27-34, 1998.

YURTKURAN, M.; KOCAGIL, T. TENS, electroacupuncture and ice massage: comparison of treatment for osteoarthritis of the knee. **American journal of acupuncture**, v. 27, n. 3-4, p. 133–140, 1999.

ZIZIC, T. M. et al. The treatment of osteoarthritis of the knee with pulsed electrical stimulation. **The Journal of rheumatology**, v. 22, n. 9, p. 1757–1761, 1995.

Terapia combinada

ATAMAZ, F. C. et al. Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 93, n. 5, p. 748–756, 2012.

CALDAS, V. et al. Effect of Pain Education, Cryotherapy, and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on the Pain, Functional Capacity, and Quality of Life in Patients With Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 100, n. 3, p. 243–249, 2021.

DENEGAR, C. R.; PERRIN, D. H. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation, cold, and a combination treatment on pain, decreased range of motion, and strength loss associated with delayed onset muscle soreness. **Journal of athletic training**, v. 27, n. 3, p. 200–206, 1992.

DEYO, R. A.; WALSH, N. E.; MARTIN, D. C.; SCHOENFELD, L. S.; RAMAMURTHY, S. A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. **The New England journal of medicine**, v. 322, n. 23, p. 1627–1634, 1990.

- HAZIME, F. A. et al. Analgesic efficacy of cerebral and peripheral electrical stimulation in chronic nonspecific low back pain: a randomized, double-blind, factorial clinical trial. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 16, n. 1, p. 7, 2015.
- HERMAN, E.; WILLIAMS, R.; STRATFORD, P.; FARGAS-BABJAK, A.; TROTT, M. A randomized controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (CODETRON) to determine its benefits in a rehabilitation program for acute occupational low back pain. **Spine**, v. 19, n. 5, p. 561–568, 1994.
- JARZEM, P. F.; HARVEY, E. J.; ARCARO, N.; KACZOROWSKI, J. Transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic low back pain. **Journal of musculoskeletal pain**, v. 13, p. 3-9, 2005.
- LEHMANN, T. R. et al. Efficacy of electroacupuncture and TENS in the rehabilitation of chronic low back pain patients. **Pain**, v. 26, n. 3, p. 277–290, 1986.
- LUNDEBERG, T. The pain suppressive effect of vibratory stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) as compared to aspirin. **Brain research**, v. 294, n. 2, p. 201–209, 1984.
- MANKOVSKY-ARNOLD, T.; WIDEMAN, T. H.; LARIVIÈRE, C.; SULLIVAN, M. J. L. TENS attenuates repetition-induced summation of activity-related pain following experimentally induced muscle soreness. **The journal of pain: official journal of the American Pain Society**, v. 14, n. 11, p. 1416–1424, 2013.
- MENEZES, M. A. et al. Immediate effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) administered during resistance exercise on pain intensity and physical performance of healthy subjects: a randomized clinical trial. **European journal of applied physiology**, v. 118, n. 9, p. 1941–1958, 2018.
- ZHANG, Y.; ZHANG, J.; WANG, L.; WANG, K.; SVENSSON, P. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on jaw movement-evoked pain in patients with TMJ disc displacement without reduction and healthy controls. **Acta odontologica Scandinavica**, v. 78, n. 4, p. 309–320, 2020.

População

- GEMMELL, H.; HILLAND, A. Immediate effect of electric point stimulation (TENS) in treating latent upper trapezius trigger points: a double blind randomised placebo-controlled trial. **J Bodyw Mov Ther**, v. 15, n. 3, p. 348–354, 2011.
- HSUEH, T.C.; CHENG, P.T.; KUAN, T.S.; HONG, C.Z. The immediate effectiveness of electrical nerve stimulation and electrical muscle stimulation on myofascial trigger points. **Am J Phys Med Rehabil.**, v. 76, n. 6, p. 471-476, 1997.
- IJIMA, H.; EGUCHI, R.; SHIMOURA, K.; YAMADA, K.; AOYAMA, T.; TAKAHASHI, M. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Improves Stair Climbing Capacity in People with Knee Osteoarthritis. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 7294, 2020.
- RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, A. L.; GARRIDO-SANTOFIMIA, V.; GÜEITA-RODRÍGUEZ, J.; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, C. Effects of burst-type transcutaneous electrical nerve stimulation on cervical range of motion and latent myofascial trigger point pain sensitivity. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 92, n. 9, p. 1353–1358, 2011.

SEIFI, M.; EBADIFAR, A.; KABIRI, S.; BADIEE, M. R.; ABDOLAZIMI, Z.; AMDJADI, P. Comparative effectiveness of Low Level Laser therapy and Transcutaneous Electric Nerve Stimulation on Temporomandibular Joint Disorders. **Journal of lasers in medical sciences**, v. 8, n. Suppl 1, p. S27–S31, 2017.

SUH, H. R.; KIM, T. H.; HAN, G. S. The Effects of High-Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Dental Professionals with Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Single-Blind Randomized Placebo-Controlled Trial. **Evidence-based complementary and alternative medicine**, v. 2015, p. 327486, 2015.

WARKE, K.; AL-SMADI, J.; BAXTER, D.; WALSH, D. M.; LOWE-STRONG, A. S. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation (tens) for chronic low-back pain in a multiple sclerosis population: a randomized, placebo-controlled clinical trial. **The Clinical journal of pain**, v. 22, n. 9, p. 812–819, 2006.

YAKŞI, E.; KETENCI, A.; BASLO, M. B.; ORHAN, E. K. Does transcutaneous electrical nerve stimulation affect pain, neuropathic pain, and sympathetic skin responses in the treatment of chronic low back pain? A randomized, placebo-controlled study. **The Korean journal of pain**, v. 34, n. 2, p. 217–228, 2021.

Sem desfecho

ASHTON, H.; GOLDING, J. F.; MARSH, V. R.; THOMPSON, J. W. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and aspirin on late somatosensory evoked potentials in normal subjects. **Pain**, v. 18, n. 4, p. 377–386, 1984.

CHEING, G. L.; HUI-CHAN, C. W. Would the addition of TENS to exercise training produce better physical performance outcomes in people with knee osteoarthritis than either intervention alone?. **Clinical rehabilitation**, v. 18, n. 5, p. 487–497, 2004.

GOVIL, M.; MUKHOPADHYAY, N.; HOLWERDA, T.; SLUKA, K.; RAKEL, B.; SCHUTTE, D. L. Effects of genotype on TENS effectiveness in controlling knee pain in persons with mild to moderate osteoarthritis. **European journal of pain (London, England)**, v. 24, n. 2, p. 398–412, 2020.

MEHLHORN, G.; BECKMANN, M.W.; SCHILD, R.L.; BINDER, H. Analgesia of afterpains with transcutaneous nerve stimulation (TENS) vs. metamizole. A prospective, randomized placebo controlled double-blind study. **Geburtshilfe und Frauenheilkunde**, v. 65, n. 3, p. 266-271, 2005.

TAYLOR, D. N.; KATIMS, J. J.; NG, L. K. Sine-wave auricular TENS produces frequency-dependent hypesthesia in the trigeminal nerve. **The Clinical journal of pain**, v. 9, n. 3, p. 216–219, 1993.

VASSAL, F.; CRÉAC'H, C.; CONVERS, P.; LAURENT, B.; GARCIA-LARREA, L.; PEYRON, R. MODULATION of laser-evoked potentials and pain perception by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): a placebo-controlled study in healthy volunteers. **Clinical Neurophysiology**, v. 124, n. 9, p. 1861–1867, 2013.

YURTKURAN, M.; KOCAGIL, T. TENS, electroacupuncture and ice massage: comparison of treatment for osteoarthritis of the knee. **American Journal of Acupuncture**, v. 27, n. 3–4, p. 133–140, 1999.

Sem TENS

DEFRIN, R.; ARIEL, E.; PERETZ, C. Segmental noxious versus innocuous electrical stimulation for chronic pain relief and the effect of fading sensation during treatment. **Pain**, v. 115, n. 1–2, p. 152–160, 2005.

GARLAND, D.; HOLT, P.; HARRINGTON, J. T.; CALDWELL, J.; ZIZIC, T.; CHOLEWCZYNSKI, J. A 3-month, randomized, double-blind, placebo-controlled study to evaluate the safety and efficacy of a highly optimized, capacitively coupled, pulsed electrical stimulator in patients with osteoarthritis of the knee. **Osteoarthritis and cartilage**, v. 15, n. 6, p. 630–637, 2007.

LESNYAK, O.M. et al. The effectiveness of dynamic electro-neurostimulation (DENS) in the pain management in knee osteoarthritis: results of the multicenter randomized trial. **Osteoporosis international**, v. 27, n. 1, p. S321-S322, 2016.

REZA NOURBAKHSI, M.; FEARON, F. J. An alternative approach to treating lateral epicondylitis. A randomized, placebo-controlled, double-blinded study. **Clinical rehabilitation**, v. 22, n. 7, p. 601–609, 2008.

Não especifica o grupo controle

MOSHKANI FARAHANI, D.; TAVALLAIE, S. A.; AHMADI, K.; FATHI ASHTIANI, A. Comparison of neurofeedback and transcutaneous electrical nerve stimulation efficacy on treatment of primary headaches: a randomized controlled clinical trial. **Iranian Red Crescent medical journal**, v. 16, n. 8, p. e17799, 2014.

WALSH, D. M.; NOBLE, G.; BAXTER, G. D.; ALLEN, J. M. Study of the effects of various transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) parameters upon the RIII nociceptive and H-reflexes in humans. **Clinical physiology (Oxford, England)**, v. 20, n. 3, p. 191–199, 2000.

APÊNDICE A

Estratégia de busca utilizada nas bases de dados

CENTRAL:

#1: transcutaneous electric nerve stimulation OR TENS OR TNS OR ENS OR transcutaneous electric* nerve stimulation OR transcutaneous nerve stimulation OR eletric* nerve stimulation OR electrostimulation therap* OR electro-stimulation therap* OR electric* nerve therap* OR electroanalgesi* OR transcutaneous electric* stimulation OR TES

#2: pain

#1 AND #2

Foi utilizado o filtro: “Trials”.

CINAHL:

S1: pain

S2: transcutaneous electric nerve stimulation

S3: TENS

S4: TNS

S5: ENS

S6: transcutaneous electric* nerve stimulation

S7: transcutaneous nerve stimulation

S8: eletric* nerve stimulation

S9: electrostimulation therap*

S10: electro-stimulation therap*

S11: electric* nerve therap*

S12: electroanalgesi*

S13: transcutaneous electric* stimulation

S14: TES

S15: (TES) AND (S2 OR S3 OR S4 OR S5 OR S6 OR S7 OR S8 OR S9 OR S10 OR S11 OR S12 OR S13 OR S14)

S16: randomized controlled trial

S17: controlled clinical trial

S18: random allocation

S19: comparative study

S20: clinical trial

S21: randomized

S22: placebo

S23: randomly

S24: trial

S25: groups

S26: randomised clinical trial

S27: randomised controlled trial

S28: (randomised controlled trial) AND (S16 OR S17 OR S18 OR S19 OR S20 OR S21 OR S22 OR S23 OR S24 OR S25 OR S26 OR S27)

S29: ((randomised controlled trial) AND (S16 OR S17 OR S18 OR S19 OR S20 OR S21 OR S22 OR S23 OR S24 OR S25 OR S26 OR S27)) AND (S1 AND S15 AND S28)

S30: S1 AND S15

EMBASE:

#1: (('transcutaneous electric nerve stimulation'/exp OR 'transcutaneous electric nerve stimulation' OR (transcutaneous AND electric AND ('nerve'/exp OR nerve) AND ('stimulation'/exp OR stimulation)) OR tens OR tns OR ens OR 'transcutaneous nerve stimulation'/exp OR 'transcutaneous nerve stimulation' OR (transcutaneous AND electric* AND ('nerve'/exp OR nerve) AND ('stimulation'/exp OR stimulation)) OR 'transcutaneous nerve stimulation'/exp OR 'transcutaneous nerve stimulation' OR (transcutaneous AND ('nerve'/exp OR nerve) AND ('stimulation'/exp OR stimulation)) OR 'electric* nerve stimulation' OR (electric* AND ('nerve'/exp OR nerve) AND ('stimulation'/exp OR stimulation)) OR 'electrostimulation'/exp OR electrostimulation) AND therap* OR 'electro stimulation'/exp OR

'electro stimulation') AND therap* OR 'electric* nerve' OR (electric* AND ('nerve'/exp OR nerve) AND therap*) OR 'electroanalgesi* o transcutaneous stimulation' OR (electroanalgesi* AND o AND transcutaneous AND electric* AND ('stimulation'/exp OR stimulation)) OR 'tes'/exp OR tes

#2: pain

#3: ((((((randomized AND controlled AND trial OR controlled) AND clinical AND trial OR random) AND allocation OR comparative) AND study OR clinical) AND trial OR randomized OR placebo OR randomly OR trial OR groups OR randomised) AND clinical AND trial OR randomised) AND controlled AND trial

#1 AND #2 AND #3

LILACS via BVS:

((transcutaneous electric nerve stimulation) OR (tens) OR (tns) OR (ens) OR (transcutaneous nerve stimulation) OR (electric* nerve stimulation) OR (electrostimulation therap*) OR (electro-stimulation therap*) OR (electric* nerve therap*) OR (electroanalgesi*) OR (transcutaneous electric* stimulation) OR (tes) OR (transcutaneous electric* nerve stimulation) AND (pain))

PEDro:

1. Transcutaneous Electric Nerve Stimulation (36)
2. TENS (511)
3. TNS (26)
4. ENS (4)
5. TES (20)
6. electroanalgesi* (8)
7. electro-stimulation therap* (21)
8. electrostimulation therap* (38)
9. electric* nerve stimulation (6)
10. electric* nerve therap* (258)
11. transcutaneous nerve stimulation (582)
12. transcutaneous electric* nerve stimulation (545)
13. transcutaneous electric* stimulation (651)

Todos com filtro: "clinical trial". Demais campos em branco.

PUBMED:

#1 transcutaneous electric nerve stimulation OR TENS OR TNS OR ENS OR transcutaneous electric* nerve stimulation OR transcutaneous nerve stimulation OR electric* nerve stimulation OR electrostimulation therap* OR electro-stimulation therap* OR electric* nerve therap* OR electroanalgesi* O transcutaneous electric* stimulation OR TES

#2 PAIN

#3 randomized controlled trial OR controlled clinical trial OR random allocation OR comparative study OR clinical trial OR randomized OR placebo OR randomly OR trial OR groups OR randomised clinical trial OR randomised controlled trial

#1 AND #2 AND #3

SCIENCE DIRECT:

“transcutaneous electric nerve stimulation” OR “transcutaneous electrical nerve stimulation” OR “transcutaneous nerve stimulation” OR “electrical nerve stimulation” OR “electrostimulation therapy” OR “electric nerve therapy” OR “electroanalgesia” OR “transcutaneous electric stimulation” AND “pain”

Foi usado o filtro “Research Article”.

WEB OF SCIENCE:

#1: ALL=(transcutaneous electric nerve stimulation OR TENS OR TNS OR ENS OR transcutaneous electric* nerve stimulation OR transcutaneous nerve stimulation OR electric* nerve stimulation OR electrostimulation therap* OR electro-stimulation therap* OR electric* nerve therap* OR electroanalgesi* OR transcutaneous electric* stimulation OR TES)

#2: ALL=(pain)

#3: ALL=(randomized controlled trial OR controlled clinical trial OR random allocation OR comparative study OR clinical trial OR randomized OR placebo OR randomly OR trial OR groups OR randomised clinical trial OR randomised controlled trial)

#4: #1 AND #2 AND #3