



Comparação dos efeitos de duas intensidades de estimulação elétrica nervosa transcutânea na resistência muscular em indivíduos com dor lombar inespecífica: ensaio preliminar randomizado

Comparison of the effects of two intensities of transcutaneous electrical nerve stimulation on muscle endurance in individuals with nonspecific low back pain: preliminary randomized trial

Vanessa Pavanate¹ , Thiago Pereira Aguiar¹ , Luiza Roberta Contezini^{1,2}, Alexandre Márcio Marcolino^{1,2} , Rafael Inácio Barbosa^{1,2} , Alessandro Haupenthal^{1,2} , Kelly Mônica Marinho e Lima¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Fisioterapia, Araranguá, SC, Brasil.

² Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Araranguá, SC, Brasil.

Correspondência para:
Kelly Mônica Marinho e Lima
kelly.lima@ufsc.br

Apresentado em:
19 de maio de 2025.

Aceito para publicação em:
08 de julho de 2025.

Conflito de interesses:
não há.

Fontes de fomento:
não há.

Disponibilidade de dados

Os dados que apoiam as descobertas deste estudo estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação razoável.

Editor associado responsável:
Luciana Buin

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é utilizada no tratamento da dor lombar (DL), permitindo o controle da dor e a melhora da resistência muscular. A intensidade “intensa, mas confortável” tem sido descrita como mais eficaz, mas nem sempre é tolerada por todos os pacientes na prática clínica. Até o momento, não foram encontrados estudos que comparassem duas intensidades de TENS para aumentar a tolerância a exercícios na mesma sessão. Assim, este estudo tem como objetivo comparar os efeitos de baixa e alta intensidades (LI e HI, respectivamente) na resistência muscular e, secundariamente, na dor, cinesiofobia e incapacidade em indivíduos com DL inespecífica.

MÉTODOS: Este é um ensaio clínico randomizado e duplo-cego. Dezesesseis indivíduos foram divididos em grupos LI (n=7) e HI (n=9). A Escala de Avaliação Numérica (NRS), o Índice de Incapacidade de Oswestry, o teste da ponte supina e a escala TAMPa foram usados para coletar dados sobre dor, incapacidade, resistência muscular e cinesiofobia, respectivamente.

RESULTADOS: Foi observado um aumento da resistência muscular e uma redução temporária da dor em ambos os grupos no pós-intervenção (p<0,05). A Escala de Oswestry (incapacidade) demonstrou valores menores no *follow up* em comparação ao basal.

CONCLUSÃO: A TENS melhorou o desempenho da resistência muscular em ambos os grupos. Uma sessão de TENS aplicada em alta e baixa intensidades reduziu a dor em pacientes com lombalgia inespecífica. No *follow up*, a cinesiofobia não se alterou em comparação ao basal, mas a incapacidade foi reduzida em ambos os grupos.

DESCRIPTORES: Analgesia, Cinesiofobia, Dor lombar, Estimulação elétrica nervosa transcutânea, Resistência física.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) is used as low back pain (LBP) treatment, enabling pain control and better muscle endurance. The intensity of “strong but comfortable” has been described as more effective but it is not always tolerated by all patients in clinical practice. To date, no studies have been found comparing two intensities of TENS to increase exercise tolerance in the same session. Therefore, this study aims to compare the effects of low and high intensities (LI and HI, respectively) on muscular endurance and, secondarily, on pain, kinesiophobia and disability in individuals with non-specific LBP.

METHODS: This is a randomized and double-blinded clinical trial. Sixteen individuals were divided into LI (n=7) and HI (n=9) groups. The Numerical Rating Scale (NRS), Oswestry Disability Index, supine bridge test, and TAMPa scale were used to collect data regarding pain, disability, muscle resistance, and kinesiophobia, respectively.

RESULTS: An increase in muscular endurance and a temporary reduction in pain were observed in both groups post-intervention (p<0.05). No significant differences exist between time and groups (p>0.05) regarding kinesiophobia. Oswestry scale (disability) demonstrated lower values in follow-up compared to baseline.

CONCLUSION: TENS improved muscular endurance performance in both groups. One session of TENS applied in high and low intensities reduced pain in patients with nonspecific low back pain. At follow-up, kinesiophobia did not change compared with baseline, but disability was reduced in both groups.

KEYWORDS: Analgesia, Kinesiophobia, Low Back Pain, Physical Endurance, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation.

DESTAQUES

- Apenas uma sessão de TENS promove um aumento na resistência muscular dos estabilizadores do tronco
- A resistência muscular teve uma boa correlação com a dor no grupo de alta intensidade
- Apenas uma sessão de TENS possibilitou a redução da dor em alta e baixa intensidades
- Houve redução da incapacidade em intensidades altas e baixas no *follow up* em comparação com os valores basais
- A cinesiofobia não se alterou no *follow up* em comparação com os valores basais

INTRODUÇÃO

A dor lombar (DL) é caracterizada por dor entre o último arco costal e a prega glútea inferior¹. Ela afeta principalmente a população economicamente ativa, atingindo de 50% a 80% dos adultos em algum momento de suas vidas². A forma mais comum dessa condição é a lombalgia inespecífica, que é definida como dor sem doença específica ou sem causa conhecida³. Essa forma representa 90% a 95% dos casos de DL⁴.

Embora a DL não tenha uma causa definida, sua etiologia pode estar associada a determinantes biológicos, psicológicos e sociais⁵. No domínio biológico, foram identificados fatores de risco biomecânicos, como a sobrecarga tecidual⁶. Como a coluna lombar é um dos tecidos mais sobrecarregados do corpo, sua tolerância é um fator importante para entender a DL⁷.

Uma redução na resistência muscular pode levar à DL persistente por meio de um controle motor alterado e uma carga mal-adaptativa da coluna vertebral⁸. A avaliação da resistência do tronco é importante em pacientes com DL porque pode fornecer informações sobre a progressão da doença, protocolos de tratamento e avaliação dos resultados^{9,10}. Embora os testes de resistência sejam importantes para detectar alterações na função sensorio-motora e na capacidade dos músculos estabilizadores de proteger os tecidos da coluna vertebral contra lesões^{9,11}, poucos estudos se dedicaram a investigar a resistência muscular de pacientes com DL. Um estudo¹¹ mostrou que a resistência muscular dos estabilizadores da coluna, avaliada por testes de resistência, correlacionou-se com a duração da dor em 101 pacientes com DL.

Muitos ensaios clínicos direcionaram esforços para desenvolver protocolos de tratamento para a DL. No entanto, esta condição é um problema multidimensional difícil de ser gerenciado e necessita de um tratamento multimodal e individual¹². Os tratamentos conservadores, complementares ou cirúrgicos são usados nas condições aguda e crônica, visando principalmente à redução da dor e incapacidade. Muitas dessas intervenções, incluindo os agentes eletrofísicos, ainda precisam de mais consenso, como a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS)^{13,14}.

A TENS destaca-se como uma técnica não farmacológica utilizada mundialmente para tratar diferentes condições musculoesqueléticas, sejam agudas ou crônicas¹⁵. O uso abrangente da TENS ocorre porque é uma intervenção segura, raramente associada a efeitos adversos¹⁶. Além disso, trata-se de uma modalidade não invasiva e fácil de ser utilizada, possibilitando uma auto administração pelos pacientes em casa.

Os mecanismos da TENS envolvem a ativação dos neurotransmissores inibitórios centrais na analgesia, sendo que a TENS de alta frequência (> 50 Hz) ativa receptores δ -opioides¹⁷, enquanto a de baixa frequência ativa os delta-opioides¹⁶. Além disso, a TENS reduz a sensibilização central medida diretamente nos neurônios nociceptivos do corno dorsal e reduz a liberação e a expressão de neurotransmissores excitatórios (glutamato e substância P), a ativação de células gliais e citocinas e mediadores inflamatórios no corno dorsal¹⁸.

Considerando a relação entre resistência muscular e analgesia no contexto da DL, um estudo envolvendo indivíduos com lombalgia crônica encontrou um aumento de 30s em um teste de resistência muscular após 3 semanas de aplicação do TENS combinada a

mobilização de tecidos moles assistida por instrumentos¹⁹. No entanto, não foram encontrados estudos considerando apenas uma aplicação da TENS, o que poderia aumentar a tolerância aos exercícios numa mesma sessão.

Assim como ocorre com outros agentes eletrofísicos, o efeito da TENS depende de sua dose. A intensidade “forte, mas confortável” foi descrita como mais eficaz no alívio da dor do que intensidades mais baixas em pacientes saudáveis e com fibromialgia^{20,21}. Entretanto, a TENS aplicada em intensidades mais altas nem sempre é tolerada por todos os pacientes. A análise deve examinar a eficácia das intensidades adequadas em comparação com as inadequadas²². Até o momento, não foram encontrados estudos comparando diferentes intensidades em pacientes com DL.

Assim, este estudo teve como objetivo comparar os efeitos de duas intensidades de TENS, aplicadas em uma única sessão, sobre a resistência muscular em indivíduos com DL inespecífica e, secundariamente, avaliar seus efeitos sobre a dor, cinesiofobia e incapacidade.

MÉTODOS

Amostra

Este estudo é um ensaio clínico randomizado e cego. O protocolo do estudo foi registrado na plataforma local (RBR-6jv3vp8) e na *International Clinical Trials Registry Platform*.

A amostra foi escolhida por conveniência. Os critérios de inclusão foram: indivíduos com idade entre 18 e 45 anos, com queixas de DL inespecífica (sem causa identificada) e Escala de Avaliação Numérica (NRS) maior ou igual a 3 no momento da avaliação. Os participantes foram recrutados por meio de diálogo individual direto e/ou por meio de redes sociais, panfletos, telefonemas ou mensagens.

Os critérios de exclusão foram: pacientes com histórico de cirurgia da coluna vertebral e DL específica, como espondilolistese, estenose do canal vertebral, síndrome da cauda equina, hérnia do núcleo pulposo, fratura, artrite, tumor ou infecção; pacientes submetidos a tratamentos farmacológicos ou não farmacológicos para DL menos de 48 horas antes da avaliação; e a presença de contraindicações absolutas à eletroterapia, como o uso de marca-passos cardíacos, déficits cognitivos, perda de sensibilidade e mulheres grávidas²³. Além disso, foram excluídos os indivíduos com fibromialgia, problemas psiquiátricos, eletrofobia e aqueles incapazes de responder aos questionários ou que se recusaram a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os voluntários que tiveram contato prévio com a TENS também foram excluídos, pois poderiam reconhecer a baixa intensidade atual e comprometer o cegamento do estudo.

Este estudo foi realizado de acordo com o Código de Ética da Associação Médica Mundial (Declaração de Helsinque) para experimentos envolvendo seres humanos, tendo sido aprovado pelo comitê local de ética em pesquisa humana. Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos da pesquisa antes de iniciar os procedimentos de coleta de dados, e aqueles que concordaram

em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As diretrizes de relatório CONSORT foram usadas como lista de verificação de relatório²⁴.

Os voluntários participaram de uma única visita ao laboratório. Eles foram informados de que não deveriam ingerir café no dia da visita²⁵ e de que não deveriam tomar fármacos com efeito analgésico até 48 horas antes da aplicação da TENS. Foram coletados dados antropométricos, como idade, peso e altura, histórico de doenças, hábitos de vida e práticas esportivas. Como cada participante compareceu a apenas uma visita ao laboratório, o teste de resistência foi avaliado somente após a intervenção. Foi feito um *follow up* telefônico para avaliação da NRS, do índice de Oswestry e da escala Tampa.

A dor foi avaliada usando a NRS em quatro momentos: antes e após a realização da ponte supina e entre os momentos pré e pós-TENS. A NRS usa uma escala de classificação numérica de 10 pontos em que os escores de dor variam de “sem dor” (0) a “dor exacerbada” (10). Os participantes foram instruídos a fornecer um escore de classificação da dor em cada momento avaliado. Uma redução de 30% na NRS da dor foi escolhida para demonstrar uma diferença clinicamente importante²⁶.

Um teste frequentemente usado para detectar a resistência muscular lombar é o teste da ponte supina (SBT), que avalia a estabilidade dos músculos do *core* anterior. O SBT é um teste de resistência fácil, rápido de ser aplicado e com valor clínico. Para o teste SBT, cada participante foi instruído a permanecer em decúbito dorsal, com os braços ao longo do corpo, joelhos flexionados a 90° e alinhados com o quadril e pés fixos em um tapete. O tempo em que cada participante conseguiu permanecer com a pelve elevada foi registrado em segundos e em dois momentos: pré e pós-TENS¹¹.

Para avaliar a incapacidade funcional relacionada à DL, os voluntários preencheram o índice de Oswestry antes da aplicação da TENS e no *follow up* (uma semana após a intervenção), cuja reprodutibilidade é $r=0,83$ ²⁷. A pontuação do índice de Oswestry significa <20 de incapacidade leve, 20-40 de incapacidade moderada e > 40 de incapacidade grave²⁸.

A Escala Tampa de cinesiofobia também foi aplicada no pré-TENS e no *follow up* (uma semana após a intervenção: confiabilidade teste-reteste $r=0,78$; $p<0,01$)²⁹. Essa escala foi desenvolvida para avaliar o medo do movimento relacionado à dor em pacientes com dor musculoesquelética por meio de 17 perguntas e quatro escores: 1) Discordo Totalmente, 2) Discordo Parcialmente, 3) Concordo Parcialmente, e 4) Concordo. A pontuação total varia de 11 a 44, sendo que quanto maior o escore, maior o nível de medo da dor ao movimento³⁰.

Randomização e cegamento

Dezesseis participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: HI (alta intensidade, $n=9$) e LI (baixa intensidade, $n=7$). O processo de alocação está detalhado no diagrama de fluxo CONSORT (Figura S1, Material Suplementar).

Três avaliadores participaram deste estudo. O examinador 1 foi responsável apenas pela avaliação de todos os resultados, não acompanhando a intervenção e não sabendo em qual grupo

o participante seria incluído (baixa ou alta intensidade), o que garantiu o cegamento do estudo.

Após a avaliação, os examinadores 2 e 3 aplicaram a TENS em baixa ou alta intensidade em outra sala. Os grupos foram previamente randomizados por meio do site *Research Randomizer*, usando uma proporção de 1:1 com 1 conjunto de 15 números aleatórios: 1 (modo de baixa intensidade da TENS) e 2 (alta intensidade da TENS). De acordo com a randomização, os examinadores usaram um conjunto de envelopes opacos lacrados e numerados sequencialmente para designar o grupo de estudo, cada um contendo o número 1 ou 2. Portanto, o estudo foi duplamente cego, pois o examinador 1 não teve contato com o voluntário durante o tratamento com TENS e o voluntário não sabia a qual grupo pertencia.

Protocolo TENS

Para a aplicação do protocolo TENS nos participantes, este estudo utilizou um *Tens-Fes Clinical* (HTM 4-Channel) com quatro eletrodos circulares de silicone de 65 mm de diâmetro. Os eletrodos contendo um gel condutor foram colocados na pele dos participantes em um design quadripolar sem cruzamento. A palpação das cristas ilíacas e das espinhas ilíacas pósterio-superiores foi realizada para marcar os eletrodos superiores e inferiores. O examinador marcou quatro pontos para a colocação dos eletrodos: dois na altura da palpação da crista ilíaca (altura de L4) e dois na altura das espinhas ilíacas pósterio-superiores (altura de S2), cinco centímetros lateralmente ao processo espinhoso das vértebras. Os participantes adotaram a posição de decúbito lateral para receberem a intervenção.

Os parâmetros foram ajustados separadamente para cada grupo. No grupo LI TENS, o protocolo usado foi: duração de pulso = 100 μ s, frequência = 100 Hz, tempo = 20 minutos³¹ e a intensidade diminuída em 1 mA após o alcance do limiar sensitivo, ou seja, no relato de sensação de “formigamento”. No grupo HI TENS, os seguintes parâmetros foram usados: duração de pulso = 100 μ s, frequência = 100 Hz, tempo = 20 minutos, e a intensidade aumentada de acordo com a tolerância do paciente, definida como “forte, mas confortável”¹⁶, mas sem contração muscular aparente.

Após a aplicação do TENS, os participantes retornaram à primeira sala com o examinador 1 para repetir a escala NRS e o teste da ponte supina. Por fim, eles receberam um folheto educativo sobre dor. Uma semana após o teste, eles foram contactados para um *follow up* da NRS.

Análise estatística

A normalidade das medidas foi analisada com o teste de Shapiro-Wilk. O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado quando os dados não foram paramétricos e mediana com intervalo interquartil foram usados para análise de dados. O teste de Análise de Variância de Medidas Repetidas (ANOVA, modelo misto) foi usado caso os dados fossem paramétricos para comparar as variáveis dependentes (dor, resistência muscular, cinesiofobia e incapacidade) em dois grupos (LI e HI), em dois ou três momentos (antes, imediatamente após e uma semana após a aplicação do protocolo).

O teste de Bonferroni (paramétrico) e o teste de comparação múltipla de Dunn (não paramétrico) foram aplicados *post hoc* para identificar diferenças significativas. Os tamanhos de efeito (e os intervalos de confiança de 95% (IC 95%)) para comparações pré/pós foram calculados e interpretados da seguinte forma: pequeno ($> 0,2$), médio ($> 0,5$) e grande ($> 0,8$). O coeficiente de correlação de Pearson entre resistência e dor foi calculado para ambos os grupos após a aplicação da TENS. As análises foram realizadas com o software GraphPadPrism 5.0 (GraphPad Software Inc., EUA). O índice de significância adotado foi de 5% ($\alpha < 0,05$).

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra as características demográficas e clínicas básicas de cada grupo. Os dados foram distribuídos normalmente, com exceção da NRS. Apesar dos valores mais altos de resistência muscular após a TENS em ambos os grupos, não houve diferença significativa entre eles ($p > 0,05$), conforme mostrado na Figura 1. Além disso, não há interação entre os grupos e o tempo ($p = 0,882$). A Tabela 2 mostra a diferença média, o intervalo de confiança de 95% e o tamanho do efeito de alta e baixa intensidade pós-TENS. Foram observados escores de dor significativamente menores após a TENS em comparação com o pré-TENS em ambos os grupos ($p < 0,05$). Além disso, foram verificadas diferenças significativas em algumas comparações entre os grupos pós-TENS ($p < 0,05$), conforme mostrado na Figura 2. Entretanto, não houve diferença entre HI e LI no mesmo momento (pós-TENS). Além disso, não

houve diferença no *follow up* por tempo e grupos. A Tabela 2 mostra a diferença média, o intervalo de confiança de 95% e o tamanho do efeito de HI e LI no pós-2. Para a cinesiofobia (Escala de Cinesiofobia de Tampa), não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$), conforme mostrado na Figura 3. Além disso, não houve diferença significativa entre a pré e a pós-aplicação da TENS ($p > 0,05$), e não houve interação entre os grupos e o tempo ($p = 0,161$). Para a incapacidade (Escala Oswestry), não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$), como se pode observar na Figura 3. Além disso, não houve interação entre os grupos e o tempo ($p = 0,350$). No entanto, houve uma diferença significativa entre os momentos antes da aplicação da TENS e uma semana depois no *follow up* ($p = 0,028$). A Tabela 2 mostra a diferença média, o intervalo de confiança de 95% e o tamanho do efeito de HI e LI do pós-TENS. A correlação entre resistência e dor foi de $R^2 = 0,63$ para o grupo HI e $R^2 = 0,29$ para o grupo LI após a aplicação da TENS.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos de duas intensidades de TENS, aplicadas em uma única sessão, sobre a resistência muscular em indivíduos com DL não específica e avaliar seus efeitos sobre a dor, a cinesiofobia e a incapacidade. Apenas uma sessão de TENS aumentou a resistência muscular e reduziu a dor em ambos os grupos, independentemente da

Tabela 1. Características demográficas e clínicas básicas dos participantes.

Grupos	Baixa intensidade	Alta intensidade
Número de voluntários (n)	7	9
Sexo	n= 4 homens	n= 5 homens
	n= 3 mulheres	n= 4 mulheres
Idade (anos)	27,57 ± 6,45	23,89 ± 3,48
Peso (Kg)	86,71 ± 8,75	73,78 ± 18,20
Altura (m)	1,74 ± 0,06	1,66 ± 0,08
Data da queixa de dor	Mais de 3 meses: n=4	Mais de 3 meses: n=7
	Menos de 3 meses: n=3	Menos de 3 meses: n=2

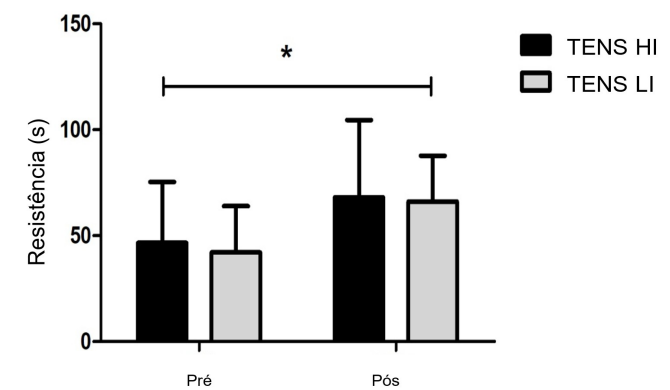


Figura 1. Resistência muscular avaliada pelo teste da ponte supina antes e depois da TENS. HI = Alta intensidade; LI = Baixa intensidade.

Tabela 2. Valores de média, desvio padrão, diferença média, intervalo de confiança de 95% e tamanho do efeito dos resultados com uma diferença significativa nos momentos pré-pós.

Resultados	Média ± DP	Diferença média	Intervalo de confiança de 95%	Tamanho do efeito (Hedgess' g)
NRS HI	2,00 ± 1,73	-0,66	-2,81 a 1,47	0,77
NRS LI	1,33 ± 1,55			
R HI [s]	68,00 ± 67,55	-2,00	-36,23 a 32,23	0,03
R LI [s]	66,00 ± 64,42			
D HI [%]	16,00 ± 16,22	2,33	-6,67 a 11,35	0,13
D LI [%]	18,33 ± 18,72			

NRS: Escala de Classificação Numérica; R: Resistência; D: Incapacidade; HI: alta intensidade; LI: baixa intensidade; todos esses valores citados são do momento pós-TENS (os valores da NRS são do pós-2).

intensidade utilizada. Foi observado um retorno do nível de dor no *follow up*, mas ainda menor do que a linha de base.

Considerando que a dor induz a limitações significativas na capacidade física e impede a prática de exercícios³², pode-se deduzir que os indivíduos estarão mais aptos a realizar as atividades necessárias se a dor for controlada. Um estudo realizado com indivíduos assintomáticos demonstrou um efeito ergogênico da TENS, pois houve uma redução na dor induzida pelo exercício e, consequentemente, uma melhora na resistência muscular³³. Em outro estudo³², a TENS atenuou a dor induzida pelo exercício mais do que o placebo. Acredita-se que essa dor induzida pelo exercício acentua a fadiga, reduzindo a ativação muscular voluntária ou contribuindo para uma série de sensações desagradáveis que levam à redução do trabalho ou ao abandono da tarefa³³.

Neste estudo, a redução da dor pode ter resultado em maior tolerância do paciente ao teste de resistência do tronco, melhorando a resistência muscular após o tratamento, independentemente da intensidade, apesar do pequeno tamanho do efeito (0,03). No entanto, um achado interessante deste estudo é que a correlação entre resistência e dor foi melhor no grupo HI ($R^2=0,63$) do que no grupo LI ($R^2=0,29$), o que poderia indicar um desempenho superior nos participantes do primeiro grupo.

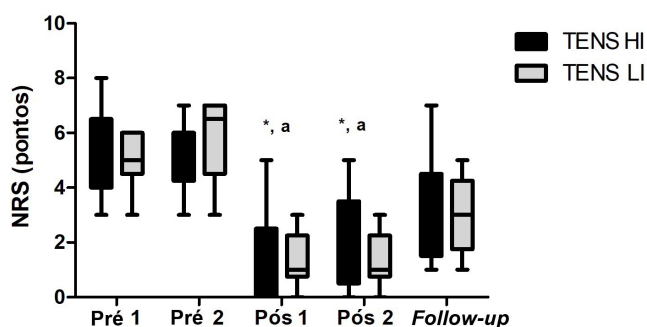
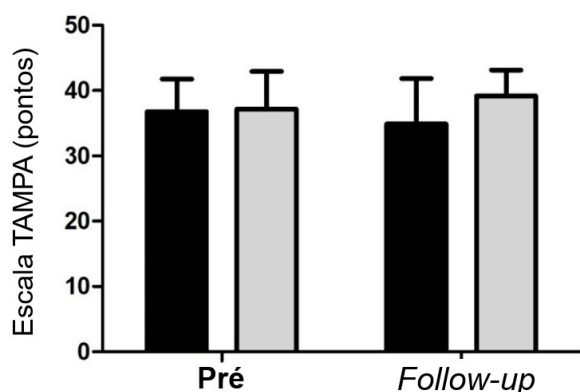


Figura 2. Box plot da Escala de Avaliação Numérica (NRS) antes e depois da TENS (1 e 2 significa antes e depois do teste da ponte supina, respectivamente). HI = alta intensidade; LI = baixa intensidade; * = diferença significativa comparando o tempo (Pré 1 x Pós 1 HI, Pré 2 x Pós 2 HI, Pré 3 x Pós 2 LI e Pré 2 e Pós 2 LI); a = comparando grupos (Pré 1 HI x Pós 1 LI, Pré 1 HI x Pós 2 LI, Pré 2 HI x Pós 1 LI, Pré 2 HI x Pós 2 LI e Pré 2 LI x Pós 2 HI).



A redução da resistência muscular em pessoas com DL poderia estar associada a uma composição muscular diferente em comparação com indivíduos saudáveis, como uma proporção maior de fibras do tipo IIB (glicolíticas de contração rápida) do que do tipo I (oxidativas lentas)³⁴, que são fibras menos resistentes à fadiga. É possível afirmar que os efeitos promovidos pela TENS neste estudo não ativaram as fibras musculares, pois seria necessário atingir os limiares motores. Dessa forma, especula-se que o aumento do desempenho tenha ocorrido devido aos efeitos analgésicos centrais gerados pela TENS de alta frequência, como a ativação das vias inibitórias e a redução da sensibilização central. Em voluntários humanos saudáveis, as respostas cerebrais indicaram reduções na atividade dos córtices somatossensorial primário (S1) e motor (M1) em ambas as frequências. A alta frequência foi usada neste estudo porque é mais confortável e responsiva em pacientes crônicos que usavam opioides endógenos¹⁶.

Na prática clínica, o teste SBT é usado principalmente para avaliar a estabilidade do músculo do core anterior¹¹ e pode ser considerado uma ferramenta objetiva de diagnóstico biomecânico para a DL⁹. No entanto, esta pesquisa entende que o SBT estima apenas a função muscular. Para uma avaliação mais específica da força, seria necessária uma avaliação isocinética.

A intensidade é um parâmetro importante na determinação da dose, mas geralmente não é controlada em ambientes clínicos e de pesquisa. Um estudo²⁰ comparou a intensidade da TENS em cinco grupos saudáveis e verificou uma dose-resposta para o alívio da dor com as intensidades mais fortes. Uma revisão sistemática concluiu que a TENS foi mais eficaz para o alívio da dor em pacientes com fibromialgia em intensidades mais altas³⁵. Este estudo constatou que ambas as intensidades foram eficazes na redução da dor após a estimulação e foram bem aceitas pelos participantes, mas não houve diferenças significativas entre os grupos, apesar de um tamanho de efeito moderado (0,77). Apesar da forte intensidade usada no grupo HI, os participantes não relataram nenhum desconforto durante a sessão, demonstrando que a TENS é uma corrente segura e tolerável. A presença de efeitos placebo no grupo LI poderia explicar a redução da dor no momento pós e a ausência de diferença entre os grupos.

Os aspectos psicossociais da dor estão relacionados a um limiar de dor mais baixo e a maiores chances de cronicidade em

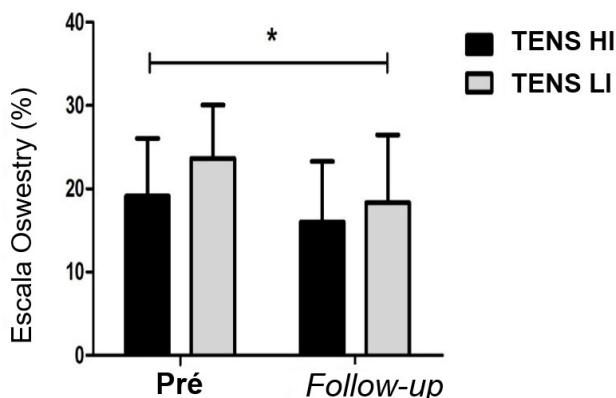


Figura 3. Cinesiofobia avaliada pela Escala TAMPa (acima) e incapacidade pela Escala Oswestry (abaixo) no pré e no *follow-up* do TENS. HI = alta intensidade; LI = baixa intensidade.

pacientes com DL. Esta pesquisa observou valores mais altos de cinesiofobia (quase 40 pontos) para ambos os grupos, mas sem diferenças significativas. Um estudo³⁶ não mostrou diferença significativa na cinesiofobia dos participantes com DL após a aplicação de seis sessões de TENS direcionadas em pontos-gatilho, corroborando os resultados desta pesquisa.

O escore de Oswestry foi reduzido em ambos os grupos sete dias após a aplicação da TENS (*follow up*), mas com tamanho de efeito pequeno (0,13). Como a DL é uma condição crônica, talvez se os indivíduos fossem mais idosos ou tivessem pior incapacidade, o tamanho do efeito de uma sessão de TENS poderia ser maior. Este estudo sugere que os valores mais baixos da incapacidade no *follow up* também representam um efeito de curto prazo (como a dor) do TENS.

O presente estudo tem algumas limitações, incluindo o pequeno tamanho da amostra. No *follow up*, os participantes não tiveram supervisão direta no formulário on-line (para dor, cinesiofobia e incapacidade), o que pode gerar um viés de memória e atenção. A ausência de um grupo placebo também seria uma limitação deste estudo devido à falta de controle. O mesmo examinador que avaliou a NRS no momento pré-pós pode ter gerado uma resposta tendenciosa ao participante. Por outro lado, a utilização do mesmo examinador pôde padronizar a aplicação da escala. Além disso, foi aplicada apenas uma sessão de TENS, e os participantes não foram acompanhados por mais de uma semana. Entretanto, o efeito de curto prazo da TENS (apenas uma sessão) representa uma vantagem no campo clínico. Por fim, o teste de resistência avaliou apenas a função muscular, limitando a avaliação específica da força muscular.

Este estudo destacou que apenas uma sessão de TENS possibilitou a redução da dor e o aumento da resistência muscular do tronco em intensidades altas e baixas de TENS. O efeito de curto prazo da TENS poderia beneficiar a aplicação de outras técnicas de fisioterapia envolvendo treinamento de resistência na mesma sessão, melhorando o conforto dos pacientes e o desempenho. Além disso, no *follow up*, a incapacidade diminuiu, mas a cinesiofobia não mudou. No entanto, embora os benefícios da TENS para analgesia e desempenho tenham sido documentados, a aplicação de terapia unimodal foi insuficiente para promover uma melhora de dor e função a longo prazo. Dessa forma, é importante considerar as terapias multimodais (associadas a exercícios, terapia manual, educação sobre a dor e eletroterapia) como um tratamento para tipos de dor crônica, como a DL.

CONCLUSÃO

Uma única sessão de TENS aplicada em altas e baixas intensidades melhorou o desempenho da resistência muscular e reduziu a dor em pacientes com dor lombar inespecífica imediatamente após sua aplicação. No *follow up*, a cinesiofobia não mudou em comparação com os valores basais, mas a incapacidade foi reduzida em ambos os grupos. Esta pesquisa sugere que futuros ensaios clínicos cegos, controlados e randomizados devem ter como meta um tamanho de amostra elevado e padronizar os parâmetros (dose, tempo de medida dos desfechos). Além disso, expandir os resultados para outras regiões do corpo e populações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a participação dos voluntários da pesquisa, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira CT, Kanas M, Wajchenberg M. Treatment of Nonspecific Chronic Low Back Pain: resistance training with or without using weights? Rev Bras Med Esporte. 2021;27(6):603-9. http://doi.org/10.1590/1517-8692202127062020_0121.
2. Fatoye F, Gebrye T, Odeyemi I. Real-world incidence and prevalence of low back pain using routinely collected data. Rheumatol Int. 2019;39(4):619-26. <http://doi.org/10.1007/s00296-019-04273-0>. PMID:30848349.
3. Oliveira CB, Maher CG, Pinto RZ, Traeger AC, Lin CC, Chenot JF, van Tulder M, Koes BW. Clinical practice guidelines for the management of nonspecific low back pain in primary care: an updated overview. Eur Spine J. 2018;27(11):2791-803. <http://doi.org/10.1007/s00586-018-5673-2>. PMID:29971708.
4. Ebadi S, Henschke N, Forogh B, Nakhostin Ansari N, van Tulder MW, Babaei-Ghazani A, Fallah E. Therapeutic ultrasound for chronic low back pain. Cochrane Database Syst Rev. 2020;7(7):CD009169. <http://doi.org/10.1002/14651858.CD009169.pub3>. PMID:32623724.
5. Knezevic NN, Cohen SP. The evidence gap in low back pain management strategies: authors' reply. Lancet. 2021;398(10306):1131-2. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01810-9](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01810-9). PMID:34563291.
6. Ramond-Roquin A, Bodin J, Serazin C, Parot-Schinkel E, Ha C, Richard I, Petit Le Manach A, Fouquet N, Roquelaure Y. Biomechanical constraints remain major risk factors for low back pain. Results from a prospective cohort study in French male employees. Spine J. 2015;15(4):559-69. <http://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.05.040>. PMID:23856655.
7. Chau A, Steib S, Whitaker E, Kohns D, Quinter A, Craig A, Chiodo A, Chandran S, Laidlaw A, Schott Z, Farlow N, Yarjanian J, Omwanghe A, Wasserman R, O'Neill C, Clauw D, Bowden A, Marras W, Carey T, Mehling W, Hunt CA, Lotz J. Theoretical schemas to guide Back Pain Consortium (BACPAC) chronic low back pain clinical research. Pain Med. 2023;24(Suppl 1):S13-35. <http://doi.org/10.1093/pm/pnac196>. PMID:36562563.
8. Shaw J, Jacobs JV, Van Dillen LR, Beneck GJ, Smith JA. Understanding the Biering-Sørensen test: contributors to extensor endurance in young adults with and without a history of low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2024;74:102854. <http://doi.org/10.1016/j.jelekin.2023.102854>. PMID:38171249.
9. Triantafyllou A, Papagiannis G, Stasi S, Gkrilias P, Kyriakidou M, Kampouroglou E, Skouras AZ, Tsolakis C, Georgoudis G, Savvidou O, Papagelopoulos P, Koulouvaris P. Lumbar kinematics assessment of patients with chronic low back pain in three bridge tests using miniaturized sensors. Bioengineering. 2023;10(3):339. <http://doi.org/10.3390/bioengineering10030339>. PMID:36978730.
10. Vlačná D, Krkoška P, Kuhn M, Dosbaba F, Batalik L, Vlčková E, Vohánka S, Adamová B. Assessment of lumbar extensor muscles in the context of trunk function, a pilot study in healthy individuals. Appl Sci. 2021;11(20):9518. <http://doi.org/10.3390/app11209518>.
11. Vanti C, Conti C, Faresin F, Ferrari S, Piccarreta R. The relationship between clinical instability and endurance tests, pain, and disability in nonspecific low back pain. J Manipulative Physiol Ther. 2016;39(5):359-68. <http://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.04.003>. PMID:27167368.
12. Wirth B, Schweinhardt P. Personalized assessment and management of non-specific low back pain. Eur J Pain. 2024;28(2):181-98. <http://doi.org/10.1002/ejp.2190>. PMID:37874300.
13. Dias LV, Cordeiro MA, Schmidt de Sales R, Dos Santos MMBR, Korelo RIG, Wojciechowski AS, Macedo ACB. Immediate analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential current (IFC) on chronic low back pain: randomised placebo-controlled trial. J Bodyw Mov Ther. 2021;27:181-90. <http://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.03.005>. PMID:34391232.

14. Pivovarsky MLF, Gaideski F, Macedo RM, Korelo RIG, Guarita-Souza LC, Liebano RE, Macedo ACB. Immediate analgesic effect of two modes of transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Einstein*. 2021;19:eAO6027. http://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021AO6027. PMID:34932756.
15. Paley CA, Wittkopf PG, Jones G, Johnson MI. 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*. 2021;57(10):1060. <http://doi.org/10.3390/medicina57101060>. PMID:34684097.
16. Vance CGT, Dailey DL, Chimenti RL, van Gorp BJ, Crofford LJ, Sluka KA. Using TENS for pain control: update on the State of the evidence. *Medicina*. 2022;58(10):1332. <http://doi.org/10.3390/medicina58101332>. PMID:36295493.
17. Kalra A, Urban MO, Sluka KA. Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *J Pharmacol Exp Ther*. 2001;298(1):257-63. [http://doi.org/10.1016/S0022-3565\(24\)29376-9](http://doi.org/10.1016/S0022-3565(24)29376-9). PMID:11408550.
18. Chimenti RL, Frey-Law LA, Sluka KA. A mechanism-based approach to physical therapist management of pain. *Phys Ther*. 2018;98(5):302-14. <http://doi.org/10.1093/ptj/pty030>. PMID:29669091.
19. Kim YK, Cho SY, Lee KH. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and instrument-assisted soft tissue mobilization combined treatment on chronic low back pain: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2021;34(5):895-902. <http://doi.org/10.3233/BMR-200369>. PMID:34092603.
20. Moran F, Leonard T, Hawthorne S, Hughes CM, McCrum-Gardner E, Johnson MI, Rakel BA, Sluka KA, Walsh DM. Hypoalgesia in response to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) depends on stimulation intensity. *J Pain*. 2011;12(8):929-35. <http://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.02.352>. PMID:21481649.
21. Dailey DL, Vance CGT, Rakel BA, Zimmerman MB, Embree J, Merriwether EN, Geasland KM, Chimenti R, Williams JM, Golchha M, Crofford LJ, Sluka KA. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces movement-evoked pain and fatigue: a randomized, controlled trial. *Arthritis Rheumatol*. 2020;72(5):824-36. <http://doi.org/10.1002/art.41170>. PMID:31738014.
22. Sluka KA, Bjordal JM, Marchand S, Rakel BA. What makes transcutaneous electrical nerve stimulation work? Making sense of the mixed results in the clinical literature. *Phys Ther*. 2013;93(10):1397-402. <http://doi.org/10.2522/ptj.20120281>. PMID:23641031.
23. Serrano-Muñoz D, Gómez-Soriano J, Bravo-Esteban E, Vázquez-Fariñas M, Taylor J, Avendaño-Coy J. Intensity matters: therapist-dependent dose of spinal transcutaneous electrical nerve stimulation. *PLoS One*. 2017;12(12):e0189734. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0189734>. PMID:29244850.
24. Schulz KF, Altman DG, Moher D, Consort Group. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *J Clin Epidemiol*. 2010;63(8):834-40. <http://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.02.005>. PMID:20346629.
25. Marchand S, Li J, Charest J. Effects of caffeine on analgesia from transcutaneous electrical nerve stimulation. *N Engl J Med*. 1995;333(5):325-6. <http://doi.org/10.1056/NEJM199508033330521>. PMID:7596392.
26. Childs JD, Piva SR, Fritz JM. Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain. *Spine*. 2005;30(11):1331-4. <http://doi.org/10.1097/01.brs.0000164099.92112.29>. PMID:15928561.
27. Roland M, Fairbank J. The roland-morris disability questionnaire and the oswestry disability questionnaire. *Spine*. 2000;25(24):3115-24. <http://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00006>. PMID:11124727.
28. Arpinar VE, Gliedt JA, King JA, Maiman DJ, Muftuler LT. Oswestry Disability Index scores correlate with MRI measurements in degenerating intervertebral discs and endplates. *Eur J Pain*. 2020;24(2):346-53. <http://doi.org/10.1002/ejp.1490>. PMID:31595564.
29. Swinkels-Meewisse EJ, Swinkels RA, Verbeek AL, Vlaeyen JW, Oostendorp RA. Psychometric properties of the Tampa Scale for kinesiophobia and the fear-avoidance beliefs questionnaire in acute low back pain. *Man Ther*. 2003;8(1):29-36. <http://doi.org/10.1054/math.2002.0484>. PMID:12586559.
30. Weermeijer JD, Meulders A. Clinimetrics: tampa scale for kinesiophobia. *J Physiother*. 2018;64(2):126. <http://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.01.001>. PMID:29567379.
31. Tousignant-Laflamme Y, Laroche C, Beaulieu C, Bouchard AJ, Boucher S, Michaud-Létourneau M. A randomized trial to determine the duration of analgesia following a 15- and a 30-minute application of acupuncture-like TENS on patients with chronic low back pain. *Physiother Theory Pract*. 2017;33(5):361-9. <http://doi.org/10.1080/09593985.2017.1302540>. PMID:28379056.
32. Facci LM, Nowotny JP, Tormem F, Trevisani VF. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. *Sao Paulo Med J*. 2011;129(4):206-16. <http://doi.org/10.1590/S1516-31802011000400003>. PMID:21971895.
33. Astokorki AHY, Mauger AR. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces exercise-induced perceived pain and improves endurance exercise performance. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(3):483-92. <http://doi.org/10.1007/s00421-016-3532-6>. PMID:28160085.
34. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ, Danneels L. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J*. 2000;9(4):266-72. <http://doi.org/10.1007/s005860000190>. PMID:11261613.
35. Amer-Cuenca JJ, Badenes-Ribera L, Biviá-Roig G, Arguisuelas MD, Suso-Martí L, Lisón JF. The dose-dependent effects of transcutaneous electrical nerve stimulation for pain relief in individuals with fibromyalgia: a systematic review and meta-analysis. *Pain*. 2023;164(8):1645-57. <http://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002876>. PMID:36893318.
36. Aguilar Ferrándiz ME, Nijs J, Gidron Y, Roussel N, Vanderstraeten R, van Dyck D, Huysmans E, Kooning M. Auto-targeted neurostimulation is not superior to placebo in chronic low back pain: a fourfold blind randomized clinical trial. *Pain Physician*. 2016;19(5):E707-19. PMID:27389114.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Vanessa Pavanate: Conceitualização, Metodologia, Análise Estatística, Investigação, Gerenciamento de Recursos, Coleta de Dados, Redação - Preparação do Original

Thiago Pereira Aguiar: Conceitualização, Metodologia, Análise Estatística, Investigação, Gerenciamento de Recursos, Coleta de Dados, Redação - Preparação do Original

Luiza Roberta Contezini: Conceitualização, Metodologia, Análise Estatística, Investigação, Gerenciamento de Recursos, Coleta de Dados, Redação - Preparação do Original

Alexandre Márcio Marcolino: Conceitualização, Metodologia, Coleta de Dados, Redação - Revisão e Edição, Visualização, Supervisão

Rafael Inácio Barbosa: Coleta de dados, Redação - Revisão e Edição, Visualização

Alessandro Haupenthal: Coleta de dados, Redação - Revisão e Edição, Visualização

Kelly Mônica Marinho e Lima: Conceitualização, Metodologia, Análise Estatística, Investigação, Gerenciamento de Recursos, Coleta de Dados, Redação - Preparação do Original, Redação - Revisão e Edição, Visualização, Supervisão, Gerenciamento do Projeto

MATERIAL SUPLEMENTAR

Este artigo acompanha material suplementar.

Figura S1. Diagrama de fluxo do CONSORT 2010.

Este material está disponível como parte da versão online do artigo em <https://doi.org/10.63231/2595-0118.20250038-pt>