

Efeitos da estimulação elétrica nervosa transcutânea na contração voluntária máxima de mulheres com disfunção temporomandibular: ensaio clínico randomizado

Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on maximal voluntary contraction in women with temporomandibular dysfunction: randomized clinical trial

Guilherme Lemos Monteiro dos Santos¹, Fabiane Miron Stefani¹

<https://doi.org/10.5935/2595-0118.20240018-pt>

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: Esta pesquisa teve o propósito de avaliar a eficácia da Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS) combinada com terapia manual em mulheres diagnosticadas com Disfunção Temporomandibular (DTM) muscular com ou sem Deslocamento de Disco com Redução (DDR). O objetivo foi avaliar a ação da terapia manual em conjunto com a TENS como ferramenta terapêutica para tratamentos da DTM, analisando as tarefas eletromiográficas na Contração Voluntária Máxima (CVM) e no repouso, e aferindo os escores da dor com a Escala Analógica Visual (EAV).

MÉTODOS: Este estudo possui um desenho de ensaio clínico randomizado cego. No contexto, após a triagem foram investigadas 11 mulheres com diagnóstico de DTM muscular com ou sem DDR, com idades entre 18 e 39 anos. As 11 mulheres foram divididas randomicamente em dois grupos de intervenção, um deles recebendo somente terapia manual e outro grupo recebendo a terapia manual juntamente com a TENS. As participantes foram avaliadas pelos protocolos Critérios de Diagnóstico para Distúrbios Temporomandibulares (DC/TMD) e MBGR para inclusão e exclusão, por meio da EAV para análise da dor, e da

Eletromiografia de Superfície (EMG) para a análise da CVM e do repouso, verificando a ativação muscular.

RESULTADOS: Foram observados menores valores da CVM e de repouso após a intervenção em ambos os grupos de intervenção. A aplicação só de terapia manual é tão eficaz quanto o uso de terapia manual em conjunto com a TENS. Não houve diferença entre o grupo com terapia manual (GM) e o grupo com terapia manual+TENS (GT) nos escores da EAV, entretanto quando comparados pré e pós-intervenção, foram observados menores valores nos escores dos dois grupos.

CONCLUSÃO: Ambos os grupos apresentaram redução da dor, mas a combinação de TENS e terapia manual mostrou ligeira melhora na estabilidade da musculatura mastigatória em comparação com a terapia manual isolada. Com ou sem TENS, o relaxamento muscular e a analgesia foram alcançados.

Descritores: Disfunção temporomandibular, Eletromiografia, Estimulação elétrica nervosa transcutânea, Fonoaudiologia, Terapia Manual.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) combined with manual therapy in women diagnosed with muscular Temporomandibular Dysfunction (TMD) with or without Reduced Disc Displacement (RDD). The objective was to evaluate the action of manual therapy in conjunction with TENS as a therapeutic tool for treating TMD, analyzing the electromyographic tasks in Maximum Voluntary Contraction (MVC) and in rest, and measuring pain scores with the Visual Analog Scale (VAS).

METHODS: This study has a blinded randomized clinical trial design. In this context, after screening, 11 women with a diagnosis of muscular TMD with or without RDD, aged between 18 and 39 years, were investigated. The 11 women were randomly divided into two intervention groups, one receiving manual therapy alone and the other receiving manual therapy together with TENS. The participants were assessed using the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) and MBGR protocols for inclusion and exclusion, using the VAS to analyze pain, and Surface Electromyography (EMG) to analyze MVC and rest muscle activation.

Guilherme Lemos Monteiro dos Santos – <https://orcid.org/0000-0003-4851-6789>;
Fabiane Miron Stefani – <https://orcid.org/0000-0002-8531-6594>.

1. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Fonoaudiologia, Florianópolis, SC, Brasil.

Apresentado em 17 de outubro de 2023.

Aceito para publicação em 07 de fevereiro de 2024.

Conflito de interesses: não há – Fontes de fomento: não há.

DESTAQUES

- A terapia manual aplicada individualmente é tão eficaz quanto o seu uso concomitantemente com a estimulação elétrica nervosa transcutânea.
- Ambos os grupos apresentaram menores valores de atividade elétrica muscular.
- Foi identificada uma diminuição no escore da dor, em comparação com o pré e a pós-intervenção, para ambos os grupos.

Editor associado responsável: Eduardo Grossmann
<https://orcid.org/0000-0002-1238-1707>

Correspondência para:

Guilherme Lemos Monteiro dos Santos

E-mail: guilhermejsantos@hotmail.com



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

RESULTS: Lower MVC and rest values were observed after the intervention in both intervention groups. Manual therapy alone was as effective as manual therapy combined with TENS. There was no difference between the manual therapy group (MG) and manual therapy+TENS group (TG) in the VAS scores, however when comparing pre- and post-intervention, lower values were observed in the scores of both groups.

CONCLUSION: Both groups showed a reduction in pain, but the combination of TENS and manual therapy showed a slight improvement in the stability of the masticatory muscles compared to manual therapy alone. With or without TENS, muscle relaxation and analgesia were achieved.

Keywords: Electromyography, Manual therapy, Speech, therapy, Temporomandibular dysfunction, Transcutaneous electrical nerve stimulation.

INTRODUÇÃO

A Disfunção Temporomandibular (DTM), que se constitui em um conjunto de alterações clínicas que envolvem os músculos da mastigação, a Articulação Temporomandibular (ATM) e outras estruturas orofaciais vinculadas, desencadeia um desequilíbrio nas estruturas da cabeça e do pescoço¹⁻⁴.

Não há uma etiologia única para a DTM, sendo caracterizada por uma origem multifatorial associada a fatores neuromusculares, biomecânicos, biológicos, psicológicos e sociais. A etiopatologia da DTM permanece insuficientemente esclarecida, o que frequentemente gera desafios no processo terapêutico. Nesse sentido, destaca-se a relevância de realizar um mapeamento abrangente da disfunção⁵⁻⁷.

A prevalência da DTM é maior em adultos, principalmente entre as idades de 18 a 45 anos, sendo indicado na literatura que as mulheres são o sexo mais afetado^{3,8}. Para a classificação da DTM a literatura sugere a divisão em dois principais grupos: a DTM de origem muscular, que acomete os músculos da mastigação, com predominância o masseter e o temporal, causando tensão e dor; e a DTM de origem articular, que afeta a ATM, causando limitações e dor na região articular⁹⁻¹².

Na DTM de origem articular, pode-se encontrar um subtipo, classificado como Deslocamento de Disco com Redução (DDR), caracterizado por uma deformação do disco articular, com modificação da sua morfologia bicôncava, e por produzir uma sobrecarga mecânica na articulação, tornando-a dolorida.

Essa condição também está associada a estalidos, que ocorrem durante o movimento de translação da mandíbula, quando é gerado um som articular chamado de estalido de redução, devido ao retorno do disco deslocado para a posição de maior normalidade, após o côndilo recapturá-lo. Um outro estalido também é produzido quando acontece o deslocamento de disco incorreto, de forma anterior ao côndilo. Ademais, o deslocamento de disco pode resultar em diminuição do espaço articular, artrite, reabsorção, inflamação, além de dor e DTM¹³.

É importante diagnosticar corretamente o subtipo de DTM, para que a adaptação do tratamento seja realizada de acordo com a necessidade do indivíduo, a fim de proporcionar um diagnóstico e meios terapêuticos corretos^{11,12,14}.

Os sinais e sintomas indicadores das DTMs compreendem uma redução na amplitude de movimento mandibular, dor nos músculos mastigatórios, desconforto na ATM, presença de ruídos articulares associados à funcionalidade, manifestação de dor miofascial generalizada e restrição ou desvio funcional durante a abertura da mandíbula. A manifestação sintomática mais frequentemente referida nas DTMs é a dor, predominantemente localizada nos músculos da mastigação, na ATM e/ou na região pré-auricular, afetando as funções estomatognáticas. Desse modo, a fonoaudiologia vem buscando cada vez mais alternativas para diminuir a dor e causar o relaxamento das estruturas que fazem parte do sistema estomatognático^{4,13,15-18}.

Para medir a sensação dolorosa, é possível empregar a Escala Analógica Visual (EAV), que possibilita a quantificação de nuances na intensidade da dor dos indivíduos, o que é essencial para monitorar a resposta a intervenções terapêuticas. Assim, a aplicação da EAV emerge como uma ferramenta valiosa na clínica e na pesquisa, contribuindo para uma abordagem mais abrangente e precisa na compreensão e gestão da dor orofacial associada à DTM¹⁹⁻²¹.

Um dos procedimentos empregados para avaliar a ativação dos músculos é a eletromiografia de superfície (EMG), que registra a atividade elétrica da musculatura, oferecendo suporte tanto ao diagnóstico quanto à intervenção terapêutica. Na análise das atividades eletromiográficas, que são as de repouso, mastigação e Contração Voluntária Máxima (CVM), destaca-se a avaliação da CVM como método para mensurar a tensão muscular^{22,23}.

Para a discussão dos achados desta pesquisa, é importante trazer breves explicações sobre a CVM. Sabe-se que a EMG serve para analisar os sinais elétricos gerados pela musculatura em diferentes indivíduos, para essas aquisições é necessária a utilização de técnicas para a normalização, que consiste em transformar os valores absolutos da amplitude em valores relativos com referência a um valor de amplitude caracterizado como 100%. Uma das técnicas utilizadas para – a que foi usada nesta pesquisa – é a CVM, que utiliza como referência para a normalização o maior valor encontrado voluntariamente em uma contração máxima da musculatura²⁴.

Com o propósito de reduzir a tensão muscular e a dor associadas à DTM, a fonoaudiologia emprega diversas estratégias, incluindo a terapia manual. Essa abordagem envolve a aplicação de movimentos de alongamento e relaxamento direcionados aos músculos afetados pela DTM²⁵. Adicionalmente, utiliza-se a Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS), a qual consiste na aplicação de correntes elétricas de baixa frequência, capazes de induzir relaxamento muscular e analgesia. Essa modalidade terapêutica também proporciona a promoção do equilíbrio entre as estruturas do sistema estomatognático²⁶. Ainda com a finalidade de avaliar a eficácia da TENS em combinação com a terapia manual em mulheres diagnosticadas com DTM muscular, com ou sem DDR, o presente estudo teve como objetivo principal analisar a atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal. Especificamente, o foco da análise recaiu sobre os períodos de repouso e de CVM, sendo ainda monitorada a evolução dos escores de dor por meio da EAV.

MÉTODOS

Este estudo se trata de um ensaio clínico randomizado cego de intervenção. A amostra foi composta por 11 mulheres, com idades entre

18 e 39 anos, diagnosticadas com DTM de origem muscular, com ou sem DDR.

Este estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, conforme expresso no parecer número 5.402.772. Além disso, esta pesquisa foi devidamente registrada no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) com o número RBR-633rr3r. Cabe ressaltar que todas as participantes formalizaram sua concordância ao participar, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes do início das intervenções.

Foram incluídas neste estudo mulheres diagnosticadas odontologicamente com DTM de origem muscular, com ou sem DDR, conforme critérios estabelecidos pelos Critérios de Diagnóstico para Distúrbios Temporomandibulares (DC/TMD). A faixa etária das participantes variou entre 18 e 45 anos, e seus índices de massa corporal (IMC) situaram-se entre 18,5 e 29 pontos.

Como critérios de exclusão, foram estabelecidos os seguintes parâmetros: participantes que receberam diagnóstico de DTM de origem articular; aquelas que apresentavam mais de três ausências dentárias ou duas ausências de dentes pares de oclusão; aquelas que fizeram uso de fármaco analgésico, miorelaxante ou anti-inflamatório durante o período da pesquisa; participantes que já haviam recebido terapia para DTM anteriormente; aquelas que utilizaram placas oclusais durante o período da pesquisa; as que faltaram a algum dos dias de intervenção; aquelas que não seguiram as orientações prescritas; e aquelas cujo IMC estava abaixo ou acima dos parâmetros especificados.

As participantes foram prospectadas através de um formulário online, o qual registrou 83 inscrições. Dessas, 68 corresponderam a mulheres e 15 a homens. Cinco inscrições foram excluídas devido a critérios etários não atendidos, enquanto nove foram descartadas devido ao IMC não estar em conformidade com os critérios estabelecidos. Assim, 54 mulheres foram convocadas para participar deste estudo. Dentre as convocadas, 22 não compareceram ou não responderam à convocação. Após avaliação diagnóstica realizada por um cirurgião-dentista, oito participantes foram diagnosticadas com DTM de origem articular, sendo subsequentemente excluídas da amostra. Desse modo, 24 participantes foram incluídas nas intervenções terapêuticas. Contudo, ao longo do processo, 13 participantes abandonaram o tratamento, resultando em 11 participantes que concluíram integralmente esta pesquisa.

Todas as participantes foram diagnosticadas com DTM de origem muscular, com ou sem DDR, confirmada por um cirurgião-dentista que conduziu uma avaliação clínica utilizando o protocolo DC-TMD²⁷. Após a confirmação do diagnóstico de DTM, as participantes foram submetidas a uma anamnese e a uma avaliação focada nos aspectos oromiofuncionais, conforme estabelecido pelo protocolo MBGR²⁸, com um fonoaudiólogo, para identificação de alterações miofuncionais e dos sinais e sintomas da DTM. A randomização das participantes foi realizada por meio do aplicativo para celular *Randomizer*[®], resultando na seleção aleatória de cinco mulheres para o Grupo de Terapia Manual (GM) e seis para o Grupo de Terapia Manual+TENS (GT). As participantes foram submetidas a avaliações com o uso da EAV²⁹, a qual permitiu a mensuração do escore de dor tanto antes quanto após a intervenção.

Para avaliar a atividade muscular dos músculos temporal e masseter, as participantes foram submetidas à EMG. Para a coleta da CVM, as participantes foram orientadas a realizar a CVM bilateral da mandíbula por 10 segundos, repetida por três vezes, com intervalos entre os ciclos para prevenir a fadiga muscular. Com o intuito de eliminar interferências oclusais e evitar desgaste dentário, roletes de gaze foram posicionados entre os dentes pré-molares e primeiro e segundo molares, tanto inferior quanto superior, bilateralmente. O registro inicial da CVM, realizado de maneira única e sem a manutenção do movimento, foi utilizado para a normalização dos dados da EMG.

Os registros da EMG foram captados pelo Eletromiógrafo Miotool 400, da marca Miotec[®], de quatro canais, com eletrodos bipolares da marca Miotec[®], modelo DoubleTrace LH-ED4020, e eletrodos terra, da marca Kendall[®], do modelo Eletrodo ECG Meditrace 200 Adulto, e gravados em um computador Samsung[®] Book 550xda-Kv3, Intel[®] Core i3.

O eletromiógrafo foi configurado com as seguintes especificações: um conversor A/D de 14 *bits* de resolução para aquisição de sinais eletromiográficos; uma taxa de rejeição comum de sinais superior a 100 dB; um filtro passa-alta de 20 Hz e um filtro passa-baixa de 500 Hz; capacidade de aquisição de 2000 amostras por segundo por canal; e isolamento elétrico de 5000 volts. As informações foram automaticamente apresentadas em *root mean square* (RMS) pelo *Software* Miotecsuite 1.0. Os dados da análise foram normalizados pela CVM e expressos em forma percentual. O dispositivo foi conectado a um *notebook* alimentado por bateria, dispensando o uso de rede elétrica. As gravações foram armazenadas tanto no disco rígido do *notebook* quanto em um *pendrive*, para análise subsequente.

A intervenção fonoaudiológica voltada ao alívio da dor e relaxamento dos músculos masseter e temporal consistiu em um programa de massagens, com sessões semanais de 30 minutos para o GM e 55 minutos para o GT, ao longo de quatro semanas.

A terapia manual empregada em ambos os grupos investigados foi conduzida de maneira uniforme, consistindo em alongamentos que incorporavam movimentos verticais e exercícios de relaxamento com movimentos circulares. Esses últimos foram executados no sentido das fibras musculares do masseter e do temporal bilateralmente, utilizando os dedos indicador e médio de maneira bidigital, contrariamente à direção da contração muscular. Os exercícios de alongamento envolveram uma série de 10 repetições para cada lado, enquanto o exercício de relaxamento compreendeu uma série de 20 segundos para cada lado.

Na terapia com TENS, administrada ao GT, foi utilizado o equipamento *Fono Stim*[®], fabricado pela HTM. Esse dispositivo portátil de eletroestimulação possui dois canais de saída. Para a transmissão dos estímulos ao paciente, foram empregados eletrodos unipolares da marca Medix[®], do modelo Eletrodo Descartável ECG Neonatal, que é caracterizado por: forma de gota, flexibilidade, gel condutor sólido, sensor de prata e cloreto de prata; com dimensões de (\pm 1 mm): 25mm x 31mm.

A aplicação dos eletrodos seguiu à preparação da pele, realizada com gaze embebida em álcool etílico a 70%, visando aumentar a impedância e maximizar os impulsos elétricos gerados pela TENS. Posteriormente à preparação da pele, os eletrodos foram posicionados bilateral-

mente nos músculos masseter, no ângulo mandibular e no ponto de inserção, com o objetivo de induzir relaxamento e analgesia.

Este estudo seguiu um protocolo elaborado pelo autor para estabelecer um padrão, com base em um artigo de revisão de literatura³⁰. Os parâmetros estabelecidos para a TENS foram os seguintes: estímulo TENS *Burst*, frequência de 130 Hz, duração de 100µs, com a amplitude do estímulo aumentada a cada 2mA após a adaptação da participante ao estímulo, com uma duração total de 25 minutos. Após as quatro sessões de intervenção terapêutica, as participantes foram submetidas a uma reavaliação que empregou a EAV para mensurar o escore da dor pós-intervenção. Além disso, a EMG foi utilizada para avaliar os efeitos terapêuticos induzidos na musculatura estimulada.

Análise estatística

As variáveis quantitativas foram descritas por meio de média, desvio padrão (DP), intervalo de confiança de 95% (IC 95%), mediana e intervalo interquartil (IIQ), seguindo procedimentos estatísticos para a caracterização das amostras.

A normalidade das variáveis quantitativas foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e pela análise dos histogramas. As diferenças entre os grupos de intervenção foram analisadas utilizando o teste *t* de Student (para dados paramétricos) e o teste de Mann-Whitney (para dados não paramétricos).

Adicionalmente, para investigar possíveis diferenças entre as medidas de EMG na mesma participante antes e depois da intervenção, aplicou-se o teste *t* de Student para grupos pareados ou o teste de Wilcoxon (*Wilcoxon signed-ranks test*) para dados não paramétricos. Os dados foram registrados em planilhas no *Microsoft Excel for Mac* (2019) e posteriormente exportados para análise estatística utilizando o *software Stata* versão 14.0 (disponível em <https://www.stata.com>). Um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) foi adotado.

RESULTADOS

Onze participantes do sexo feminino foram incluídas na pesquisa, sendo cinco designadas para o GM e seis para o GT. A tabela 1 não evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os grupos de

Tabela 1. Comparação das atividades eletromiográficas antes e após intervenção para cada uma das áreas musculares na contração voluntária máxima (CVM), entre o grupo com terapia manual (GM) e o grupo com terapia manual+TENS (GT)

Variáveis	Grupo GM	Grupo GT	Valor de p	Valor de p mediana*
Pré CVM MD			0,152 ^b	0,782
Média (IC 95%)	240,28 (112,71-367,86)	163,05 (101,11-224,99)		
Desvio padrão	102,75	59,03		
Mediana (IIQ)	297,02 (172,45-298,11)	149,26 (108,80-227,35)		
Pré CVM TD			0,655 ^b	0,782
Média (IC 95%)	229,55 (90,59-368,51)	202,06 (112,34-291,78)		
Desvio padrão	111,9126	85,50		
Mediana (IIQ)	278,16 (148,61-306,14)	170,60 (141,20-278,16)		
Pré CVM ME			0,169 ^b	0,782
Média (IC 95%)	205,90 (89,79-322,01)	139,50 (85,33-193,67)		
Desvio padrão	93,51	51,62		
Mediana (IIQ)	211,02 (132,55-288,19)	139,64 (101,72-171,74)		
Pré CVM TE			0,465 ^a	0,782
Média (IC 95%)	186,84 (100,09-273,59)	174,48 (62,89-286,08)		
Desvio padrão	69,87	106,34		
Mediana (IIQ)	194,14 (148,37-224,55)	145,88 (99,23- 183,20)		
Pós CVM MD			0,223 ^b	0,136
Média (IC 95%)	163,72 (92,09-235,34)	120,01 (64,28-175,74)		
Desvio padrão	57,69	53,10		
Mediana (IIQ)	154,48 (150,94-190,42)	127,42 (83,66-149,42)		
Pós CVM TD			0,383 ^b	0,136
Média (IC 95%)	143,29 (59,03-227,55)	105,68 (34,82-176,55)		
Desvio padrão	67,86	67,53		
Mediana (IIQ)	121,69 (115,03-174,16)	96,59 (78,50-101,96)		
Pós CVM ME			0,310 ^b	0,782
Média (IC 95%)	125,86 (67,65-184,07)	100,85 (69,42-132,27)		
Desvio padrão	46,88	29,94		
Mediana (IIQ)	117,04 (100,24-135,76)	100,60 (71,09-127,28)		
Pós CVM TE			0,477 ^b	0,782
Média (IC 95%)	130,50 (78,30-182,69)	107,77 (48,49-167,04)		
Desvio padrão	42,04	56,48		
Mediana (IIQ)	135,91 (120,26-155,28)	118,12 (52,42-161,98)		

GM = Grupo terapia manual; GT = Grupo terapia manual com TENS; IC95% = Intervalo de Confiança de 95%; IIQ = Intervalo Interquartil; MD = Masseter direito; ME = Masseter esquerdo; TD = Temporal direito; TE = Temporal esquerdo. ^aTeste de Mann-Whitney. ^bTeste *t* de Student.

*Valor de p exato para o teste de igualdade de medianas.

intervenção em relação à CVM. As médias superiores observadas no período pré-intervenção (205,90 para o masseter esquerdo e 186,84 para o temporal esquerdo), e no período pós-intervenção (para todos os músculos no GM em comparação com o GT), demonstraram que, embora não haja significância estatística, os sinais elétricos diminuíram independentemente da intervenção utilizada.

No que diz respeito aos resultados da EMG em repouso, foi observada maior média de atividade elétrica na fase de repouso pré-intervenção para o músculo temporal esquerdo (4,30). Na fase pós-intervenção, foi constatada uma média mais elevada para o temporal direito (2,00) e temporal esquerdo (2,74) no GM, em comparação com o GT. No entanto, essa diferença não alcançou significância estatística (Tabela 2).

Através da figura 1, é viável realizar a comparação das médias das atividades eletromiográficas durante a CVM. No GM, foi observada uma média inferior de atividade elétrica no masseter esquerdo (125,86; $p=0,045$) após a implementação da terapia manual. Além disso, médias menores de contração foram identificadas em todos os músculos avaliados na fase pós-intervenção, em comparação com a fase pré-intervenção no GT.

Durante a análise dos valores da atividade eletromiográfica em repouso, foi constatada uma diferença estatisticamente significativa na contração muscular antes e após a intervenção para ambos os grupos. No GM, os músculos masseter direito (1,67; $p=0,043$) e temporal direito (2,00; $p=0,043$) e esquerdo (2,74; $p=0,043$) apresentaram valores de contração menores após a intervenção, em

Tabela 2. Comparação das atividades eletromiográficas antes e após a intervenção para cada uma das áreas musculares em repouso, entre o grupo com terapia manual (GM) e o grupo com terapia manual+TENS (GT)

Variáveis	Grupo GM	Grupo GT	Valor de p	Valor de p mediana*
Pré-repouso MD			0,814 ^b	0,545
Média (IC 95%)	2,19 (1,13-3,25)	2,32 (1,36-3,29)		
Desvio padrão	0,85	0,92		
Mediana (IIQ)	2,09 (2,06-2,41)	2,48 (1,53-3,18)		
Pré-repouso TD			1,000 ^a	1,000
Média (IC 95%)	3,19 (0,04-6,34)	3,55 (0,66-6,44)		
Desvio padrão	2,54	2,76		
Mediana (IIQ)	2,23 (1,98-2,65)	2,44 (1,56-4,93)		
Pré-repouso ME			0,999 ^b	0,567
Média (IC 95%)	1,71 (0,59-2,84)	1,71 (1,10-2,32)		
Desvio padrão	0,91	0,58		
Mediana (IIQ)	1,82 (1,26-1,94)	1,49 (1,28-2,01)		
Pré-repouso TE			0,855 ^a	1,000
Média (IC 95%)	4,30 (0,67-7,92)	3,86 (1,64-6,09)		
Desvio padrão	2,92	2,12		
Mediana (IIQ)	3,83 (2,24-3,93)	3,82 (2,73-4,56)		
Pós-repouso MD			0,715 ^a	0,567
Média (IC 95%)	1,67 (1,19-2,15)	1,68 (1,05-2,31)		
Desvio padrão	0,39	0,60		
Mediana (IIQ)	1,80 (1,77-1,84)	1,54 (1,36- 2.14)		
Pós-repouso TD			0,954 ^b	0,954
Média (IC 95%)	2,00 (0,58-3,42)	1,96 (0,87-3,05)		
Desvio padrão	1,15	1,04		
Mediana (IIQ)	1,69 (1,63-2,19)	1,82 (1,15-2,26)		
Pós-repouso ME			0,707 ^b	1,000
Média (IC 95%)	1,24 (0,72-1,75)	1,34 (0,84-1,84)		
Desvio padrão	0,42	0,48		
Mediana (IIQ)	1,39 (1,21-1,42)	1,30 (0,99-1,71)		
Pós-repouso TE			0,715 ^a	0,782
Média (IC 95%)	2,74 (0,95-4,53)	2,22 (1,32-3,11)		
Desvio padrão	1,44	0,85		
Mediana (IIQ)	2,10 (2,02-2,42)	2,40 (1,42-2,99)		

GM = Grupo terapia manual; GT = Grupo terapia manual com TENS; IC 95% = Intervalo de Confiança de 95%; IIQ = Intervalo Interquartil; MD = Masseter direito; ME = Masseter esquerdo; TD = Temporal direito; TE = Temporal esquerdo. ^aTeste de Mann-Whitney. ^bTeste *t* de Student.

*Valor de p exato para o teste de igualdade de medianas.

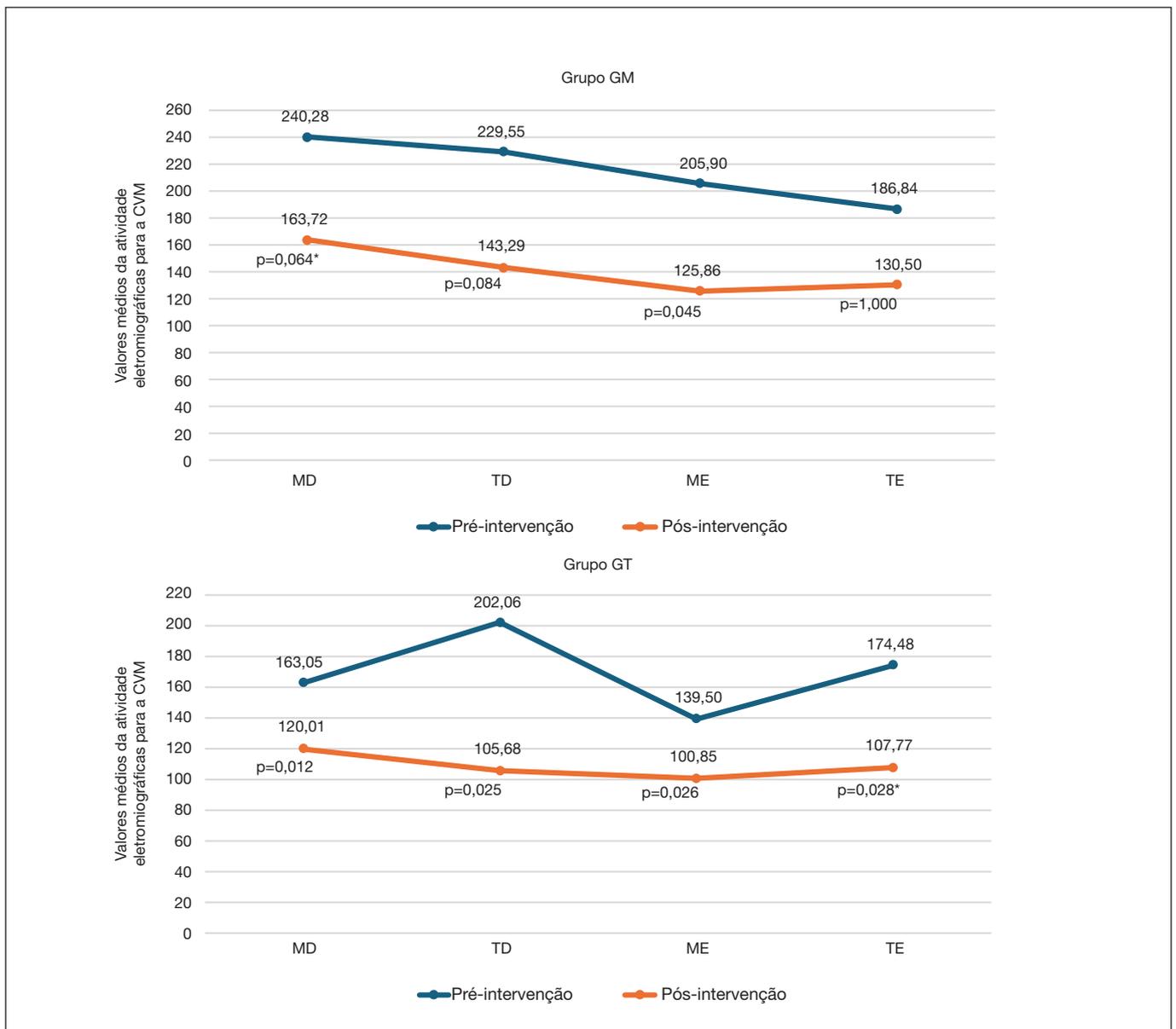


Figura 1. Comparação dos valores médios da atividade eletromiográfica para cada área muscular na CVM pré e na pós-intervenção, de acordo com os grupos de intervenção

GM = Grupo terapia manual; GT = Grupo terapia manual com TENS; CVM = Contração Voluntária Máxima; MD = Masseter direito; ME = Masseter esquerdo; TD = Temporal direito; TE = Temporal esquerdo. Teste t para amostras pareadas. Teste de Wilcoxon.

comparação com os valores pré-intervenção. Por outro lado, no GT foram observadas médias inferiores de atividade eletromiográfica em repouso após a intervenção para o masseter direito (1,68; $p=0,046$) e esquerdo (1,34; $p=0,010$), assim como para o temporal esquerdo (2,22; $p=0,041$ - Figura 2).

A figura 3 ilustra a representação dos escores na EAV de acordo com o grupo de intervenção. Não foi identificada diferença estatisticamente significativa entre os escores iniciais e finais na EAV entre os grupos GM e GT. Contudo, ao comparar os escores iniciais e finais dentro de cada grupo de intervenção, verificou-se uma média de escore na EAV de 0,6 para o GM no período pós-intervenção, em comparação com 4,6 na fase pré-intervenção ($p=0,002$). Da mesma forma, as participantes do GT apresentaram uma pontuação média de 5,5 na EAV antes da intervenção, reduzida para 0,7 após a intervenção ($p=0,026$).

Como resultado geral desta pesquisa, constatou-se que a CVM exibiu valores reduzidos de atividade elétrica muscular após a intervenção, especificamente no masseter esquerdo para o GM, e em todos os músculos para o GT. Os achados indicaram ainda que a aplicação exclusiva da terapia manual foi tão eficaz quanto a combinação da terapia manual+TENS, visto que não foram observadas diferenças nas medidas antes e depois da intervenção, entre os dois grupos.

Entretanto, após a aplicação da terapia manual+TENS verificou-se que os valores de atividade elétrica foram inferiores em múltiplas regiões musculares em comparação com o grupo que recebeu apenas a terapia manual durante a CVM. Não foram identificadas diferenças nos escores da EAV entre os dois grupos antes e depois da intervenção. Apesar disso, uma redução na percepção da dor foi observada em ambos os grupos após a intervenção.

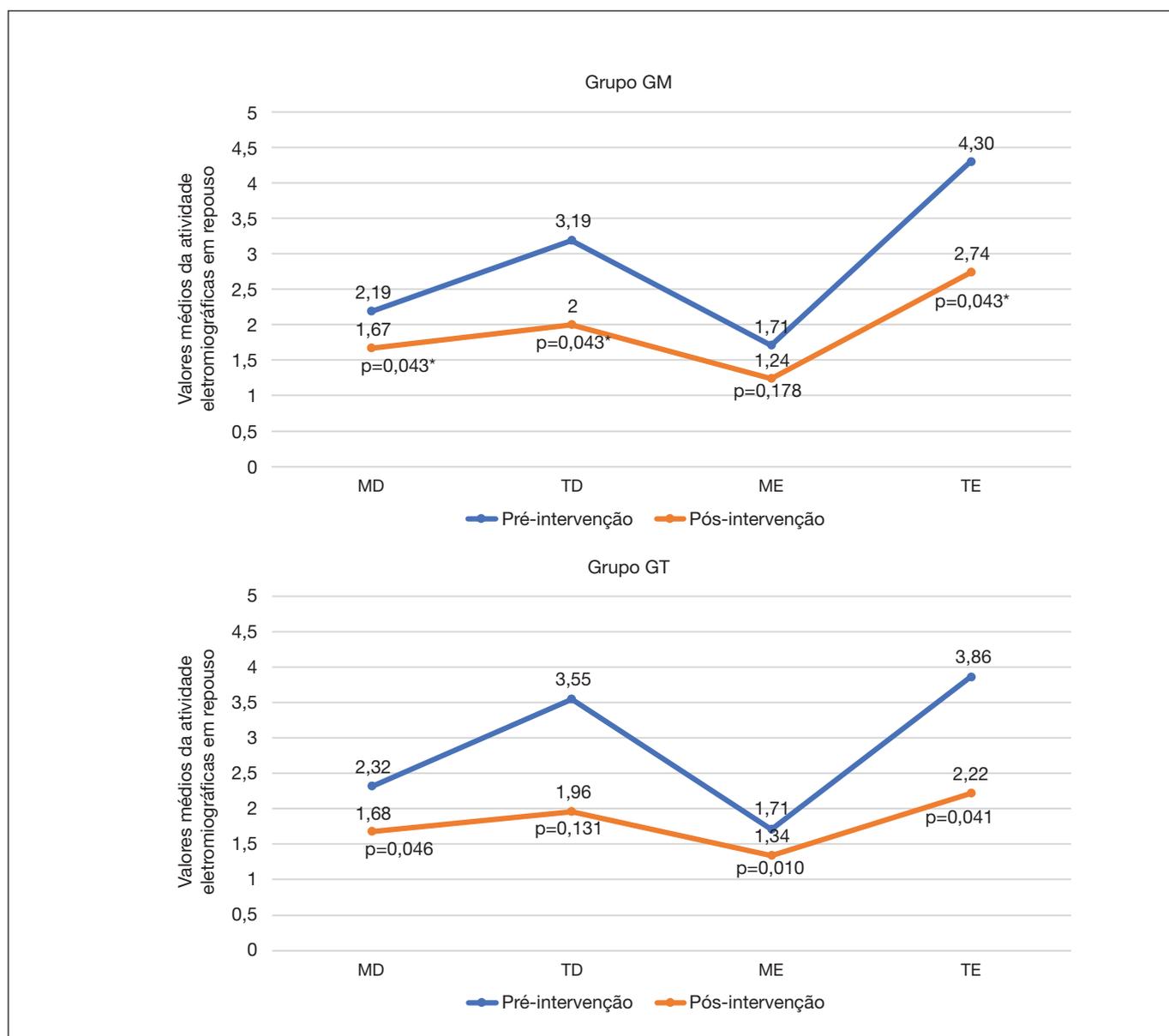


Figura 2. Comparação dos valores médios da atividade eletromiográfica para cada área muscular em repouso, pré e pós intervenção, de acordo com os grupos de intervenção

GM = Grupo terapia manual; GT = Grupo terapia manual com TENS; MD = Masseter direito; ME= Masseter esquerdo; TD = Temporal direito; TE = Temporal esquerdo. Teste t para amostras pareadas. Teste de Wilcoxon.

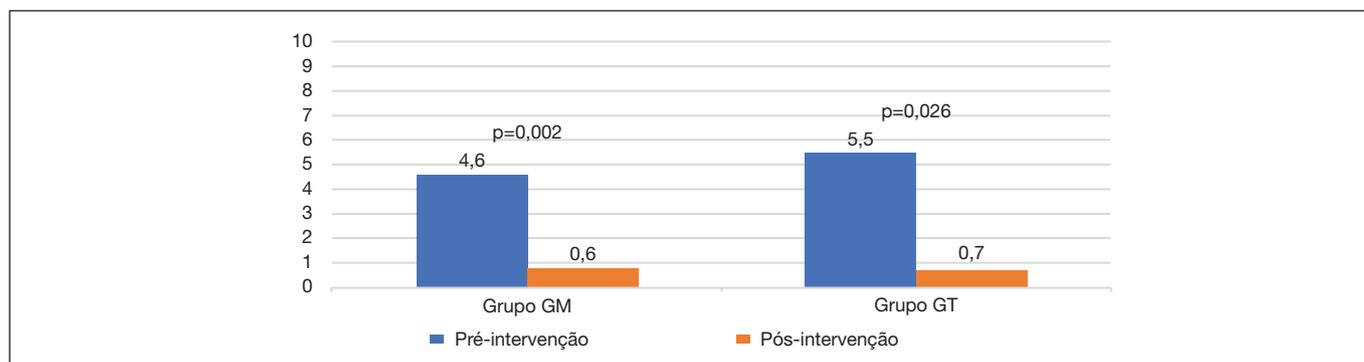


Figura 3. Descrição das pontuações da escala analógica visual dos grupos com terapia manual (GM) e com terapia manual+TENS (GT), antes e após a intervenção

GM = Grupo terapia manual; GT = Grupo terapia manual com TENS; EAV = escala analógica visual; Teste de Mann-Whitney. Teste t de Student. Valor de p exato para o teste de igualdade de medianas. Teste t para amostras pareadas. Teste de Wilcoxon.

DISCUSSÃO

Esta pesquisa examinou a eficácia da combinação de TENS com terapia manual. Embora não tenha sido identificada uma correlação estatisticamente significativa entre os grupos em relação à atividade eletromiográfica de CVM e ao repouso, assim como nos escores da EAV antes e após a intervenção, observou-se uma redução nas médias da atividade elétrica muscular e nos escores da EAV, quando comparados os períodos pré e pós-intervenção.

Dessa forma, a literatura evidencia os achados desta pesquisa em comparação com outros estudos, como este, que mostram a relevância do exame da CVM, especialmente no contexto de pacientes diagnosticados com DTM. Uma pesquisa comparou a capacidade de CVM do músculo masseter em indivíduos com e sem DTM para investigar a relação entre a intensidade da dor e a CVM. A amostra incluiu 50 participantes divididos nos grupos DTM (n=25) e Controle (n=25). A CVM foi medida por EMG bilateral do músculo masseter, enquanto o questionário DC/TMD avaliou a presença de DTM e a intensidade da dor. Os resultados indicaram uma CVM significativamente reduzida no grupo DTM em comparação com o grupo controle ($p < 0,05$). Além disso, foi identificada uma correlação negativa entre a intensidade da dor e a CVM no grupo DTM ($p < 0,05$). Conclui-se que indivíduos com DTM apresentam diminuição notável na CVM do músculo masseter, destacando a utilidade da avaliação da CVM para mensurar a gravidade da DTM e monitorar a efetividade das estratégias terapêuticas³¹.

Os resultados deste estudo revelaram que a CVM não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de intervenção com e sem TENS. No entanto, observaram-se médias mais elevadas na fase pré-intervenção para o masseter esquerdo (205,9%) e temporal esquerdo (186,84%), enquanto na fase pós-intervenção, todas as médias foram superiores no GM em comparação com o GT. Esse resultado sugere uma diminuição na atividade elétrica muscular, embora sem significância estatística. Em apoio a essa constatação, um estudo com o propósito de comparar a atividade pré e pós-intervenção nos músculos masseter e temporal, utilizando liberação miofascial e relaxamento pós-isométrico em indivíduos com DTM muscular, selecionou 60 participantes divididos em dois grupos. O Grupo I recebeu tratamento de relaxamento pós-isométrico, enquanto o Grupo II recebeu tratamento de liberação miofascial. Ambos os grupos passaram por 10 sessões de tratamento, com monitoramento da atividade elétrica dos músculos masseter e temporal por meio de EMG e avaliação da intensidade da dor pela EAV. Após as intervenções, observou-se redução significativa na atividade elétrica muscular durante a CVM e na intensidade da dor em ambos os grupos, sem diferença significativa entre eles. Esses achados destacam a eficácia de ambos os métodos terapêuticos para o tratamento da DTM³².

Outro estudo que converge com os resultados obtidos na presente pesquisa, que teve predominantemente uma participação feminina que apresentava não apenas DTM muscular, mas também DDR, se propôs a investigar o padrão muscular por meio da EMG em indivíduos com DTM/DDR. Nesse estudo, 64 mulheres com DTM/DDR foram comparadas a um grupo de 40 mulheres sem diagnóstico de DTM, sendo avaliados os músculos masseter e temporal por meio da EMG em ambos os grupos. Os resultados apontaram que

as mulheres com DTM/DDR apresentaram maior atividade EMG em comparação com aquelas sem diagnóstico de DTM, evidenciando maior atividade elétrica na CVM e menor eficiência na mastigação no grupo de mulheres com DTM/DDR em comparação ao grupo controle. Os achados desta pesquisa convergem diretamente com os resultados desse estudo anterior³³.

Na análise comparativa das médias da atividade EMG durante a CVM e em repouso, constatou-se diminuição da atividade elétrica média no músculo masseter após a terapia no GM. Adicionalmente, foram observados valores médios de contração inferiores em todos os músculos avaliados no GT durante a fase pós-intervenção, em relação à fase pré-intervenção. Essa redução na atividade elétrica pós-terapêutica se assemelhou aos resultados de um estudo envolvendo 40 pacientes com DTM muscular, divididos entre TENS ativo e TENS placebo. O estudo, que utilizou EAV, EMG e o protocolo DC/TMD para avaliação, constatou uma redução significativa da EAV imediatamente após a intervenção e 48 horas após o tratamento, no grupo que recebeu TENS ativo, evidenciando equilíbrios significativos na atividade elétrica muscular imediatamente e 48 horas após a intervenção³⁴.

Com o intuito de avaliar a eficácia da TENS, um estudo selecionou 35 mulheres, das quais 19 apresentavam DTM e 16 não tinham queixas relacionadas. O tratamento com TENS foi aplicado uma vez em ambos os grupos, com duração de 45 minutos. Avaliações com EMG e EAV foram conduzidas imediatamente antes e após a aplicação da TENS. Em condições de repouso, observou-se que os voluntários com DTM apresentaram aumento na atividade EMG nos músculos masseter e temporal em comparação com o grupo sem queixas. No entanto, na CVM não foram identificadas diferenças entre os grupos. Notavelmente, nas mulheres com DTM, a TENS demonstrou eficácia na redução da dor e da atividade EMG nos músculos masseter e temporal durante a CVM e a mastigação. Conclui-se que a aplicação da TENS foi efetiva na mitigação da dor e no equilíbrio dos músculos mastigatórios. Apesar da comparação entre dois grupos com DTM e abordagens terapêuticas distintas, observaram-se resultados convergentes no efeito pós-terapêutico com o uso da TENS³⁵.

Em congruência com os resultados desta pesquisa, um estudo adicional propôs avaliar os efeitos da TENS na musculatura e na percepção de dor em pacientes com DTM, empregando técnicas de EMG e EAV. Essa investigação abrangeu 80 participantes, sendo 58 do sexo feminino e 22 do sexo masculino, com idades entre 19 e 35 anos, todos diagnosticados com DTM. Durante a intervenção com TENS, observou-se melhora significativa nos escores da EAV, acompanhada por uma otimização nos valores de EMG, indicando redução e equilíbrio nos sinais elétricos associados aos músculos da mastigação. Concluiu-se que a TENS foi eficaz na atenuação dos sintomas de dor em indivíduos com DTM, promovendo, ademais, redução e equilíbrio dos sinais elétricos gerados pelos músculos masseter e temporal na EMG. Essa característica de equilíbrio muscular também se manifestou na presente pesquisa³⁶.

Não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas nos escores iniciais e finais da EAV entre os grupos GM e GT. Entretanto, quando comparados os escores inicial e final dentro de cada grupo de intervenção, foi evidenciada uma diminuição estatisticamente relevante nos escores de dor em ambos os grupos após

a intervenção. Esses achados estão alinhados com os resultados de um estudo cujo propósito foi avaliar a eficácia da terapia com TENS no tratamento de DTM associada ao DDR, conduzindo um ensaio clínico randomizado com 40 pacientes diagnosticados com essa condição. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, um experimental (recebendo TENS) e um controle (recebendo placebo). A intensidade da dor foi avaliada utilizando a EAV antes e após o tratamento. Os resultados revelaram que o grupo submetido à TENS apresentou redução significativa da dor em comparação ao grupo que recebeu o tratamento placebo. Dessa forma, sugere-se que a terapia com TENS pode ser uma opção eficaz no tratamento de DTM associada ao DDR, evidenciando a redução da dor^{37,38}.

O presente estudo apresentou limitações, incluindo o número reduzido de participantes devido à perda gradual durante o processo terapêutico, bem como os critérios de inclusão e exclusão adotados. Portanto, é imperativo que pesquisas futuras ampliem a amostra, possibilitando a generalização dos dados e a obtenção de resultados estatisticamente significativos entre os grupos de pesquisa. A expectativa é de que investigações subsequentes possam validar os resultados deste estudo, corroborando os benefícios da terapia manual associada ao uso da TENS.

CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa sugerem que ambos os grupos apresentaram diminuição da sensação dolorosa. Contudo, a abordagem combinada de TENS com terapia manual proporcionou benefícios ligeiramente melhores na redução da atividade elétrica e no equilíbrio dos movimentos da musculatura mastigatória da DTM, em comparação com a utilização exclusiva da terapia manual. O relaxamento muscular e a analgesia foram alcançados tanto com quanto sem a utilização da TENS.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Guilherme Lemos Monteiro dos Santos

Coleta de Dados, Gerenciamento do Projeto, Investigação, Metodologia, Redação - Preparação do original, Redação - Revisão e Edição

Fabiane Miron Stefani

Supervisão

REFERÊNCIAS

- List T, Jensen RH. Temporomandibular disorders: Old ideas and new concepts. *Cephalalgia*. 2017;37(7):692-704.
- Barreto DDC, Barbosa ARC, Frizzo ACF. Relação entre disfunção temporomandibular e alterações auditivas. *Rev CEFAC*. 2010;12:1067-76.
- Cidrão ALM, Guimarães AS. Prevalence of temporomandibular dysfunction symptoms in dental surgeons. *J Young Pharm*. 2019;11(4):424-8.
- Jang JY, Kwon JS, Lee DH, Bae JH, Kim ST. Clinical signs and subjective symptoms of temporomandibular disorders in instrumentalists. *Yonsei Med J*. 2016;57(6):1500-7.
- Urbani G, Cozende-Silva EN, Jesus LF. Temporomandibular joint dysfunction syndrome and police work stress: an integrative review. *Cien Saude Colet*. 2019;24(5):1753-65.
- Chisnoiu AM, Picos AM, Popa S, Chisnoiu PD, Lascu L, Picos A, Chisnoiu R. Factors involved in the etiology of temporomandibular disorders-a literature review. *Clujul Med*. 2015;88(4):473-8.
- Leeuw R. *Dor orofacial: guia de avaliação, diagnóstico e tratamento*. 4ª ed. São Paulo: Quintessence; 2010.
- Góes KRB, Grangeiro MTV, Figueiredo VMG. Epidemiologia da disfunção temporomandibular: uma revisão de literatura. *J Dent Pub H*. 2018;9(2):12-7.
- International Classification of Orofacial Pain, 1st ed. (ICOP). *Cephalalgia*. 2020;40(2):129-221.
- Lucena EHG de, Cavalcanti YW. *Cuidados em Saúde Bucal no Sistema Único de Saúde*. Editora UFPB. 2021.
- Chan NHY, Ip CK, Li DTS, Leung YY. Diagnosis and treatment of myogenous temporomandibular disorders: a clinical update. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(12):2914.
- Krasińska-Mazur M, Homel P, Gala A, Stradomska J, Pihut M. Differential diagnosis of temporomandibular disorders - a review of the literature. *Folia Med Cracov*. 2022;62(2):121-37.
- Silva GCB da, Viana E de P, Medeiros F de L, Alves LNS, Vasconcelos MG, Vasconcelos RG. Distúrbios intracapsulares da articulação temporomandibular: da semiologia à terapêutica: uma revisão de literatura. *Res Soc Develop*. 2021;10(3):e12510313189.
- Carrara SV, Conti PCR, Barbosa JS. Termo do 1º Consenso em Disfunção Temporomandibular e Dor Orofacial. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(3):114-20.
- Wiest DM, Candotti CT, Sedrez JA, Pivotto LR, Costa LMR, Loss JF. Severity of temporomandibular dysfunction and its relationship with body posture. *Fisioter Pesqui*. 2019;26(2):178-84.
- Sassi FC, Silva AP, Santos RKS, Andrade CRF. Tratamento para disfunções temporomandibulares: uma revisão sistemática. *Audiol Comm Res*. 2018;23:23.
- Gauer RL, Semidey MJ. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *Am Fam Physician*. 2015;91(6):378-86.
- Fehrenbach J, da Silva BSG, Brondani LP. A associação da disfunção temporomandibular à dor orofacial e cefaleia. *J Oral Investig*. 2018;7(2):69-78.
- Broch J, Zanetti F, Filter VP, Silva TB. Avaliação com escalas de dor antes e após três e seis meses de uso de placa oclusal. *RFO UPF*. 2012;17(3):309-13.
- Borges RF, Vezian GC, Branco CA, Andrade KM, Mazzetto MO, Brochini APZ. Análise da relação entre a avaliação de dor com escala analógica visual e algometria de pressão em pacientes com DTM. *Braz Oral Res*. 2011;25 214.
- Bendinger T, Plunkett N. Measurement in pain medicine. *BJA Education*. 2016;16(9):310-5.
- Nascimento GKBO, Bulhões R de S, Cruz PJA, Da Silva HJ. Função mastigatória nos diferentes ciclos de vida. *Distúrbios da Comunicação*. 2022;34(1).
- Celinski AI, Cunali RS, Bonotto D, Farias AC de, Cunali PA. Eletromiografia de superfície em disfunção temporomandibular: revisão sistemática. *Rev Dor*. 2013;14(2):147-50.
- Rouffet DM, Hautier CA. EMG normalization to study muscle activation in cycling. *J Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(5):866-78.
- Stefani FM, editor. *Intervenção fonoaudiológica nas disfunções temporomandibulares*. 3ª ed. Editora Manole; 2013.
- Siqueira LTD, Silverio KCA, Brasolotto AG, Guirro RRJ, Carneiro CG, Behlau M. Effects of laryngeal manual therapy (LMT) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in vocal folds diadochokinesis of dysphonic women: a randomized clinical trial. *Codas*. 2017;29(3):e20160191.
- Pereira Júnior FJ, Gonçalves DAG. *Crerios de Diagnóstico para Desordens Temporomandibulares: Protocolo Clínico e Instrumentos de Avaliação Brazilian Portuguese*. 2020.
- Marchesan I, Berretin-Felix G, Genaro K, Rehder M. *Exame Miofuncional Orofacial -MBGR*. 2014.
- Poppe DN, Warpechowski TR, Poppe JL. Fisioterapia interdisciplinar para o tratamento da disfunção da articulação temporomandibular (DTM) associada ao bruxismo. *Scire Salutis*. 2021 Mar 8;11(2):42-50.
- Grossmann E, Tambara JS, Grossmann TK, Siqueira JT. O uso da estimulação elétrica nervosa transcutânea na disfunção temporomandibular. *Rev Dor*. 2012;13(3):271-6.
- Ries LG, Graciosa MD, Soares LP, Sperandio FF, Santos GM, Degan VV, Gadotti IC. Effect of time of contraction and rest on the masseter and anterior temporal muscles activity in subjects with temporomandibular disorder. *Codas*. 2016;28(2):155-62.
- Urbański P, Trybulec B, Pihut M. The application of manual techniques in masticatory muscles relaxation as adjunctive therapy in the treatment of temporomandibular joint disorders. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(24):12970.
- Di Giacomo P, Ferrato G, Serritella E, Polimeni A, Di Paolo C. Muscular pattern in patients with temporomandibular joint disc displacement with reduction: an electromyographical assessment. *La Clinica Terapeutica*. 2020;171(5):e414-20.
- Ferreira AP, Costa DR, Oliveira AI, Carvalho EA, Conti PC, Costa YM, Bonjardim LR. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain and improves the masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients: a randomized controlled trial. *J Appl Oral Sci*. 2017;25(2):112-20.
- Rodrigues SMA, Araujo CM, Tannure PN, Prado JF, Abreu LC. Effect of manual therapy associated with TENS in women with myofascial pain: a randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2018;22(1):146-52.
- Rodrigues D, Siriani AO, Bérzin F. Effect of conventional TENS on pain and electromyographic activity of masticatory muscles in TMD patients. *Braz Oral Res*. 2004;18(4):290-5.
- Mummolo S, Nota A, Tecco S, Caruso S, Marchetti E, Marzo G, Cutilli T. Ultra-low-frequency transcutaneous electric nerve stimulation (ULF-TENS) in subjects with craniofacial pain: a retrospective study. *Cranio*. 2020;38(6):396-401.
- Singh VP, Bali A, Singh N, Jaggi AS. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on symptomatic temporomandibular joint disc displacement without reduction: a randomized controlled trial. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2018;8(3):161-6.