

PESQUISA DA FADIGA NOS MÚSCULOS FACIAIS E MASTIGATÓRIOS: REVISÃO DE LITERATURA

Research of Fatigue in facial and jaw muscles: review of the literature

Angela Ruviaro Busanello-Stella ⁽¹⁾, Ana Maria Toniolo da Silva ⁽²⁾, Eliane Corrêa ⁽³⁾

RESUMO

O objetivo deste estudo foi aprofundar os conhecimentos acerca da fadiga muscular dos músculos faciais e mastigatórios por meio da análise da literatura científica. A estratégia de pesquisa baseou-se nas indicações da Biblioteca Cochrane. Os artigos foram selecionados por meio da base de dados PubMed, utilizando-se o descritor “*muscle fatigue*” em conjunto com os seguintes descritores: “*speech therapy*”, “*facial muscles*”, “*jaw muscles*”, “*mastication*”, “*chewing*”, “*lip*” e “*clenching*”. Foram incluídos artigos dos últimos dez anos, independente de idioma. Os textos foram analisados inicialmente em seu *abstract*, sendo excluídos os que não se adequavam ao objetivo. Em seguida foram analisados os textos integralmente e considerou-se: objetivo, delineamento do estudo, formação dos grupos, critérios e rigor metodológico, protocolos aplicados, resultados encontrados e a existência de discussão sobre a fadiga nos músculos objetivados. Nesta última etapa, aqueles que não estavam de acordo com o propósito deste estudo também foram excluídos. Assim, foram encontrados 138 artigos, dos quais 54 foram excluídos devido à repetição mediante cruzamento dos termos e 84 foram analisados. Destes, 46 foram excluídos na etapa do *abstract* e 38 analisados na íntegra. Destes 38, 24 foram mantidos e 14 excluídos por não se adequarem aos critérios do estudo. Embora existam alguns trabalhos referentes à análise da fadiga, a metodologia dos mesmos é muito variada, dificultando a sua comparação e detalhamento. Enquanto alguns estudos observaram, por exemplo, maior fadiga dos músculos masseteres e orbiculares da boca, outros não encontraram os mesmos resultados, o que pode ter sofrido influência da população alvo de cada estudo.

DESCRITORES: Fadiga Muscular; Músculos Faciais; Músculos Mastigatórios

■ INTRODUÇÃO

A fadiga muscular se caracteriza como a incapacidade da musculatura em manter elevados níveis de força no tempo ¹. Isto ocorre devido ao acúmulo de substratos no interior das células musculares, como o ácido lático, que interfere na concentração

do pH intracelular e, conseqüentemente, na condução dos potenciais de ação necessários para a ativação dos músculos ². Pode ser considerado um processo natural ²⁻⁵ e de defesa do músculo, que se ativa antes que ocorra algum dano aos níveis orgânicos e celulares ⁶.

Sua ocorrência dependerá do tipo, duração e intensidade do exercício; da tipologia das fibras musculares recrutadas; do nível de treino do sujeito e das condições ambientais de realização do exercício ⁷. Além disso, devido à natureza multifatorial e à complexidade que apresenta, a pesquisa da fadiga muscular pode apresentar limitações ⁶.

A investigação deste mecanismo na musculatura facial e mastigatória vem despertando cada vez mais o interesse das áreas da saúde, que realizam estudos em humanos, com e sem alterações, e em animais. No que se refere à Fonoaudiologia, conhecer como ocorre a fadiga muscular em

⁽¹⁾ Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

⁽²⁾ Curso de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

⁽³⁾ Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Fonte de auxílio: bolsa CAPES

Conflito de interesses: inexistente

patologias específicas como a disfunção temporomandibular (DTM) ^{8,9}, apneia do sono ¹⁰, doenças degenerativas ¹¹ e respiração oral, por exemplo, mostra-se como um importante balizador para as condutas terapêuticas. Entretanto, os protocolos destas pesquisas mostram-se bastante divergentes, dificultando, muitas vezes, comparações entre os mesmos.

Assim, este trabalho teve por objetivo aprofundar os conhecimentos acerca da fadiga muscular dos músculos faciais e mastigatórios por meio da análise da literatura científica.

■ MÉTODOS

Inicialmente, para definir as etapas do estudo, foram usadas como base as indicações da Biblioteca Cochrane ¹². A primeira etapa foi de formular o problema do estudo; a segunda de localizar e selecionar os estudos nas bases de dados; e a terceira de avaliar de modo crítico os trabalhos encontrados.

Selecionaram-se artigos na base dados Pubmed, referentes aos últimos dez anos e de qualquer idioma. Foi usado o descritor “*muscle fatigue*” em conjunto com os seguintes descritores: “*speech therapy*”, “*facial muscles*”, “*jaw muscles*”, “*mastication*”, “*chewing*”, “*lip*” e “*clenching*”.

Nesta etapa foram encontrados 138 artigos, com a distribuição ilustrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos artigos encontrados na base de dados Pubmed, na primeira etapa do estudo, conforme o cruzamento dos descritores

Descritores	Número de artigos encontrados
“muscle fatigue” e “speech therapy”	12
“muscle fatigue” e “facial muscles”	23
“muscle fatigue” e “jaw muscles”	34
“muscle fatigue” e “mastication”	19
“muscle fatigue” e “chewing”	29
“muscle fatigue” e “lip”	8
“muscle fatigue” e “clenching”	13
Total de artigos	138

A partir desta etapa foram excluídos os artigos encontrados repetidamente no cruzamento dos descritores. Em seguida deu-se a análise dos *abstracts* e aqueles que não demonstraram a utilização de protocolos de fadiga destinados aos músculos faciais e/ou mastigatórios, foram excluídos. Por fim, os artigos selecionados foram lidos na íntegra e passaram pela análise dos

seguintes aspectos: objetivo, delineamento do estudo, formação dos grupos controle e estudo, critérios e rigor metodológico, protocolos aplicados, resultados encontrados e a existência de discussão sobre a fadiga nos músculos objetivados. Nesta última etapa, aqueles que não estavam de acordo com o propósito deste estudo foram excluídos. Estas etapas estão ilustradas na Figura 1.

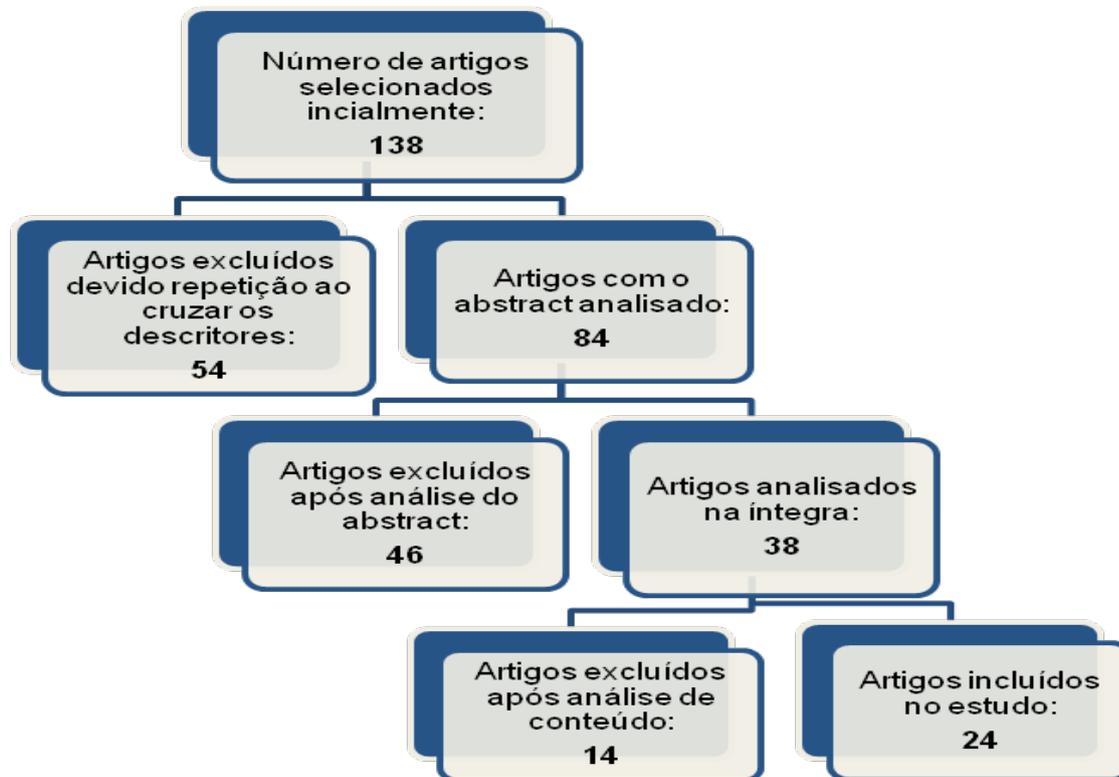


Figura 1 - Números de artigos selecionados ao longo das etapas do estudo

■ REVISÃO DE LITERATURA

Dos 38 artigos analisados integralmente, 14 foram excluídos pelo conteúdo não condizer com os critérios selecionados acima e 24 participaram da etapa final. Os motivos textuais que excluíram estes 14 estudos foram:

- a fadiga não ser considerada como objetivo do estudo e sim como um sintoma secundário a outras patologias;
- os músculos estudados não estarem especificados (exemplo: masseter, temporal, orbicular da boca, orbicular dos olhos, entre outros) ou estes não se referiram aos músculos mastigatórios e faciais;
- aspectos metodológicos importantes sem descrição detalhada, tais como seleção sujeitos, critérios de formação dos grupos e procedimento de avaliação da fadiga muscular.

As pesquisas foram organizadas a seguir em duas partes: pesquisas desenvolvidas com seres humanos e pesquisas experimentais (desenvolvidas com animais). Dentro de cada sessão, os trabalhos foram apresentados por relevância dos assuntos.

Pesquisa de fadiga nos músculos faciais e mastigatórios em seres humanos

Em 2003, foi realizado um estudo¹³ sobre a espessura, resistência e indução de dor no músculo masseter, em indivíduos com diferentes tipos de morfologia craniofacial. Trinta adultos jovens, com média de idade entre 23 e 25 anos, foram divididos em dois grupos: indivíduos com face curta e indivíduos com face normal-longa, conforme análise de Ricketts¹⁴. Foram analisadas as variáveis: (a) espessura do músculo masseter direito; (b) início e resistência à dor; além do (c) relato de dor e fadiga. A espessura foi mensurada uma única vez por meio de ultrassonografia e as demais variáveis foram mensuradas após mastigação de goma por dez minutos em quatro momentos (imediatamente após, cinco minutos após, dez minutos após e 24 horas após o término da mastigação). Os autores observaram que os indivíduos com face curta apresentaram maior espessura no músculo masseter, enquanto os sujeitos com face normal a longa apresentaram tempo de resistência e de início de dor maior. Como justificativa plausível para as diferenças observadas, os autores relataram a Teoria da Vantagem Mecânica, onde os sujeitos com face longa teriam menos vantagem mecânica nos músculos elevadores da mandíbula. Logo, os sujeitos de face curta teriam maior força oclusal e,

consequentemente, maior pressão intramuscular, o que pode limitar o fluxo de sangue através do músculos, que é necessário para a manutenção de força.

Acredita-se que os achados encontrados por estes autores condizem com as bases literárias, porém acrescenta-se que o tipo de alimento utilizado, no caso, a goma de mascar, possa ter influenciado nos resultados.

Foi realizado um estudo¹⁵ em homens e mulheres saudáveis, com o objetivo de examinar os efeitos da fadiga muscular, com e sem a indução de dor muscular por solução salina hipertônica (SH), sobre o reflexo de curta latência da mandíbula. Segundo os autores, a prática de administração de substâncias intramusculares, especialmente a SH, provoca efeitos semelhantes à dor observada em sujeitos com DTM e, por isso, apresenta-se como uma forma útil de se estudar a interação entre a disfunção, dor e controle motor. Quinze homens e 13 mulheres, com idade média de 24 anos, realizaram protocolo de indução da fadiga muscular (mastigação de goma de mascar por seis minutos), seguido de injeção de SH e salina isotônica (SI) no masseter esquerdo, com intervalo de 45 minutos entre elas. Foram analisados, em três situações (antes, logo após e 15 minutos após a administração da solução), o relato de dor e de fadiga por escalas de graduação, bem como a amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos masseter e temporal anteriores, lado direito e esquerdo. Neste caso, a amplitude do sinal eletromiográfico foi usada para a análise do reflexo mandibular. Apesar dos autores observarem que houve aumento da amplitude do sinal após o protocolo de fadiga seguido de SH, não houve significância estatística. Foi observada apenas diferença entre os sexos quanto ao desencadeamento do reflexo, o que, segundo os autores pode ter ocorrido devido à diferença entre a estrutura muscular de homens e mulheres.

Outro estudo foi realizado de modo semelhante quanto à administração de substâncias intramusculares com o intuito de induzir a dor¹⁶. Foi pesquisado o efeito da fadiga muscular induzida por contração isométrica de baixo nível e posterior dor muscular evocada pela administração de glutamato, sobre a resposta de supressão exteroceptiva e a atividade eletromiográfica de repouso em humanos saudáveis, a fim de investigar se o glutamato agiria especificamente sobre a condição de fadiga. Neste estudo foram avaliados os músculos masseteres e temporais anteriores (direito e esquerdo) de 23 sujeitos (11 mulheres e 12 homens com idade média de 25 e 23 anos, respectivamente), sem sinais ou sintomas de DTM, dor de cabeça ou apertamento dentário. O protocolo consistiu em uma contração

isométrica sustentada em 10% da contração voluntária máxima (CVM) por 30 minutos, com o intuito de provocar a fadiga; seguida de uma injeção de glutamato ou solução salina isotônica (SI) (dois momentos diferentes) e posterior repouso. Mediante este rotina, foram analisados em quatro momentos (início, após contração, após injeção e após descanso) os seguintes aspectos:

- (a) a atividade eletromiográfica de repouso inicial;
- (b) a amplitude e a frequência do sinal eletromiográfico durante a contração isométrica;
- (c) a duração e a graduação da supressão exteroceptiva;
- (d) níveis de dor e fadiga mediante pressão (mensurados em escalas de graduação).

Os autores concluíram que a supressão exteroceptiva foi relacionada à presença de fadiga e dor (no caso, com a administração do glutamato), uma vez que aumentou o grau de inibição. Salientaram ainda que a atividade muscular de repouso, captada por meio da eletromiografia, também sofreu influência, porém de modo distinto, uma vez que foi observado aumento inicial para posterior declínio.

Estudos como os dois citados acima, mostraram-se inovadores e audaciosos, uma vez que tentam reproduzir, de forma induzida, o que aconteceria em condições patológicas naturais, porém analisam o sinal eletromiográfico principalmente sob o ponto de vista da amplitude. Acredita-se que informações sobre o decréscimo da frequência mediana (FM), como utilizado para a análise da fadiga muscular em outros estudos citados a seguir, enriqueceriam os achados eletromiográficos relatados até aqui.

Um segundo estudo realizado pelos mesmos autores¹⁷, com a mesma amostra e metodologia, comparou a relação entre fadiga e dor muscular com a atividade elétrica da musculatura mastigatória, no que se refere aos gêneros, masculino e feminino. Eles não observaram diferenças, para estes aspectos, entre os gêneros, porém inferiram que, clinicamente, as mulheres poderiam ser consideradas mais susceptíveis ao desencadeamento de dor e fadiga, provavelmente pelo fato de as diferenças no seu sistema neuromuscular contribuírem para uma maior propensão a desenvolver problemas crônicos de dor musculoesquelética.

Outro estudo levando em consideração a influência de fadiga e dor muscular sobre os músculos mastigatórios¹⁸ objetivou investigar o efeito de exercícios de mastigação intensa sobre a indução de fadiga e dor muscular e, consequentemente, no sistema mastigatório. Foram incluídos 40 homens que deveriam realizar 20 blocos de cinco minutos de mastigação. Após cada bloco, bem como 20 minutos e 24 horas após seu término, eram mensurados escores de fadiga e dor muscular

(por meio de escala analógica visual - EAV) e amplitude do reflexo de estiramento mandibular para o músculo masseter esquerdo. Além disso, antes, após 20 minutos e 24 horas do tempo total de exercícios, eram avaliados sinais de DTM e limiar de pressão-dor muscular, baseados no instrumento Critérios de Diagnósticos em Pesquisa para Disfunções Temporomandibulares (RDC/TMD). Os autores observaram que fadiga e dor aumentaram, que a amplitude do reflexo mostrou-se inalterada e que o limiar de pressão-dor muscular diminuiu mediante a realização dos exercícios. Apesar do estudo apresentar algumas limitações, segundo os próprios autores, eles concluíram que exercícios de mastigação intensa e prolongada podem induzir a fadiga, a dor e diminuir o limiar de pressão-dor nos músculos mastigatórios, sem interferir na amplitude do reflexo de estiramento mandibular.

Estudos têm mostrado que aspectos como dor e fadiga são melhores percebidos em contrações isométricas^{3,4}. Isto porque, nestas situações, os substratos intracelulares se acumulariam mais facilmente, prejudicando, assim, a passagem dos potenciais de ação muscular e gerando mais rapidamente as condições de dor e fadiga. No entanto, acredita-se que estudos envolvendo a pesquisa de dor e fadiga em contrações dinâmicas são de extrema relevância, uma vez que retratam o que mais comumente ocorre na rotina da população.

A relação entre músculo masseter e esternocleidomastoideo (ECM) foi pesquisada por autores japoneses¹⁹. O objetivo desta pesquisa foi investigar a relação entre as atividades dos músculos masseter e ECM e entre movimentos mandibulares e de cabeça, durante a mastigação, mediante protocolo de fadiga muscular. A amostra foi composta por 12 adultos (dez homens e duas mulheres) com oclusão normal que deveriam realizar a mastigação de goma por 30 segundos em três diferentes momentos: antes da realização de máximo apertamento dentário, imediatamente após este e após três minutos do apertamento. Durante os momentos de mastigação, foi capturada, simultaneamente, a atividade elétrica dos músculos masseteres e ECM direitos (por meio de exame eletromiográfico), bem como os movimentos de cabeça e mandíbula (por meio de sistema de captação de movimento), sendo selecionados dez ciclos mastigatórios para análise. Na análise eletromiográfica, foram levados em consideração os domínios da amplitude e da frequência. Para se certificar da ocorrência de fadiga nos momentos de mastigação, foi calculada a frequência mediana do sinal. Quanto à atividade elétrica, o músculo masseter teve atividade menor depois do apertamento, enquanto que o ECM aumentou sua atividade após esta. No que se

refere à fadiga muscular, em ambos os músculos, houve decréscimo da FM após o apertamento, com restabelecimento desta após três minutos. Para os movimentos, observou-se estabilidade para o movimento de mandíbula e aumento para os movimentos de cabeça após o apertamento. Logo, os autores concluíram haver relação entre músculos mastigatórios e os da região da cabeça e do pescoço.

A influência da estimulação vibrotátil no músculo masseter sobre a percepção tardia de dor e fadiga em sujeitos saudáveis foi pesquisada recentemente²⁰. Neste estudo, participaram 25 mulheres saudáveis que receberam a estimulação vibratória por 15 segundos e realizaram, sequencialmente, contrações com 10%, 20% e 40% da CVM. A fadiga foi investigada, assim como a dor, por meio de escalas visuais. Os autores observaram que o estímulo vibratório não influenciou o aparecimento e o início da dor e fadiga.

Também foram encontrados estudos envolvendo a pesquisa da fadiga muscular em profissões específicas, como músicos e ourives.

Outros autores, também japoneses²¹, realizaram um estudo para investigar a influência da mudança tonal em instrumentos de sopro na atividade muscular e o efeito dos sopros sustentados na fadiga. Foram selecionados 33 sujeitos avaliados enquanto tocavam seus instrumentos, sendo analisados os músculos masseter, temporal, orbiculares da boca e digástrico esquerdo. O estudo realizou duas etapas de exame:

Etapa 1 – sujeitos tocando seus instrumentos por três segundos no tom habitual e uma oitava acima. O sinal eletromiográfico foi mensurado durante o repouso, enquanto os músicos tocavam, durante o máximo apertamento dentário e durante a máxima abertura bucal.

Etapa 2 – sujeitos tocando seus instrumentos por 90 minutos. Sinal eletromiográfico mensurado antes e depois do exercício de sopro e analisados mediante a análise da FM.

Como resultados os autores observaram que a atividade elétrica dos músculos masseter e temporal durante a atividade de tocar o instrumento foi ligeiramente maior que o repouso, porém extremamente menor em comparação ao apertamento dentário. No que se refere aos músculos orbiculares e digástricos, a atividade foi relativamente maior ao tocar os instrumentos. As notas mais altas foram acompanhadas de aumento da atividade elétrica somente em parte da amostra. Quanto à análise da FM, não foi observada a diferença antes e após a atividade prolongada. Assim, concluíram que a atividade dos músculos mastigatórios, independente da nota tocada pelos músicos, foi baixa, e que a atividade

de sopro prolongada não foi suficiente para induzir a fadiga nos músculos estudados.

O estudo com ourives foi desenvolvido na Índia²² e teve o objetivo de avaliar o efeito dos tubos de ar usados na profissão sobre a fadiga dos músculos faciais e o estresse respiratório no trabalho diário. Foram incluídos no estudo 100 ourives homens que passaram por questionário, exame da função pulmonar, medida do pico do fluxo aéreo expiratório, bem como avaliação eletromiográfica dos músculos bucinadores direito e esquerdo e os orbiculares da boca, por serem os músculos, teoricamente, mais recrutados durante a atividade dos ourives. A avaliação eletromiográfica foi realizada ao longo da jornada de trabalho, respectivamente no início, no meio e no final desta, permitindo a análise da fadiga muscular por meio da FM. Como resultados, os autores observaram volume pulmonar reduzido e pico de fluxo expiratório, possivelmente devido à grande pressão necessária da atividade que desempenham (uso do tubo de ar) e à exposição a determinados componentes químicos. A fadiga foi percebida em todos os músculos estudados ao final da jornada de trabalho. Por esses motivos, os autores concluíram que a implementação de um novo tubo de ar, mais ergonômico, possa diminuir a fadiga facial e o estresse respiratório.

Propondo melhorias e maior facilidade nos estudos com pesquisa de fadiga muscular, autores italianos²³ realizaram um estudo onde a fadiga foi pesquisada sob condições de níveis contínuos submáximos de contração muscular. Estes autores comentaram que a utilização de níveis preestabelecidos e fixos de força traz benefícios quando comparados à utilização de parcelas de forças da própria CVM dos sujeitos, pois diminuiriam a possibilidade de fraturas dentárias, dor e desconforto. Para tanto, dez sujeitos saudáveis passaram por avaliação eletromiográfica dos músculos masseter e temporal anterior, realizando o apertamento dentário unilateral à direita de uma célula de carga de 13 Kg (127N) até a exaustão. Neste contexto, a FM foi calculada no início, após um minuto e ao final do teste. O tempo de resistência observado variou entre um e oito minutos; e houve decréscimo da FM nos músculos masseter e temporal, porém de modo mais acentuado no masseter. Isto fez com que os autores concluíssem que as pesquisas com cargas submáximas fixadas podem gerar a fadiga muscular e se caracterizariam como protocolos mais acessíveis, independente da população avaliada.

Ao estudar a fadiga dos músculos das vias aéreas superiores, pesquisadores dos Estados Unidos²⁴ desenvolveram um transdutor de força para o músculo nasal. Os autores avaliaram os músculos

dilatadores do nariz para testar a hipótese de que mecanismos centrais contribuiriam para o surgimento da fadiga nestes músculos, em condições de contrações submáximas sustentadas. Onze sujeitos foram selecionados, 5 homens e 6 mulheres, que possuíam controle sobre a mobilidade do músculo nasal e que não possuíam qualquer intercorrência respiratória. Foram realizados três tipos de protocolos com as seguintes análises: (a) contrações submáximas dos músculos em questão, com 20, 35 e 65% da CVM até que força caísse em 90%, sendo analisado sinal em microvolts (μV) e FM; (b) estímulos no nervo facial e posterior análise do potencial máximo evocado; (c) 15 contrações nasais de 10 segundos cada, sendo analisado sinal em μV e FM após cada ciclo. Apesar da pouca clareza na apresentação dos resultados, os autores observaram que a atividade eletromiográfica em μV aumentou com o tempo; que a FM diminuiu aproximadamente 25% em todos os ensaios; e que, contraditoriamente, o potencial máximo evocado não se alterou, o que segundo os mesmos indica que a fadiga (sobretudo observada pela queda da FM) se deve, em grande parte, aos mecanismos próximos à junção neuromuscular. Para eles, esses dados mostram que a fadiga central pode ter estado presente, porém o sistema nervoso central não conseguiu ativar completamente os músculos dilatadores nasais durante contrações submáximas sustentadas. Além disso, não foi possível quantificar sua magnitude ou onde se origina (por exemplo, centros de suprabulbares do motor, neurônios motores faciais, entre outros).

A apneia obstrutiva do sono foi alvo de um estudo¹⁰ onde os autores testaram o uso de um tratamento para sujeitos apneicos (aparelho intra-oral para reorganização funcional da oclusão) de modo preliminar em sujeitos normais. Foi pesquisada a sensação de alteração oclusal provocada pelo uso do aparelho durante a noite, em 12 sujeitos saudáveis. As variáveis consideradas foram a sensação de alteração oclusal, a força de mordida, a área de contato oclusal e a fadiga muscular, todas mensuradas a cada 15 minutos durante as primeiras quatro horas após a remoção do aparelho. Os mesmos procedimentos foram repetidos, em outro dia, após os sujeitos dormirem sem o uso do aparelho. A sensação oclusal foi quantificada por meio de uma EAV; a força de mordida e a área de contato oclusal foram mensuradas por um programa computadorizado durante três segundos de apertamento dentário; e a fadiga muscular dos músculos masseteres foi pesquisada por meio da FM acessada pela eletromiografia de superfície (EMGs). Os autores observaram que a sensação de alteração oclusal foi percebida

pelos sujeitos até 75 minutos após a remoção do aparelho e a interferência na força de mordida foi observada logo após a retirada. A fadiga muscular relacionou-se com a sensação alterada em apenas dois sujeitos e com força de mordida em um sujeito. Assim, foi concluído que a variável mais observada, de alteração na percepção oclusal, provavelmente tenha ocorrido devido ao deslocamento não-fisiológico das articulações temporomandibulares (ATMs) que ocorre com o uso do aparelho intra-oral.

Outras patologias também foram alvo de trabalhos envolvendo a pesquisa da musculatura, como a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA)¹¹. Esta doença tem caráter progressivo e caracteriza-se por trazer fadiga muscular importante e respostas diminuídas mediante a estimulação nervosa de repetição, sobretudo dos membros. Porém estes sinais podem aparecer, embora de modo mais raro, nos músculos da face, fazendo com que, inicialmente, esta doença possa ser erroneamente diagnosticada como Miastenia Gravis, o que para os autores, por si só justificou a realização desta pesquisa. Seu objetivo foi investigar a presença de fadiga muscular e a resposta à estimulação nervosa de repetição nos músculos faciais de sujeitos com ELA, do tipo orofaríngeo, ou seja, com queixas de disartria, disfagia e/ou voz hipernasal. Entre outros músculos, foi feita a estimulação dos músculos orbiculares dos olhos (OO), nasal e trapézio em dez pacientes. Destes, seis relataram fadiga muscular durante o exame para os referidos músculos; três tiveram decréscimos anormais da estimulação nos músculos faciais, mas não nos músculos das pernas e braços; dois tiveram decréscimos anormais na estimulação do músculo OO e nasal; e um teve decréscimo apenas para o músculo OO. Conforme estes achados, os autores pontuaram que os músculos faciais podem sim ser afetados como uma das primeiras manifestações de alguns tipos de ELA, embora a fraqueza facial ainda não seja evidente.

Dentre as doenças cervicais associadas ao sistema estomatognático, encontra-se a chamada Síndrome do Chicote (SC). Esta patologia geralmente surge relacionada aos acidentes automobilísticos e caracteriza-se por ocorrer um movimento abrupto de aceleração e desaceleração no pescoço, causando uma série de sequelas e sintomas. Alguns estudos também têm demonstrado interesse em pesquisar a fadiga muscular, no caso da musculatura mastigatória, nesta população^{25,26}.

As respostas do sistema nervoso autônomo foram pesquisadas em sujeitos com patologias cervicais associadas ao sistema estomatognático²⁵, incluindo a fadiga muscular. O estudo investigou reações autônomas teoricamente mais

acentuadas nestes sujeitos quando comparados com indivíduos normais sob condição de mastigação. Dois grupos, com 21 sujeitos cada, tiveram aspectos cardiovasculares, percepção de fadiga e dor, além de fadiga muscular mediante avaliação EMG, testadas durante a situação de mastigação unilateral alternada de goma de mascar. De fato, respostas mais intensas foram observadas no grupo com acometimento, sendo que mais da metade dos mesmos interrompeu o teste prematuramente devido à exaustão; a frequência cardíaca e pressão arterial foram maiores; a sensação de dor e fadiga também; porém sem percepção de mudança nos aspectos eletromiográficos de fadiga para o músculo masseter (amplitude e frequência do sinal). Segundo os autores, as respostas do sistema nervoso autônomo mais intensas nos sujeitos com patologia cervical, mediante uma estimulação mastigatória, indicam uma sobrecarga no sistema motor mandibular, podendo indicar mecanismos reguladores centrais, uma vez que os parâmetros musculares para fadiga não foram observados.

A resistência mastigatória, na mesma população, foi investigada por outros autores²⁶ que pesquisaram a sua relação com as lesões cervicais. Foram formados três grupos com 50 indivíduos em cada, sendo sujeitos com acometimento cervical, com DTM e saudáveis. Todos foram submetidos a um protocolo de mastigação unilateral de goma de mascar durante cinco minutos e os dados referentes ao relato de sensação de fadiga e dor na musculatura mastigatória, tempo de resistência e início dos sintomas foram analisados. Os sujeitos com lesões cervicais associadas demonstraram mais facilmente fadiga e dor, além deste fato ser relatado mais cedo, evidenciando menor resistência desta população durante a mastigação.

Um estudo recente²⁷ pesquisou a diferença nos padrões eletromiográficos, incluindo a fadiga muscular, de mulheres com dor de cabeça esporádica e dor de cabeça crônica. Para tanto, foram selecionadas 42 mulheres agrupadas em três setores, quanto ao seu tipo de dor de cabeça e à ausência desta. A análise da FM foi feita eletromiograficamente ao longo das CVM e um diferencial desta pesquisa, assim como outra citada a seguir⁹, foi de moldar células de mordida específicas para cada sujeito. Os autores observaram que, entre os músculos avaliados, o masseter foi o mais fatigável ao comparar sujeitos com dor de cabeça em geral, com o grupo controle. Além disso, as mulheres com dores de cabeça crônicas apresentaram componente de decréscimo da FM de modo mais rápido, comparado aos demais.

Sujeitos com DTM também foram alvo de outros estudos^{8,9}. Um deles, realizado no Brasil⁸, procurou

sinais de fadiga muscular em sujeitos com DTM, durante a mastigação. Para tanto, participaram do estudo 20 mulheres, diagnosticadas pelo RDC como clinicamente normais ou com DTM do tipo mio gênica. Os músculos mastigatórios (masseter e temporal) foram analisados EMG durante 15 segundos de mastigação. A fadiga foi pesquisada por meio da análise da frequência mediana ao longo da mastigação, não demonstrando alteração significativa. Segundo os autores, a falta de sinais eletromiográficos de fadiga, em ambos os sujeitos, pode ter ocorrido pelo aumento do fluxo sanguíneo gerado pelo movimento de mastigação, o que impede a deposição dos substratos no interior do músculo indutores de fadiga.

Outro estudo, realizado na Itália⁹, teve os seguintes objetivos: (a) avaliar o uso da EMGs como medida objetiva da fadiga dos músculos elevadores da mandíbula, (b) comparar as manifestações EMG de fadiga dos masseteres e temporal nos lados direito e esquerdo, (c) avaliar a recuperação dos músculos investigados após teste de resistência, (d) comparar a fadiga e recuperação dos músculos elevadores da mandíbula entre indivíduos saudáveis e portadores de DTM. Para tanto, participaram 20 sujeitos saudáveis e 18 sujeitos com DTM, que realizaram contrações isométricas submáximas em 20%, 40% e 60% da CVM por 30 segundos, e 80% da CVM até a exaustão (teste de resistência) e sua fase de recuperação. Para estas quantificações foi utilizado um transdutor de força. Para os autores, o declínio da FM foi um bom marcador da fadiga dos músculos avaliados; os músculos temporal e masseter, independente de lado, demonstraram as mesmas manifestações mioelétricas de fadiga e de recuperação; e os músculos avaliados apresentaram valores menores nos sujeitos com DTM. Por fim, concluíram que as avaliações mioelétricas, por meio da eletromiografia, e da forma como foram sugeridas neste estudo, podem auxiliar na avaliação clínica dos sujeitos com DTM.

A influência da textura do alimento sobre os músculos e movimentos mastigatórios, bem como na fadiga desta musculatura foi pesquisada por outros autores²⁸. Em uma amostra de 28 sujeitos, foi analisada a oxigenação do músculo masseter, bem como o movimento mandibular durante a mastigação de goma de mascar, por 80 segundos, com três texturas diferentes. Os autores concluíram que quanto mais dura a goma de mascar, maior é a velocidade dos movimentos mandibulares e menor a oxigenação intramuscular, sugerindo que isto levaria ao aumento do metabolismo anaeróbio e, conseqüentemente, à maior probabilidade do surgimento da fadiga muscular.

Existem inúmeros reflexos considerados protetivos contra possíveis danos às estruturas orais. Um destes reflexos²⁹ é o inibitório mandibular, sobre o qual algumas pesquisas foram encontradas relacionando-o à fadiga muscular. Ele se caracteriza como uma supressão exteroceptiva da atividade dos músculos de fechamento mandibular, podendo ser evocado por estimulação mecânica ou elétrica das estruturas orais.

Um exemplo destas pesquisas foi a realizada na Holanda em 2009²⁹. Os autores avaliaram o efeito da fadiga muscular induzida por exercícios, sobre o reflexo inibitório mandibular, em indivíduos saudáveis. Para tanto, foram avaliados oito sujeitos sem sinais de DTM e falhas dentárias, que realizaram duas sessões experimentais, com a finalidade de investigar a reprodutibilidade dos efeitos. Em cada uma destas sessões, os sujeitos deveriam realizar mastigação intensa por 30 segundos. No início desta, após a mastigação e em dois momentos seguintes foi realizada avaliação subjetiva da fadiga (EAV) e da pesquisa do reflexo inibitório (por meio de evocação no masseter direito dos estímulos elétricos gerados no lábio durante a mastigação). Como resultado observou-se que a sensação de fadiga muscular provocou um decréscimo de 50% no reflexo inibitório, o que foi totalmente recuperado já no primeiro reteste.

Outro estudo também com o reflexo inibitório como alvo³⁰ utilizou metodologia semelhante ao anterior e objetivou investigar se condições controladas experimentalmente, como fadiga e dor, que imitavam os sintomas das DTMs, poderiam interferir no reflexo inibitório da mandíbula. Participaram 18 sujeitos saudáveis que foram examinados previamente com o RDC para investigar a presença de sintomas de DTM. Os procedimentos metodológicos se basearam no estudo anterior, porém foi acrescida a sensação de dor concomitante à fadiga. Assim com os outros autores, estes observaram um decréscimo no reflexo inibitório após a indução, porém de 30%. Esta condição foi considerada como um *feedback* positivo, principalmente se idealizado em portadores de DTM, pois a diminuição da inibição faria com que os músculos mastigatórios ficassem mais ativos no seu fechamento, logo tivessem mais dor e fadiga e, conseqüentemente, o reflexo se mantivesse diminuído, caracterizando um ciclo.

A pesquisa científica, muitas vezes, faz-se valer de variáveis específicas para avaliar a capacidade e eficiência de determinados aparatos. Este foi o caso de um estudo que utilizou a pesquisa da fadiga muscular para testar um aparelho indutor de contrações excêntricas dos músculos mastigatórios e, conseqüentemente, de dores tardias nestes

músculos³¹. As contrações excêntricas ocorrem quando o músculo realiza a contração na direção contrária ao movimento executado, o que é muito difícil de ser reproduzido na prática, sobretudo nos músculos mastigatórios. Os autores, inclusive, comentaram que, na maioria dos estudos com esta musculatura, a fadiga é induzida por outros tipos de contração e, talvez por isso, caracterizem a musculatura como resistente. O aparato desenvolvido pelos autores possuía dois eixos de metal ligados por um eixo articulador, que eram mordidos pelos participantes. O caráter excêntrico da contração se dava quando, mediante o apertamento dentário do aparelho, este era programado para exercer força contrária. Para seu teste, seis sujeitos realizaram seis séries de contrações excêntricas, cada uma com 5 minutos de duração, com intervalo de 1 minuto de descanso. Em cada série eram realizados 60 movimentos de abrir e fechar a boca. Foi analisada a sensação de fadiga e dor (por meio de EAV); a abertura máxima de boca sem dor; a sensibilidade à palpação; e a CVM antes do exercício, logo após, bem como 24 horas, 48 horas e uma semana após. Os autores concluíram que o aparelho cumpriu sua função, visto que os níveis de dor e fadiga na musculatura eram elevados e a abertura máxima de boca havia diminuído após 24 e 48 horas dos exercícios e, em 24 horas, a CVM também havia sido menor.

Baseando-se na ideia de que apertamentos dentários repetitivos, mesmo que em intensidades baixas, poderiam provocar dor e dano muscular, foi realizado outro estudo³² com enfoque na dor. Os autores salientaram que indivíduos com dor na musculatura mastigatória geralmente mantém os dentes mais tempo cerrados do que os sujeitos sem dor, sugerindo que hábitos como bruxismo poderiam surgir, mesmo que nestas condições. Assim, participaram do estudo dez mulheres saudáveis que deveriam realizar, em dias distintos, contrações voluntárias até a exaustão, porém com 7,5%, 10%, 15%, 25% e 40% da CVM. Foram analisadas as variáveis (a) percepção de dor e (b) fadiga, (c) instalação propriamente dita da fadiga, bem como o (d) limiar de pressão dolorosa para os músculos masseteres e temporais em três momentos: antes do exercício, imediatamente após o mesmo e um dia depois. Considerou-se a instalação da fadiga como o momento em que o sujeito não conseguisse mais manter o exercício. Assim, os níveis de força mastigatória e de resistência (tempo de início até o aparecimento da fadiga) variaram bastante entre os indivíduos, porém o limiar de dor do masseter diminuiu consideravelmente imediatamente após e ainda um dia depois do exercício para a carga de 7,5%. Para o músculo temporal o limiar de dor ainda

era reduzido um dia após o exercício com 7,5% da CVM. Isto fez com que os autores entendessem que baixos níveis de apertamento dentário, porém de modo prolongado, induzem a dor tardia nos músculos mastigatórios de mulheres saudáveis.

Pesquisa de fadiga nos músculos faciais e mastigatórios em estudos com modelos experimentais

O estudo da fadiga nos músculos faciais e masseter utilizando amostras de animais também têm sido realizado. Uma pesquisa japonesa³³ teve por finalidade analisar a fadiga periférica e o dano ao músculo masseter, provocados pela estimulação de baixa frequência prolongada. Foram utilizados 30 ratos machos, divididos em cinco grupos: S1, S2, S4, DanTr e Sham (placebo). Os masseteres esquerdos foram escolhidos como músculos experimentais, ficando os direitos como controle. A estimulação foi realizada no lado esquerdo do pescoço, próxima à musculatura em questão, durante duas horas, caracterizando uma sessão. No grupo S1 foi realizada uma sessão, no grupo S2 duas sessões e no grupo S4 quatro sessões (todas com intervalo de três minutos entre as mesmas). Para o grupo DanTr, também foram realizadas quatro sessões, porém com a administração do relaxante Dantrolene, a fim de determinar se existiam artefatos de corrente elétrica. Já o grupo Sham (placebo), caracterizou-se por ser um grupo controle, onde não foi realizada a estimulação elétrica. Nos outros grupos isto ocorreu somente no masseter direito. Para avaliar a fadiga, foi considerado o pico de força máxima durante a estimulação e para avaliar os danos histológicos ao músculo masseter, o mesmo foi dissecado. Como resultados, em cada sessão observou-se que a força de fechamento mandibular aumentou dentro de um minuto de estimulação, decaindo drasticamente em seguida e tornando-se estável após isto. Além disso, o pico de força máxima diminuiu conforme o avanço de cada sessão. Quanto à análise histológica, observou-se que o masseter estimulado tornou-se maior e com disposição mais irregular das fibras, bem como aumento do espaço intersticial e infiltração de células mononucleares nas fibras, inclusive para os grupos controle (Sham e DanTr). Isto fez com que os autores concluíssem que a estimulação de baixa frequência prolongada nos músculos mastigatórios pode induzir fadiga e dano nas fibras musculares.

Outro estudo com ratos³⁴ investigou a relação das fibras musculares e as funções que os músculos desempenham. Segundo os autores, os músculos esqueléticos possuem uma composição heterogênea de tipos de fibras que reflete a demanda funcional de cada músculo. Esta relação

tem sido investigada em animais maiores, mas não em animais pequenos e, por isso, os autores defenderam a hipótese de uma relação positiva entre a quantidade de fibras musculares resistentes à fadiga e a demanda diária de uso. Participaram 14 ratos machos adultos que tiveram a atividade dos músculos masseter, digástrico e temporal monitorada por meio de radiotelemetria durante um dia (quantificação em tempo). Para análise dos tipos de fibras presentes nos músculos, foi realizada coloração imuno-histoquímica onde se pode examinar o conteúdo de cadeias pesadas de miosina das fibras. Os autores validaram sua hipótese inicial, uma vez que o músculo que mais tinha tempo de ativação, mesmo que em baixa intensidade era aquele que continha o maior número de fibras lentas (Tipo I e Tipo I + II), neste caso o músculo digástrico. Além disso, todos os músculos demonstraram uma relação positiva entre o tempo de ativação e o percentual de fibras tipo IIX, que possuem propriedade fisiológica intermediárias em relação ao tipo IIA e IIB.

Observou-se que dos 24 estudos analisados, a maioria direcionou-se, para os músculos mastigatórios (22 artigos), seguidos dos orbiculares da boca e digástrico (dois artigos para cada) e orbiculares dos olhos, bucinador e nasal (uma única referência para cada). Entende-se que os músculos mastigatórios sejam os mais estudados, pois além de possuírem fácil localização, contribuem na maioria das funções estomatognáticas e, conseqüentemente, influenciam as demais estruturas orofaciais, relacionando-se com inúmeras patologias do SE. Além disso, existe a possibilidade de quantificação de força para estes músculos, alternativa bastante empregada nas análises de fadiga, fato que para músculos como os da deglutição, ainda não é possível.

No que se refere ao modo de mensuração da fadiga muscular, 12 utilizaram a EMGs na sua quantificação, dez basearam-se no relato dos participantes e três realizaram análises histoquímicas. De modo geral, o relato dos sujeitos foi baseado no uso de EAV como forma de quantificação, o que implica em grande subjetividade dos achados. O uso da EMGs contrapõe esta realidade, contribuindo com dados objetivos sobre a fadiga muscular, mas ainda assim, oferece mais de uma forma de análise. Neste contexto pode-se realizar a análise dos picos

de força ou da amplitude, bem como a frequência mediana do sinal. Em muitos trabalhos encontrados neste estudo, os autores optaram pela investigação da fadiga por meio da análise do decréscimo da FM, prática que vem sendo bem aceita e defendida na literatura nacional e internacional.

Além disso, ficou evidente a grande variabilidade dos protocolos empregados na pesquisa da fadiga muscular. Alguns utilizam contrações estáticas, seja no caráter máximo ou em sub-cargas, e outros contrações dinâmicas, objetivando a pesquisa da fadiga durante a função do músculo. A variabilidade também se refere à diferença na determinação do fenômeno da fadiga. Existem desde trabalhos que referem a fadiga como o primeiro sinal de “algo diferente” no músculo, até trabalhos que consideram a fadiga como a incapacidade em manter as contrações. Estes fatores certamente influenciaram na diversidade dos resultados encontrados neste estudo.

■ CONCLUSÃO

A análise da literatura científica sobre a pesquisa da fadiga dos músculos faciais e mastigatórios permitiu concluir que, embora existam trabalhos focados na análise da fadiga, a metodologia dos mesmos mostra-se bastante variada, seja quanto aos instrumentos utilizados ou quanto aos protocolos empregados, dificultando o aprofundamento no assunto e a possibilidade de comparação.

Devido a esta variabilidade, os achados referentes à fadiga muscular também se mostram divergentes. O músculo masseter, por exemplo, em alguns estudos pareceu mais fatigável em determinadas patologias, como DTM, cefaleia crônica e lesões cervicais, enquanto em outros se mostrou inalterado. Assim como o músculo orbicular da boca foi mais fatigável em determinadas profissões, como nos ourives. Além disso, os músculos mastigatórios de mulheres foram mais fatigáveis do que dos homens.

A partir dos dados levantados, sugere-se que novos estudos sejam idealizados com o intuito de pesquisar cada vez mais diferentes populações e músculos, com desenhos metodológicos completos e adequados para as diversas situações.

ABSTRACT

The purpose of this study was to deepen the knowledge about muscle fatigue of masticatory and facial muscles through analysis of scientific literature. The search strategy was based on the statements of the Cochrane Library. Articles were selected through the PubMed database, using the descriptor "muscle fatigue" in conjunction with the following descriptors: "speech therapy", "facial muscles", "jaw muscles", "mastication", "chewing", "lip" and "clenching". Articles from the last ten years were included, regardless of the language. The texts were analyzed, at first, in its abstract and those that did not fit the study's objective were excluded. Then, the full texts were analyzed, being considered: aim, study design, control and study groups, criteria and methodological rigor, applied protocols, results and discussion about the presence of fatigue in the targeted muscles. In a last stage, studies that were not in accordance with the purpose of the study, were excluded. Thus, out of 138 articles found, 54 were excluded due to the repetition by crossing key-words and 84 were analyzed. In the abstract analysis, 46 were excluded and 38 were fully analyzed. 24 articles were maintained and 14 were excluded because they do not fit the study's criteria. Despite there are some studies regarding the analysis of fatigue, their methodology is very varied, making difficult the comparison and detailing. While some studies have found, for example, greater fatigue of the masseter and orbicularis oris muscles, others have not found the same results, which may have influenced the target population for each study.

KEYWORDS: Muscle Fatigue; Facial Muscles; Masticatory Muscles

■ REFERÊNCIAS

1. Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Rev Portg Cienc Despor.* 2003;3(1):108-23.
2. Basmajian JV, De Luca CJ. *Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography.* 5th ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1985.
3. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999;9:39-46.
4. Buzinelli RV, Bérzin F. Electromyographic analysis of fatigue in temporalis and masseter muscles during continuous chewing. *J Oral Rehabil.* 2001;28:1165-7.
5. Mendonça RG, Oliveira AS, Pedroni CR, Berzin F, Gastaldi AC. Electromyography assessment of chewing induced fatigue in temporomandibular disorders patients – a pilot study. *Braz J Oral Sci.* 2005;4(15):894-8.
6. Santos MG, Dezan VH, Sarraf TA. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev Bras C Mov.* 2003;11(1):07-12.
7. Enoka R, Stuart D. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol.* 1992;72(5):1631-48.
8. Caria PH, Bigaton DR, de Oliveira AS, Bérzin F. Fatigue analysis in the masseters and temporalis muscles in patients with temporomandibular disorder during short period of mastication. *Acta Odontol Latinoam.* 2009;22(2):87-91.
9. Castroflorio T, Falla D, Tartaglia GM, Sforza C, Deregibus A. Myoelectric manifestations of jaw elevator muscle fatigue and recovery in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil.* 2012;39(9):648-58.
10. Nakamura S, Sato M, Mataka S, Kurosaki N, Hasegawa M. Subjective and objective assessments of short-term adverse effects induced by oral appliance therapy in obstructive sleep apnea: a preliminary study. *J Med Dent Sci.* 2009;56(1):37-48.
11. Kim JY, Park KD, Kim SM, Sunwoo IN. Repetitive nerve stimulation test in amyotrophic lateral sclerosis with predominant oropharyngeal manifestations. *J Clin Neurol.* 2011;7(1):31-3. Epub 2011 Mar 31. PubMed PMID: 21519524; PubMed Central PMCID: PMC3079157.
12. The Cochrane Collaboration. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* [Internet]. 2012 [cited 2012 10 september]. Available from: www.cochrane.org/training/cochrane-handbook.
13. Farella M, Bakke M, Michelotti A, Rapuano A, Martina R. Masseter thickness, endurance and exercise-induced pain in subjects with different vertical craniofacial morphology. *Eur J Oral Sci.* 2003;111(3):183-8.
14. Ricketts RM, Roth RH, Chaconas SJ, Schulhof RJ, Engel GA. *Orthodontic diagnosis and planning their roles in preventive and rehabilitative dentistry.* 1. ed. Denver: Rocky Mountain, 1982. 269 p.

15. Van Selms MK, Wang K, Lobbezoo F, Svensson P, Arendt-Nielsen L, Naeije M. Effects of masticatory muscle fatigue without and with experimental pain on jaw-stretch reflexes in healthy men and women. *Clin Neurophysiol.* 2005;116(6):1415-23.
16. Torisu T, Wang K, Svensson P, De Laat A, Fujii H, Arendt-Nielsen L. Effect of low-level clenching and subsequent muscle pain on exteroceptive suppression and resting muscle activity in human jaw muscles. *Clin Neurophysiol.* 2007;118(5):999-1009.
17. Torisu T, Wang K, Svensson P, De Laat A, Fujii H, Arendt-Nielsen L. Effects of muscle fatigue induced by low-level clenching on experimental muscle pain and resting jaw muscle activity: gender differences. *Exp Brain Res.* 2006;174(3):566-74.
18. Koutris M, Lobbezoo F, Naeije M, Wang K, Svensson P, Arendt-Nielsen L, Farina D. Effects of intense chewing exercises on the masticatory sensory-motor system. *J Dent Res.* 2009;88(7):658-62.
19. Shimazaki K, Matsubara N, Hisano M, Soma K. Functional relationships between the masseter and sternocleidomastoid muscle activities during gum chewing. *Angle Orthod.* 2006;76(3):452-8.
20. Dawson A, List T, Ernberg M, Svensson P. Assessment of proprioceptive allodynia after tooth-clenching exercises. *J Orofac Pain.* 2012;26(1):39-48.
21. Gotouda A, Yamaguchi T, Okada K, Matsuki T, Gotouda S, Inoue N. Influence of playing wind instruments on activity of masticatory muscles. *J Oral Rehabil.* 2007;34(9):645-51.
22. Ghosh T, Gangopadhyay S. Effect of an ergonomic intervention on muscle fatigue and respiratory stress of goldsmith's during blowing pipe activity in India. *Work.* 2012 Sep 13. [Epub ahead of print]
23. Sforza C, Zanotti G, Mantovani E, Ferrario VF. Fatigue in the masseter and temporalis muscles at constant load. *Cranio.* 2007;25(1):30-6.
24. Schmitt K, Dello Russo C, Fregosi RF. Force-EMG changes during sustained contractions of a human upper airway muscle. *J Neurophysiol.* 2009;101(2):558-68.
25. Kalezic N, Noborisaka Y, Nakata M, Crenshaw AG, Karlsson S, Lyskov E, Eriksson PO. Cardiovascular and muscle activity during chewing in whiplash-associated disorders (WAD). *Arch Oral Biol.* 2010;55(6):447-53.
26. Häggman-Henrikson B, Osterlund C, Eriksson PO. Endurance during chewing in whiplash-associated disorders and TMD. *J Dent Res.* 2004;83(12):946-50.
27. Sohn JH, Choi HC, Jun AY. Differential patterns of muscle modification in women with episodic and chronic tension-type headache revealed using surface electromyographic analysis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 Sep 1. [Epub ahead of print]
28. Yoshida T, Ishikawa H, Yoshida N, Hisanaga Y. Analysis of masseter muscle oxygenation and mandibular movement during experimental gum chewing with different hardness. *Acta Odontol Scand.* 2009;67(2):113-21.
29. van der Kaaij NC, Maillou P, van der Weijden JJ, Naeije M, Lobbezoo F. Reproducible effects of subjectively assessed muscle fatigue on an inhibitory jaw reflex in humans. *Arch Oral Biol.* 2009;54(9):879-83.
30. Maillou P, Cadden SW, Lobbezoo F. The inhibitory effect of a chewing task on a human jaw reflex. *Muscle Nerve.* 2010;41(6):845-9.
31. Türker KS, Koutris M, Sümer NC, Atiş ES, Linke IR, Lobbezoo F, Naeije M. Provocation of delayed-onset muscle soreness in the human jaw-closing muscles. *Arch Oral Biol.* 2010;55(9):621-6.
32. Farella M, Soneda K, Vilmann A, Thomsen CE, Bakke M. Jaw muscle soreness after tooth-clenching depends on force level. *J Dent Res.* 2010;89(7):717-21.
33. Yamasaki K, Harada S, Higuchi I, Osame M, Ito G. Fatigue and damage to the masseter muscle by prolonged low-frequency stimulation in the rat. *Arch Oral Biol.* 2005;50(12):1005-13.
34. Kawai N, Sano R, Korfage JA, Nakamura S, Tanaka E, van Wessel T, Langenbach GE, Tanne K. Functional characteristics of the rat jaw muscles: daily muscle activity and fiber type composition. *J Anat.* 2009;215(6):656-62.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201427112>

Recebido em: 27/11/2012

Aceito em: 10/09/2013

Endereço para correspondência:

Angela Ruviano Busanello-Stella

Av. Presidente Vargas 2355/8º andar, sala 801-

Policlínica Provedor Wilson Aita

Santa Maria/RS - Brasil

CEP: 97050-600

E-mail: angelafofonoaudiologia@yahoo.com.br