

Angela Ruviano Busanello-Stella¹
 Ana Paula Blanco-Dutra¹
 Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa²
 Ana Maria Toniolo da Silva³

Descritores

Fadiga Muscular
 Eletromiografia
 Criança
 Boca
 Respiração Bucal
 Face

Keywords

Muscular Fatigue
 Electromyography
 Child
 Mouth
 Mouth Breathing
 Face

Endereço para correspondência:

Angela Ruviano Busanello-Stella
 Rua General Neto, 484, Santa Maria (RS),
 Brasil, CEP: 97050-240.
 E-mail: angelafonoaudiologia@yahoo.com.br

Recebido em: 13/05/2014

Aceito em: 03/11/2014

Fadiga eletromiográfica dos músculos orbiculares da boca durante exercícios em crianças respiradoras orais e nasais

Electromyographic fatigue of orbicular oris muscles during exercises in mouth and nasal breathing children

RESUMO

Objetivo: Estudar a fadiga dos músculos orbiculares da boca, por meio da análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico e do tempo de fadiga referido, segundo o modo respiratório e o padrão facial de crescimento. **Métodos:** Participaram 70 crianças, entre 6 e 12 anos de idade, que se adequaram aos critérios estabelecidos. Para serem classificadas em 36 respiradoras nasais e 34 orais, realizaram avaliação fonoaudiológica, otorrinolaringológica e cefalométrica. Para a avaliação eletromiográfica, as crianças sustentaram halteres labiais de 40, 60 e 100 g e exercitador labial, até a sensação de fadiga. A frequência mediana foi analisada em 5, 10, 15 e 20 segundos de atividade. Também foi registrado o tempo referido da sensação de fadiga. Os dados foram analisados pelos testes Análise de Variância (ANOVA) — medidas repetidas (*post-hoc* Tukey), Kruskal-Wallis e U de Mann-Whitney. **Resultados:** Houve decréscimo significativo da frequência mediana a partir dos cinco segundos de atividade, independentemente da comparação entre os grupos. Quando realizada essa comparação, os músculos não demonstraram decréscimo significativo; o tempo relatado para a sensação de fadiga foi menor nos respiradores orais. Essa sensação ocorreu após a significância do decréscimo da frequência mediana. **Conclusão:** Houve sinais indicativos de fadiga mioelétrica para os músculos orbiculares da boca, nos grupos analisados, já a partir dos cinco segundos de atividade. A fadiga mioelétrica nos músculos orbiculares da boca precedeu a sensação de fadiga relatada em todos os grupos. O relato do tempo de fadiga sofreu influência apenas do modo respiratório, ocorrendo mais precocemente nas crianças respiradoras orais.

ABSTRACT

Purpose: To investigate the process of fatigue in orbicularis oris muscles by analyzing the median frequency of electromyographic signal and the referred fatigue time, according to the breathing mode and the facial pattern. **Methods:** The participants were 70 children, aged 6 to 12 years, who matched the established criteria. To be classified as 36 nasal-breathing and 34 mouth-breathing children, they underwent speech-language, otorhinolaryngologic, and cephalometric evaluation. For the electromyographic assessment, the children had to sustain lip dumbbells weighing 40, 60, and 100 g and a lip exerciser, until the feeling of fatigue. Median frequency was analyzed in 5, 10, 15, and 20 seconds of activity. The referred time of the feeling of fatigue was also recorded. Data were analyzed through the analysis of variance — repeated measures (*post hoc* Tukey's test), Kruskal-Wallis test, and Mann-Whitney *U*-test. **Results:** A significant decrease in the median frequency from 5 seconds of activity was observed, independently from the comparison between the groups. On comparison, the muscles did not show significant decrease. The reported time for the feeling of fatigue was shorter for mouth-breathing individuals. This feeling occurred after the significant decrease in the median frequency. **Conclusion:** There were signals that indicated myoelectric fatigue for the orbicularis oris muscles, in both groups analyzed, from the first 5 seconds of activity. Myoelectric fatigue in the orbicularis oris muscles preceded the reported feeling of fatigue in all groups. The account for fatigue time was influenced by only the breathing pattern, occurring more precociously in mouth-breathing children.

Trabalho realizado no Laboratório de Motricidade Orofacial, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(1) Coordenadoria Especial de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis (SC), Brasil.
 (2) Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

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

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

A intervenção fonoaudiológica, especificamente na Motricidade Orofacial (MO), tem como base a ação nos aspectos estruturais e funcionais das regiões orofacial e cervical. Nessa intervenção, realiza-se desde a conscientização do paciente até a reabilitação dos aspectos alterados em termos estruturais e funcionais. Para tanto, dentre os métodos utilizados estão os exercícios isométricos e isotônicos⁽¹⁾, sendo fundamental para alcançar o objetivo do tratamento definir o modo adequado de realizar os exercícios fonoaudiológicos⁽²⁾.

Quando se remete à reabilitação na respiração oral e as diversas alterações decorrentes dessa patologia, a escolha dos exercícios adequados torna-se ainda mais importante^(3,4). Essas alterações podem ser relacionadas ao crescimento da face; ao tônus, postura e aspecto muscular⁽⁵⁾; à dificuldade em executar outras funções, como deglutição, mastigação e fala^(4,6), além de movimentos básicos, como o de fechar a boca⁽³⁾.

Assim, considera-se fundamental entender como o respirador oral responde aos exercícios propostos. Nesse contexto, existem estratégias individuais, como alguns autores preconizam⁽²⁾, mas também estratégias padronizadas por meio de instrumentos comercializados, como os halteres labiais e o exercitador labial. Esses aparelhos atuam na musculatura orbicular da boca, tendo como objetivo sua tonificação e fortalecimento⁽⁷⁾.

Entretanto, na literatura, são escassas as informações sobre a prescrição dos exercícios musculares propriamente ditos⁽¹⁾ ou sobre a resposta que os pacientes apresentam às propostas terapêuticas, sobretudo no que se refere à condição muscular^(2,8). Um exemplo disso pode ser observado no tempo recomendado em cada exercício, que varia entre dez segundos⁽¹⁾, 15 a 20 segundos⁽⁹⁾ ou até mesmo 30 segundos de contrações musculares estáticas⁽⁷⁾. A quantidade de exercícios prescrita também é pouco explorada. Os poucos relatos encontrados na literatura variam entre dez a 20 repetições dos exercícios em cada série^(7,9) e entre uma, três⁽¹⁾ e quatro repetições ao dia^(7,9).

Não existe consenso na literatura sobre qual seria o melhor parâmetro para definir a escolha dos exercícios prescritos, porém acredita-se que o estudo da fadiga muscular possa contribuir no aprimoramento de tal assunto. Isso porque a manutenção de exercícios musculares, mesmo com a instalação da fadiga da musculatura, pode interferir no surgimento de dores e desconfortos musculares⁽¹⁰⁾, bem como no desempenho motor⁽¹¹⁾. Segundo a literatura, a fadiga muscular corresponde à incapacidade da musculatura em manter elevados níveis de força no tempo⁽¹⁰⁻¹²⁾. Pode ser considerado um mecanismo natural do músculo, sendo mais facilmente mensurado em exercícios de natureza isométrica, devido à interrupção do fluxo sanguíneo que estes provocam, acentuando as alterações metabólicas⁽¹³⁾.

Nesse contexto, métodos objetivos⁽¹⁴⁾, como a cefalometria⁽¹⁵⁾ e a eletromiografia de superfície⁽¹³⁾, além de protocolos sistematizados, como o MBGR^(5,16), podem contribuir para a investigação dos fatores que potencialmente interferem na fadiga muscular, sejam eles musculares e/ou funcionais, como o modo respiratório; ou em nível estrutural, como o padrão de crescimento facial. A cefalometria permite a exploração do desenvolvimento craniofacial, do tipo de oclusão e da tipologia

facial⁽¹⁵⁾. A eletromiografia (EMG), por sua vez, possibilita a investigação da fadiga por meio do espectro da frequência, mediante a análise da frequência mediana (FM)⁽¹⁷⁾. O declínio da mesma para baixos valores durante contrações é considerado como medida objetiva do processo de fadiga muscular e reflete, sobretudo, a fadiga periférica⁽¹⁸⁾.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a fadiga dos músculos orbiculares da boca, por meio da análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico e do tempo de fadiga referido, considerando o modo respiratório e o padrão facial de crescimento.

MÉTODOS

Amostra

A amostra deste estudo foi formada por crianças provenientes, principalmente, de escolas públicas de um município do interior do Rio Grande do Sul (RS). Para a inclusão das mesmas no estudo, foi analisada a adequação aos critérios previamente estabelecidos.

Foram critérios de inclusão: apresentar pelo menos três sinais de respiração oral para o grupo de respiradores orais (RO), como boca aberta ou entreaberta, lábios ressecados, olheiras, face com aspecto flácido e caído, entre outros, e ausência destes para o grupo de respiradores nasais (RN); ter idade entre 6 e 12 anos, bem como apresentar Índice de Massa Corporal (IMC) dentro dos padrões de eutrofia para a idade⁽¹⁹⁾.

Já como critérios de exclusão, para ambos os grupos, teve-se: apresentar histórico de tratamento fonoaudiológico e/ou ortodôntico; presença de sinais sugestivos de bruxismo patológico diagnosticado pela avaliação odontológica; presença de alterações oclusais horizontais e/ou verticais que impossibilitassem o fechamento labial; presença de síndromes ou malformações craniofaciais, além de presença de comprometimento neuromuscular ou sinais sugestivos deste. A faixa etária foi estabelecida considerando-se que crianças menores de 6 anos seriam potencialmente difíceis de serem condicionadas e treinadas para o exame eletromiográfico. Também se optou em delimitar o IMC, pois se sabe da potencial interferência que camadas maiores de gordura sob a pele podem ter na captação do sinal eletromiográfico^(10,12). Foram incluídas na pesquisa apenas as crianças eutróficas, ou seja, com valor de IMC entre os percentis 5 e 85⁽¹⁹⁾. As crianças tiveram estatura e peso aferidos, respectivamente com fita métrica fixada na parede e balança antropométrica digital (Toledo®). Em ambos os procedimentos, os participantes ficaram em pé e descalços, sendo considerado o valor aproximado das roupas.

Não existem trabalhos, até o momento, que investiguem a fadiga muscular com a população-alvo deste estudo ou com a musculatura a ser avaliada. Assim, adotou-se como parâmetro para o cálculo amostral outro estudo⁽⁸⁾, cujas variáveis mostraram-se mais semelhantes e melhor descreveram os dados necessários para esta pesquisa. O cálculo foi realizado baseando-se no maior desvio padrão da frequência mediana apresentado no estudo com valor de 34 (músculo temporal anterior esquerdo), obtendo-se uma estimativa mínima de 29 sujeitos em cada grupo e considerando-se nível de significância de

5% e erro amostral de 15 Hz. A fórmula utilizada para alcançar esses valores baseou-se em Callegari-Jacques⁽²⁰⁾.

Assim, inicialmente foram triadas 233 crianças, das quais 112 aceitaram a participação no estudo. Adequaram-se aos critérios do estudo e concluíram todas as etapas da pesquisa, compondo a amostra final 70 crianças. A partir de então, novo cálculo amostral foi realizado para confirmação do tamanho da amostra e adequação, se necessário. O maior desvio padrão encontrado foi de 28,9 (músculo orbicular superior da boca) e mantiveram-se nível de significância de 5% e erro amostral de 15 Hz. Nesse novo cálculo, alcançou-se o valor de 20,75, ou seja, 21 sujeitos em cada grupo como tamanho mínimo da amostra, o que já havia sido alcançado.

As crianças foram distribuídas em grupos considerando-se dois critérios: modo respiratório e padrão facial de crescimento. Em uma primeira etapa, foram formados os grupos RO e RN e, posteriormente, cada um foi subdividido em braquifacial (Br), mesofacial (Me) e dolicofacial (Do), gerando seis grupos.

Para o diagnóstico de respiração oral, foi considerada a concordância entre as avaliações fonoaudiológica e otorrinolaringológica, ambas realizadas por profissionais com experiência na área. Deveriam ser excluídos os casos em que ocorresse a discrepância entre as mesmas, porém isso não ocorreu neste estudo.

A avaliação fonoaudiológica baseou-se no Protocolo MBGR^(5,16), sendo utilizadas as informações referentes aos aspectos respiratórios e oclusais, além daquelas que informam sobre outros tratamentos e sinais sugestivos de síndromes craniofaciais ou comprometimentos neuromusculares.

A avaliação otorrinolaringológica investigou a etiologia da alteração respiratória e, conforme o estudo realizado por Berwig et al.⁽²¹⁾, abrangeu o exame de oroscopia, rinoscopia anterior e otoscopia, seguidos de nasofibrofaringoscopia, quando necessário. Naqueles casos onde a avaliação cefalométrica foi suficiente para determinar o grau de hipertrofia tonsilar faríngea, o exame nasofibrocópico não foi realizado. A partir dessa avaliação, foi adotada a classificação proposta por Berwig et al.⁽²¹⁾ e Ritzel et al.⁽²²⁾, onde as crianças foram divididas em respiradoras nasais (modo respiratório nasal e ausência de sinais e sintomas de respiração oral diurna e/ou noturna) e respiradoras orais (modo respiratório oronasal ou oral e sintomas de respiração oral diurna e/ou noturna).

O diagnóstico do padrão de crescimento facial baseou-se na Análise de Ricketts da avaliação cefalométrica, realizada a partir de telerradiografia em norma lateral, com película Kodak[®] 18x24 cm, colocada em chassi para película, revestido com écran Kodak lanex regular, no aparelho X-Mind, com cefalostato para padronização da posição da cabeça na emissão dos raios, utilizando-se a distância de 1,5 m. A partir desta, foi calculado o Índice de VERT, determinando os seguintes tipos faciais: braquifacial, com valor do índice maior que +0,5; mesofacial, com valor do índice entre -0,5 e +0,5; e dolicofacial, com valor do índice menor que -0,5.

Para assegurar a homogeneidade dos grupos quanto ao gênero e à idade, foi realizado o teste do χ^2 , não sendo observada diferença estatística na constituição dos mesmos ($p=0,05$ para o gênero e $p=0,17$ para a idade). A divisão da faixa etária da amostra em três grupos objetivou a reunião de sujeitos com semelhanças estruturais.

Conforme normas regulamentadas pela Resolução MS/CNS/CNEP n° 466, de 12 de dezembro de 2012, esta pesquisa passou por Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa em Saúde da instituição de origem, tendo recebido aprovação sob o n° 08105512.0.0000.5346. Além disso, somente as crianças que concordaram com a participação e que tiveram a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos seus responsáveis participaram do processo de seleção da amostra.

Avaliação eletromiográfica

Esta avaliação foi realizada nos músculos orbiculares da boca superiores e inferiores, sempre pelo mesmo profissional, com a finalidade de evitar desvios e diferenças no procedimento de coleta. As crianças receberam instruções sobre a realização do exame, passaram por ambientação do local de coletas e do equipamento utilizado, bem como realizaram treinamento prévio dos procedimentos de coleta.

Para a avaliação de EMG, os sujeitos permaneceram sentados, com flexão de 90° de quadril, joelhos e tornozelos, orientados pelo Plano de Frankfurt. Para a captação do sinal eletromiográfico, foram utilizados sensores com entrada diferencial da Miotec, ligados a eletrodos de Ag/AgCl do tipo DOUBLE (Hal Indústria e Comércio Ltda.). Os eletrodos possuíam formato de disco, distância fixa de 20 mm entre os mesmos, 10 mm de diâmetro e 2 mm de superfície de contato, gel condutor em quantidade fixa e colocada pelo fabricante, ganho de 20X, impedância de entrada de 10 G Ω e taxa de rejeição de modo comum >100 dB. Conforme a padronização internacional, os eletrodos foram colados nos ventres dos músculos orbiculares da boca, um no músculo superior e outro no inferior^(12,23) (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento dos eletrodos nos músculos orbiculares superior e inferior da boca

Ainda, para evitar interferências eletromiográficas, foi colocado um eletrodo de referência (ligado ao fio terra) na região da glabella do paciente. Para diminuir a interferência da impedância oferecida pela pele⁽¹⁰⁾, a mesma foi previamente preparada, realizando-se a limpeza nos locais de colocação dos eletrodos com álcool etílico 70% e algodão e, se necessária, foi realizada tricotomia na região. O local das coletas⁽¹²⁾, tanto do equipamento quanto da cadeira de avaliação, também foi tratado, sendo o chão revestido por emborrachado paviflex. Além disso, foi tomado o cuidado de distanciar e desligar equipamentos que pudessem interferir eletromagneticamente no exame.

O sinal eletromiográfico foi captado no domínio da amplitude e, posteriormente, decomposto no domínio da frequência, mais especificamente quanto à FM. Os mesmos foram condicionados e amplificados utilizando-se o equipamento Miotool (Miotec), com oito canais de entrada, conversor A/D de 14 bits de resolução na aquisição de sinais de EMGs, isolamento elétrico de 5.000 V, capacidade de aquisição máxima de 2.000 amostras/segundo/canal e filtros passa alta de 20 Hz e passa baixa de 500 Hz. Os sinais foram coletados e analisados através do *software* Miograph 2.0, utilizado pelo Laboratório de Motricidade Orofacial do Curso de Fonoaudiologia da instituição, e salvos em computador portátil HP Pavilion dv5-204br, com HD de 500 GB e memória RAM de 4 GB, sem conexão com a rede elétrica, a fim de evitar a interferência desta no sinal eletromiográfico. Para a análise dos registros do sinal da EMG, a pesquisadora não teve conhecimento quanto à identificação das crianças, uma vez que as mesmas foram designadas por siglas.

Protocolo de avaliação da fadiga muscular

Foram escolhidas como provas terapêuticas para a musculatura orbicular da boca os halteres labiais e o exercitador labial. Optou-se por esses instrumentos pelo fato de serem aparatos padronizados para a apresentação aos sujeitos, bem como pelo fato de serem usados na prática do fonoaudiólogo. Cabe ressaltar que todos esses instrumentos foram adquiridos com verbas próprias da pesquisadora. No caso do exercitador labial, também foi possível a mensuração da força necessária para seu fechamento, simulando uma célula de carga para a região periorbicular, o que ainda não é encontrado de forma convencional no comércio fonoaudiológico. Além disso, a literatura salienta que contrações isométricas são as que possuem maior relação com as alterações na FM e, logo, com a fadiga muscular^(8,13).

Foram realizadas, em sequência, as seguintes situações de coleta: o repouso durante pelo menos 10 s; a sustentação de halteres labiais de 40, 60 e 100 g; e a sustentação de exercitador labial (Figura 2).

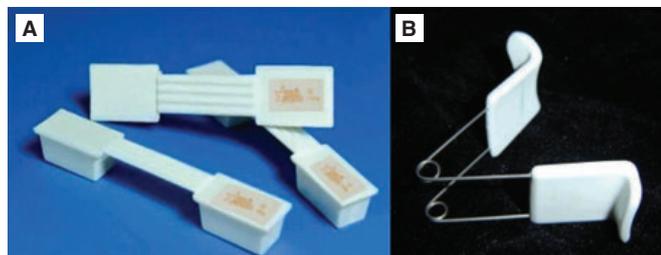


Figura 2. (A) Halteres labiais; (B) exercitador labial, ambos da marca Pró-Fono®

Para a sustentação dos halteres, os sujeitos foram orientados a sustentá-los até a sensação de fadiga⁽¹³⁾, condição previamente estabelecida como o início da percepção de cansaço da musculatura avaliada para manter o exercício, sendo esse momento sinalizado ao pesquisador e registrado. Após esse momento, a coleta da EMG continuou por mais três segundos. A ordem de escolha dos halteres foi aleatória, a fim de evitar o tendenciamento das crianças.

Para o exercitador labial, inicialmente foi mensurada a força necessária para seu fechamento através de medições com Máquina de Ensaio Universal (EMIC; São José dos Pinhais, PR), no Laboratório

de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da instituição de origem. Utilizaram-se seis aparatos, três sem uso e três com uso de aproximadamente 100 episódios de fechamento. Cada um teve três medições, sempre com célula de carga de 100 kgf ou 1.000 N. Posteriormente, foi realizada comparação entre aparelhos novos e usados através do teste *t*, não sendo observada diferença nas forças desempenhadas para o fechamento dos aparelhos, resultando em média 2,5 N de força para o movimento de fechar. Logo, para esta pesquisa, cada aparato foi utilizado no máximo por três crianças, sempre sendo devidamente limpo, com água e sabão, e desinfetado, mediante fricção com gaze embebida em álcool 70. Nessa prova, o sujeito foi orientado a manter o equipamento totalmente fechado, novamente até a sensação de fadiga⁽¹³⁾, seguindo-se as mesmas orientações e parâmetro dos halteres labiais.

Foram realizadas três repetições de cada situação de coleta, havendo, entre cada uma delas, intervalo de dois minutos de repouso para o restabelecimento muscular⁽¹²⁾. Foi escolhido aquele sinal com melhor qualidade, o que foi averiguado pela Transformada Rápida de Fourier (FFT, do inglês *Fast Fourier Transform*) do sinal. Após a escolha do sinal que melhor representou cada prova, foram excluídos os segundos iniciais que antecederam o início da atividade muscular. A partir do início da atividade requerida, foram desconsiderados os 0,5 s iniciais a fim de homogeneizar os trechos avaliados⁽²⁴⁾.

A FM foi selecionada seguindo protocolo de tempo, proposto pela pesquisadora. Nele, foram analisados quatro momentos: T1, do 0 aos 5 s de atividade; T2, dos 5,1 aos 10 s de atividade; T3, dos 10,1 aos 15 s de atividade; e T4, dos 15,1 aos 20 s de atividade. A análise não prosseguiu além dos 20 s, pois grande parte das crianças não permaneceu com as contrações além desse tempo.

Análise estatística

As análises foram realizadas no programa Statistica 9.0. Inicialmente, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para analisar a normalidade das variáveis. Como a maioria das variáveis teve comportamento normal, para analisar a FM ao longo dos períodos de coleta, foi realizada Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas e, como *post-hoc*, o teste de Tukey⁽²⁵⁾. Para a variável de tempo referido de fadiga, sem distribuição normal, foram aplicados o teste U de Mann-Whitney, para a comparação entre respiradores nasais e orais e entre os diferentes padrões de crescimento facial, e o teste de Kruskal-Wallis, para a comparação entre os grupos formados a partir da associação entre o modo respiratório e o padrão facial de crescimento. Adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A análise descritiva das variáveis gênero, faixa etária, modo respiratório e padrão facial de crescimento da amostra encontram-se na Tabela 1.

Na avaliação da fadiga miométrica dos músculos orbiculares da boca superior e inferior, independentemente dos grupos, observou-se que, nas quatro provas, houve redução significativa da FM, ao longo dos tempos de análise (T1, T2, T3 e T4), conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 1. Distribuição da análise descritiva das variáveis gênero, faixa etária, modo respiratório e padrão facial da amostra

Variável	n	%
Gênero		
Feminino	34	48,58
Masculino	36	51,42
Faixa etária		
6 a 0 m – 7 a 11 m	22	31,43
8 a 0 m – 9 a 11 m	25	35,71
10 a 0 m – 12 a 11 m	23	32,86
Modo respiratório		
Respiração nasal	36	51,42
Respiração oral	34	48,58
Padrão facial		
Dolicofacial	9	12,86
Mesofacial	19	27,14
Braquifacial	42	60
Modo respiratório e padrão facial		
Respiração nasal e dolicofacial	4	5,72
Respiração nasal e mesofacial	7	10
Respiração nasal e braquifacial	25	35,71
Respiração oral e dolicofacial	5	7,14
Respiração oral e mesofacial	12	17,14
Respiração oral e braquifacial	17	24,28

Legenda: a = anos; m = meses; n = número de sujeitos; % = percentual

As médias e desvios padrão da FM da musculatura orbicular da boca durante as provas terapêuticas e a interação com o modo respiratório, o padrão facial de crescimento e a associação destes estão ilustrados nas Tabelas 3 a 5. Na interação com o modo respiratório, apesar de os músculos orbiculares da boca de respiradores orais e nasais terem apresentado, de modo geral, comportamento decrescente da FM, não houve diferença significativa ao longo da realização das provas de isometria entre esses dois grupos. De modo semelhante, nas interações dessa musculatura com o padrão facial de crescimento e com a associação deste com o modo respiratório, os músculos orbiculares também apresentaram decréscimo da FM, mas sem diferença significativa.

A comparação da percepção da sensação de fadiga muscular entre os grupos está ilustrada na Tabela 6. A sensação de

Tabela 2. Distribuição das médias e desvios padrão da frequência mediana e análise estatística encontrados nas provas para musculatura orbicular da boca superior e inferior, independentemente dos grupos, ao longo dos diferentes tempos de coleta (T1, T2, T3 e T4)

Prova e músculos	Momentos de coleta				p-valor
	T1	T2	T3	T4	
Média (desvio padrão)					
Haltere labial 40 g					
OS	155,6	150,7	147,1	147,0	<0,01*
	(15,4)	(15,7)	(15,5)	(16,5)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4					
OI	139,6	133,6	130,3	127,6	<0,01*
	(15,2)	(13,9)	(15,0)	(16,3)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4 - T3 ≠ T4					
Haltere labial 60 g					
OS	152,9	149,0	145,4	143,5	<0,01*
	(16,0)	(17,6)	(17,4)	(16,7)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4					
OI	135,5	130,7	126,0	122,3	<0,01*
	(13,3)	(13,7)	(13,8)	(12,9)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4					
Haltere labial 100 g					
OS	152,6	146,8	143,6	140,9	<0,01*
	(15,3)	(16,3)	(16,5)	(16,1)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4					
OI	136,3	128,1	124,4	122,6	<0,01*
	(12,8)	(12,6)	(12,4)	(12,4)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4					
Exercitador labial					
OS	146,6	138,7	134,8	129,9	<0,01*
	(13,8)	(14,2)	(13,8)	(14,0)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4 - T3 ≠ T4					
OI	134,7	126,5	120,9	116,6	<0,01*
	(11,2)	(11,0)	(10,3)	(10,8)	
**T1 ≠ T2, T3, T4 - T2 ≠ T3, T4 - T3 ≠ T4					

*Significância estatística pelo teste de Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas; **análise *post-hoc* pelo teste de Tukey

Legenda: T1 = 5 segundos de atividade; T2 = 10 segundos de atividade; T3 = 15 segundos de atividade; T4 = 20 segundos de atividade; OS = orbicular superior da boca; OI = orbicular inferior da boca

Tabela 3. Distribuição das médias e desvios padrão da frequência mediana encontrados nas provas para musculatura orbicular da boca superior e inferior e análise estatística da interação com o modo respiratório, ao longo dos diferentes tempos de coleta (T1, T2, T3 e T4)

Provas e Músculos	Respiradores Nasais				Respiradores Oraís				p-valor
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
Média (desvio padrão)									
Haltere labial 40 g									
OS	154,7 (12,4)	150,9 (12,7)	147,4 (14,8)	146,9 (14,0)	156,6 (18,4)	150,4 (18,6)	146,7 (16,6)	147,2 (19,3)	0,56
OI	138,7 (13,5)	133,7 (13,8)	129,5 (13,5)	125,8 (14,3)	140,5 (17,0)	133,3 (14,2)	131,3 (16,8)	129,7 (18,2)	0,19
Haltere labial 60 g									
OS	153,5 (15,0)	150,6 (17,1)	146,1 (15,7)	144,3 (16,1)	152,3 (17,3)	147,3 (18,3)	144,6 (19,3)	142,6 (17,6)	0,78
OI	134,6 (13,1)	129,0 (12,3)	124,7 (13,8)	121,1 (13,1)	136,6 (13,6)	132,6 (15,1)	127,4 (13,9)	123,7 (12,8)	0,83
Haltere labial 100 g									
OS	152,7 (10,5)	147,6 (15,4)	144,6 (15,7)	140,3 (14,6)	152,5 (19,8)	145,8 (17,6)	142,4 (17,6)	141,7 (18,0)	0,46
OI	135,8 (12,9)	126,2 (11,8)	123,2 (12,0)	120,4 (11,5)	137,0 (12,8)	130,5 (13,3)	125,9 (12,9)	125,3 (13,1)	0,11
Exercitador labial									
OS	145,4 (13,1)	137,3 (13,7)	133,6 (13,0)	128,7 (13,8)	147,9 (14,7)	140,4 (14,9)	136,0 (14,9)	131,2 (14,4)	0,97
OI	134,1 (12,4)	125,4 (12,9)	119,1 (11,0)	115,1 (11,7)	135,5 (10,0)	127,8 (8,4)	123,0 (9,1)	118,4 (9,5)	0,37

Legenda: T1 = 5 segundos de atividade; T2 = 10 segundos de atividade; T3 = 15 segundos de atividade; T4 = 20 segundos de atividade; OS = orbicular superior da boca; OI = orbicular inferior da boca

Tabela 4. Distribuição das médias e desvios padrão da frequência mediana encontrados nas provas para musculatura orbicular da boca superior e inferior e análise estatística da interação com o padrão facial de crescimento, ao longo dos diferentes tempos de coleta (T1, T2, T3 e T4)

	Dolicofacial Média (DP)				Mesofacial Média (DP)				Braquifacial Média (DP)				p-valor
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
	Média (desvio padrão)				Média (desvio padrão)				Média (desvio padrão)				
HL 40													
OS	147,5 (15,1)	147,0 (15,3)	142,3 (12,7)	144,5 (19,6)	153,1 (13,4)	145,6 (12,0)	143,1 (16,1)	144,0 (13,7)	158,4 (15,8)	153,7 (16,7)	149,8 (15,6)	148,9 (17,1)	0,27
OI	140,5 (19,8)	131,5 (11,2)	135,1 (16,3)	132,1 (19,5)	138,3 (10,3)	132,1 (11,6)	128,4 (11,2)	123,8 (11,6)	139,9 (16,1)	134,7 (15,4)	130,1 (16,3)	128,3 (17,3)	0,05
HL 60													
OS	138,9 (16,2)	134,2 (20,7)	126,2 (14,9)	123,1 (15,2)	134,0 (9,5)	128,6 (10,2)	126,1 (12,1)	123,7 (10,8)	135,5 (14,3)	130,9 (13,4)	125,9 (14,6)	121,4 (13,5)	0,58
OI	138,9 (16,2)	134,2 (20,7)	126,2 (14,9)	123,1 (15,2)	134,0 (9,5)	128,6 (10,2)	126,1 (12,1)	123,7 (10,8)	135,5 (14,3)	130,9 (13,4)	125,9 (14,6)	121,4 (13,5)	0,13
HL 100													
OS	149,5 (20,6)	139,7 (13,3)	138,4 (15,6)	137,7 (16,8)	148,2 (11,8)	145,8 (13,7)	144,4 (16,6)	140,0 (15,9)	155,5 (15,0)	149,0 (17,8)	144,6 (16,8)	142,2 (16,3)	0,17
OI	137,2 (16,2)	129,4 (16,5)	127,8 (13,1)	127,1 (12,7)	135,4 (10,4)	125,7 (10,6)	123,1 (10,7)	123,4 (12,0)	136,6 (13,2)	129,0 (12,6)	124,2 (13,1)	121,1 (12,6)	0,05
EL													
OS	144,3 (11,4)	136,7 (11,6)	131,9 (12,8)	129,0 (9,3)	147,7 (14,6)	139,2 (13,3)	136,2 (13,6)	131,0 (15,0)	146,6 (14,3)	139,0 (15,4)	134,8 (14,4)	129,6 (14,8)	0,96
OI	138,5 (8,1)	127,0 (8,7)	122,1 (8,0)	119,4 (9,4)	132,7 (10,4)	126,8 (10,0)	120,5 (10,6)	114,7 (10,2)	134,7 (12,2)	126,3 (12,2)	120,8 (10,9)	116,8 (11,5)	0,32

Legenda: T1 = 5 segundos de atividade; T2 = 10 segundos de atividade; T3 = 15 segundos de atividade; T4 = 20 segundos de atividade; OS = orbicular superior da boca; OI = orbicular inferior da boca; HL 40 = haltere labial 40 g; HL 60 = haltere labial 60 g; HL 100 = haltere labial 100 g; EL = exercitador labial

Tabela 5. Distribuição das médias e desvios padrão da frequência mediana encontrados nas provas para musculatura orbicular da boca superior e inferior e análise estatística da interação com o modo respiratório associado ao padrão facial de crescimento, ao longo dos diferentes tempos de coleta (T1, T2, T3 e T4)

	RN + dolicofacial Média (DP)				RN + mesofacial Média (DP)				RN + braquifacial Média (DP)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
	Média (desvio padrão)				Média (desvio padrão)				Média (desvio padrão)			
HL 40												
OS	149,3 (17,0)	149,4 (12,7)	142,8 (13,5)	149,3 (10,0)	152,5 (12,4)	147,2 (9,4)	143,5 (18,1)	143,9 (14,7)	156,2 (11,9)	152,2 (13,7)	149,2 (14,2)	147,4 (14,6)
OI	140,3 (14,8)	131,2 (16,1)	133,3 (13,3)	134,3 (18,6)	139,9 (8,2)	136,6 (11,7)	132,2 (11,6)	123,8 (13,6)	138,2 (14,8)	133,3 (14,4)	128,1 (14,2)	125,0 (13,9)
HL 60												
OS	148,4 (17,6)	146,1 (20,8)	142,0 (12,3)	136,4 (20,2)	149,1 (11,4)	147,4 (15,2)	139,9 (11,0)	145,9 (11,9)	155,7 (15,7)	152,4 (17,5)	148,7 (17,2)	145,2 (16,8)
OI	140,6 (8,4)	131,0 (1,8)	122,6 (8,1)	121,5 (9,0)	134,0 (8,3)	127,8 (6,8)	128,6 (9,0)	124,3 (10,7)	133,8 (14,9)	129,0 (14,5)	123,8 (15,7)	120,0 (14,4)
HL 100												
OS	149,8 (11,3)	143,1 (13,5)	144,5 (18,1)	142,0 (19,5)	147,3 (7,4)	145,0 (16,9)	146,0 (22,1)	138,4 (16,1)	154,8 (10,9)	149,2 (15,6)	144,2 (13,8)	140,6 (13,9)
OI	135,9 (14,6)	125,4 (10,1)	126,6 (7,1)	126,5 (7,3)	135,3 (10,8)	123,4 (9,1)	122,6 (8,0)	121,3 (12,4)	135,9 (13,8)	127,1 (13,0)	122,8 (13,8)	119,1 (11,8)
EL												
OS	148,8 (14,0)	140,3 (14,4)	135,4 (15,6)	132,4 (11,5)	144,9 (13,0)	134,7 (10,2)	134,2 (12,1)	127,5 (15,3)	145,0 (13,5)	137,4 (14,7)	133,2 (13,3)	128,4 (14,2)
OI	142,2 (8,2)	130,2 (10,9)	123,0 (11,7)	120,4 (11,6)	130,8 (2,9)	124,1 (9,1)	118,6 (7,7)	112,4 (10,0)	133,5 (14,0)	124,9 (14,3)	118,5 (11,9)	114,8 (12,3)

Continua...

Tabela 5. Continuação

	RO + dolicofacial				RO + mesofacial				RO + braquifacial				Valor de p
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
	Média (desvio padrão)				Média (desvio padrão)				Média (desvio padrão)				
HL 40													
OS	146,0 (15,3)	145,0 (18,3)	141,9 (13,7)	140,7 (25,6)	153,4 (14,6)	144,5 (13,7)	142,8 (15,6)	144,1 (13,7)	162,0 (20,4)	156,1 (20,8)	150,8 (17,9)	151,3 (20,7)	0,61
OI	140,8 (24,9)	131,7 (7,6)	136,6 (19,8)	130,3 (22,2)	137,2 (11,8)	129,2 (11,1)	126,0 (10,7)	123,8 (10,8)	142,7 (18,1)	136,7 (17,1)	133,2 (19,2)	133,5 (20,9)	0,08
HL 60													
OS	141,4 (16,7)	141,4 (23,4)	131,7 (18,2)	138,6 (19,4)	152,8 (14,6)	146,1 (17,2)	144,9 (16,1)	141,1 (17,2)	155,5 (18,9)	150,2 (18,1)	148,7 (21,1)	145,1 (18,1)	0,31
OI	137,6 (21,6)	136,8 (28,9)	129,1 (19,3)	124,5 (19,9)	134,1 (10,5)	129,1 (12,1)	124,5 (13,8)	123,4 (11,4)	138,0 (13,3)	133,7 (11,3)	129,0 (12,7)	123,6 (12,1)	0,29
HL 100													
OS	149,2 (27,5)	137,0 (14,1)	133,5 (13,1)	134,2 (15,7)	148,9 (14,6)	146,4 (12,0)	143,3 (12,7)	141,2 (16,5)	156,7 (21,0)	148,8 (22,0)	145,2 (21,9)	144,9 (20,2)	0,44
OI	138,2 (19,0)	132,6 (21,0)	128,7 (17,4)	127,5 (16,7)	135,5 (10,6)	127,2 (11,7)	123,5 (12,7)	124,9 (12,1)	137,7 (12,6)	132,2 (11,6)	126,7 (12,0)	124,8 (13,5)	0,16
EL													
OS	140,7 (8,6)	133,9 (9,5)	129,1 (11,1)	126,4 (7,2)	149,4 (15,9)	141,9 (14,6)	137,4 (14,9)	133,1 (15,3)	149,3 (15,6)	141,6 (16,7)	137,6 (16,2)	131,6 (16,0)	0,99
OI	135,5 (7,4)	124,5 (6,7)	121,4 (4,8)	118,6 (8,5)	133,9 (13,1)	128,4 (10,5)	121,6 (12,3)	116,0 (10,6)	136,7 (8,7)	128,6 (7,5)	124,6 (8,0)	120,1 (9,4)	0,64

Legenda: RN = respiração nasal; RO = respiração oral; T1 = 5 segundos de atividade; T2 = 10 segundos de atividade; T3 = 15 segundos de atividade; T4 = 20 segundos de atividade; OS = orbicular superior da boca; OI = orbicular inferior da boca; HL 40 = haltere labial 40 g; HL 60 = haltere labial 60 g; HL 100 = haltere labial 100 g; EL = exercitador labial

Tabela 6. Distribuição das médias e desvios padrão dos tempos referidos de fadiga (em segundos) encontrados nas provas para musculatura orbicular da boca superior e inferior e análise estatística da interação com os grupos formados

Grupos	Tempo de fadiga HL 40		Tempo de fadiga HL 60		Tempo de fadiga HL 100		Tempo de fadiga EL	
	Média (DP)	p-valor	Média (DP)	p-valor	Média (DP)	p-valor	Média (DP)	p-valor
MR								
RN	78,4 (56,9)	0,03*	62,0 (36,3)	0,02*	50,1 (34,3)	0,09	35,1 (13,2)	0,27
RO	54,4 (33,6)		45,5 (26,6)		38,8 (24,8)		31,1 (11,4)	
PFC								
Dolicofacial	77,3 (70,9)	0,56	44,1 (17,4)	0,68	50,2 (49,8)	0,53	34,5 (14,9)	0,98
Mesofacial	54,8 (29,9)		55,9 (40,3)		37,6 (18,4)		33,2 (13,8)	
Braquifacial	69,9 (49,4)		55,2 (31,9)		46,5 (29,8)		32,8 (11,5)	
MR + PFC								
RNDo	98,4 (106,7)	0,38	44,8 (18,6)	0,20	72,6 (73,1)	0,47	31,0 (6,5)	0,85
RNMe	64,7 (27,1)		81,4 (49,7)		47,0 (22,9)		37,2 (17,7)	
RNBr	79,1 (54,7)		59,4 (33,1)		47,4 (28,7)		35,1 (12,8)	
RODo	60,5 (26,6)		43,6 (18,6)		32,4 (7,2)		37,2 (19,8)	
ROME	49,1 (31,0)		41,1 (25,7)		32,1 (13,3)		30,8 (11,1)	
ROBr	56,4 (38,0)		49,1 (29,8)		45,3 (32,3)		29,5 (8,4)	

*Significância estatística pelo teste U de Mann-Whitney

Legenda: HL 40 = haltere labial 40 g; HL 60 = haltere labial 60 g; HL 100 = haltere labial 100 g; EL = exercitador labial; DP = desvio padrão; MR = modo respiratório; RN = respiração nasal; RO = respiração oral; PFC = padrão facial de crescimento; RNDo = respiração nasal com padrão dolicofacial; RNMe = respiração nasal com padrão mesofacial; RNBr = respiração nasal com padrão braquifacial; RODo = respiração oral com padrão dolicofacial; ROME = respiração oral com padrão mesofacial; ROBr = respiração oral com padrão braquifacial

fadiga foi percebida diferentemente apenas entre os RN e RO, nos halteres labiais de 40 e 60 g, sendo que os respiradores orais perceberam-na mais rapidamente.

DISCUSSÃO

Ao analisar o desempenho dos músculos orbiculares da boca, sem a interação entre os grupos, observou-se que houve decréscimo significativo da FM, para todas as provas terapêuticas. Essa diferença continuou entre os 10 e 15 s de atividade para todas as provas, mas entre os 15 e 20 s apenas para a prova do exercitador labial. Segundo a literatura⁽²⁶⁾, a musculatura orbicular da boca apresenta principalmente fibras musculares do tipo II e, conseqüentemente, poderia fadigar facilmente, como foi observado neste estudo, com a redução da FM a partir de cinco segundos de atividade. O reduzido tempo de manifestação da fadiga eletromiográfica difere dos períodos de contrações isométricas sugeridos pela literatura de 10⁽¹⁾, 15⁽⁹⁾, 20⁽⁹⁾ e 30⁽⁷⁾ s. Porém, vale ressaltar que, nesses estudos, as indicações não foram baseadas em dados objetivos, como nesta pesquisa.

Ao considerar a interação com o modo respiratório, apenas a sensação de fadiga muscular foi percebida diferentemente pelos grupos, nos halteres labiais de 40 e 60 g, sendo que os respiradores orais perceberam-na mais rapidamente. No sujeito respirador oral, a propriocepção de todo o sistema estomatognático encontra-se alterada⁽²⁷⁾, provavelmente pelo fato de não estimular os receptores proprioceptivos na cavidade oral⁽²⁸⁾, uma vez que o mesmo necessita ficar com a boca aberta para respirar. A propriocepção alterada nesse grupo pode ter influenciado a sensação de fadiga relatada somente nas provas com menor carga (40 e 60 g), onde a variabilidade na execução é mais provável.

A literatura refere que os músculos orbiculares da boca mostram-se pouco atuantes no repouso do RO, pela necessidade em manter a boca aberta^(5,27). Apesar do decréscimo da FM nos músculos orbiculares da boca isoladamente, ao se compararem RN e RO, o acúmulo de substratos que a literatura refere acontecer nessas situações parece não ter sido suficiente para provocar diferença significativa. Assim, hipotetiza-se que músculos caracteristicamente menos tensos, como os orbiculares da boca de RO, não teriam, necessariamente, maior dificuldade em manter níveis de força, pelo menos durante os exercícios em questão. Em termos clínicos, essa informação pode sugerir que alterações musculares da região perioral poderiam ser trabalhadas com o mesmo grau de exigência entre RN e RO.

Ao analisar a amostra sob o ponto de vista do padrão facial de crescimento, não se observaram diferenças quanto ao comportamento da FM e ao tempo de fadiga referido para os músculos orbiculares da boca ao longo da realização das provas de isometria. Cada padrão facial de crescimento apresenta características estéticas, ósseas, musculares e funcionais próprias. Embora não se encontrem na literatura pesquisas com medidas objetivas dos músculos orbiculares da boca em relação ao tipo facial, encontram-se estudos que descrevem muito bem suas diferenciações clínicas^(15,21).

O tipo braquifacial, por exemplo, caracteriza-se por ter uma coluna aérea nasal mais larga e terço inferior da face menor, o que favorece a postura de repouso adequada dos lábios e da língua. Em contraste, o tipo dolicofacial apresenta via aérea mais estreita e aumento do terço inferior da face, dificultando o fechamento labial e o repouso da língua no palato duro⁽¹⁵⁾. Apesar de se idealizar que os músculos orbiculares da boca desses tipos faciais poderiam fadigar de modo diferente por possuírem características musculares específicas, esse fator não foi suficiente para promover diferença significativa na FM ao longo das isometrias testadas.

Considerou-se também o modo respiratório conjuntamente com o padrão facial de crescimento, por se acreditar que as alterações desses dois aspectos poderiam se potencializar. Entretanto, mesmo que a distribuição da amostra nesses novos grupos tenha detalhado melhor suas características estomatognáticas, isso não ocorreu em termos eletromiográficos para os músculos orbiculares da boca. A análise da FM e do tempo de sensação de fadiga para essa musculatura ao longo dos tempos de coleta também não mostrou diferença.

A pesquisa da fadiga muscular vem recebendo cada vez mais contribuições, porém principalmente para a musculatura dos membros e tórax. Não foi encontrada literatura que tenha analisado a fadiga da musculatura orbicular da boca de crianças. A musculatura orbicular da boca foi alvo de outras pesquisas, porém com populações e achados divergentes.

Uma delas investigou⁽²⁹⁾ a fadiga dos músculos orbiculares da boca de músicos durante a utilização de instrumentos de sopro, por 90 minutos. Os autores não observaram decréscimo na FM que indicasse fadiga muscular após a atividade. Uma possibilidade para a atividade com músicos não ter provocado a fadiga é de que a atividade muscular proposta pelo instrumento de sopro, apesar de isométrica e prolongada, não foi ininterrupta, possibilitando que a musculatura tivesse condições de retomar o fluxo sanguíneo da região e a remoção dos substratos intramusculares. Outra pesquisa⁽³⁰⁾ investigou os músculos orbiculares da boca de ourives e encontraram fadiga muscular após um dia de jornada de trabalho. Acredita-se que a diferença entre esses estudos possa ter ocorrido pela diferença de situações testadas, como já foi referido.

Assim, de modo geral, pode-se inferir que a musculatura orbicular da boca atinja a fadiga ao longo de contrações estáticas, independentemente do grupo analisado. A manifestação da fadiga no sinal eletromiográfico ocorreu em tempo inferior ao da sensação de fadiga relatado pelos participantes, independentemente do grupo. Esse fato concorda com a literatura, que relata a fadiga fisiológica como antecedente à sensação de fadiga⁽¹²⁾, porém gera outras questões, como qual seria o melhor parâmetro de fadiga a se considerar para terapia.

Embora os resultados deste estudo tenham auxiliado na compreensão da fadiga da musculatura orbicular da boca, ainda há muito que ser detalhado e investigado. A pesquisa apresenta algumas limitações, como a não investigação da amplitude do sinal eletromiográfico e, por esse motivo, sugere-se a realização de estudos subsequentes, levando em consideração também a repetição dos exercícios além dos seus tempos de contração.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados deste estudo, pode-se concluir que houve decréscimo significativo da FM dos músculos orbiculares da boca, independentemente dos grupos analisados, sugerindo a ocorrência de fadiga eletromiográfica dessa musculatura, já a partir dos cinco segundos de atividade. A fadiga dessa musculatura mediante a avaliação eletromiográfica precedeu o relato do tempo de fadiga em todos os grupos analisados. Apesar disso, apenas o relato do tempo de fadiga sofreu influência do modo respiratório.

**ARBS foi autora da pesquisa e responsável pela coleta de dados e redação do manuscrito; APBD auxiliou na coleta de dados e elaboração do manuscrito; ECRC e AMTS foram responsáveis pela orientação e redação do manuscrito.*

REFERÊNCIAS

- Coutrin GC, Guedes LU, Motta AR. Treinamento muscular na face: a prática dos fonoaudiólogos de Belo Horizonte. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008;13(2):127-35.
- Ferreira TS, Mangilli LD, Sassi FC, Fortunato-Tavares T, Limongi SCO, Andrade CRF. Fisiologia do exercício fonoaudiológico: uma revisão crítica da literatura. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;23(3):288-96.
- Martinelli RLC, Fornaro EF, Oliveira CJM, Ferreira LMDB, Rehder MIBC. Correlações entre alterações de fala, respiração oral, dentição e oclusão. *Rev CEFAC.* 2011;13(1):17-26.
- Hitos SF, Arakaki R, Solé D, Weckx LLM. Oral breathing and speech disorders in children. *J Pediatr.* 2013;89(4):361-5.
- Silva MAA, Marchesan IQ, Ferreira LP, Schmidt R, Ramires RR. Postura, tônus e mobilidade de lábios e língua de crianças respiradoras orais. *Rev CEFAC.* 2012;14(5):853-60.
- Machado Júnior AJ, Crespo AN. Avaliação cefalométrica de via aérea e do osso hioide em crianças com deglutição normal e atípica: estudo de correlações. *Sao Paulo Med J.* 2012;130(4):236-41.
- Jardini RSR. Labial exerciser: preliminary study for enlarge the oral orbicular muscle. *Pró-Fono R Atual Cient.* 1999;11(1):8-12.
- Lyons MF, Rouse ME, Baxendale RH. Fatigue and EMG changes in the masseter and temporalis muscles during sustained contractions. *J Oral Rehabil.* 1993;20:321-31.
- Jardini RSR. Avaliação eletromiográfica do músculo bucinador flácido usando o Exercitador Facial. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2002;14(3):331-43.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Maryland: Aspen Publishers; 1998.
- Silva BARS, Martinez FG, Pacheco AM, Pacheco I. Efeitos da fadiga muscular induzida por exercícios no tempo de reação muscular dos fibulares em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(2):85-9.
- De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Applied Biomec.* 1997;13(2):135-63.
- Buzinelli RV, Bérzin F. Electromyographic analysis of fatigue in temporalis and masseter muscles during continuous chewing. *J Oral Rehabil.* 2001;28:1165-7.
- Knösel M, Klein S, Bleckmann A, Engelke W. Coordination of tongue activity during swallowing in mouth-breathing children. *Dysphagia.* 2012;27(3):401-7.
- Ramires RR, Ferreira LP, Marchesan IQ, Cattoni DM, Silva MAA. Tipologia facial aplicada à Fonoaudiologia: revisão de literatura. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(1):140-5.
- Marchesan IQ, Berretin-Felix G, Genaro KF. MBGR Protocol of Orofacial Myofunctional evaluation with scores. *Int J Orofacial Myology.* 2012;38:38-77.
- Da Silva CR, Geres BS, Kuriki HU, Negrão Filho RF, Alves N, Azevedo FM. Análise da reprodutibilidade de parâmetros no domínio da frequência do sinal EMG utilizados na caracterização da fadiga muscular localizada. *Motriz Rev Educ Fís.* 2012;18(3):456-64.
- Santos MG, Dezan VH, Sarraf TA. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2003;11(1):7-12.
- Organização Mundial da Saúde, 2006 [cited 2014 Apr 30]. Available from: <http://www.opas.org.br>
- Callegari-Jacques SM. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed; 2007.
- Berwig LC, Silva AMT, Côrrea ECR, Moraes AB, Montenegro MM, Ritzel RA. Análise quantitativa do palato duro em diferentes tipologias faciais de respiradores nasais e orais. *Rev CEFAC.* 2012;14(4):616-25.
- Ritzel RA, Berwig LC, Silva AMT, Côrrea ECR, Serpa EO. Correlação entre a nasofibrofaringoscopia e a cefalometria no diagnóstico de hiperplasia de tonsilas faríngeas. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2012;16(2):209-16.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electr Kinesiol.* 2000;10(5):361-74.
- Silva SRD, Gonçalves M. Comparação de protocolos para verificação da fadiga muscular pela eletromiografia de superfície. *Motriz.* 2003;9(1):51-8.
- Tourinho Filho H, Puggina EF, Marini LL, Machado DRL, Barbanti VJ, Pimentel GL. Efeitos agudos do treinamento aeróbio sobre o desempenho da força muscular. *Pensar a Prática.* 2013;16(2):320602.
- Stal P, Eriksson PO, Thornell LE. Differences in capillary supply between human oro-facial, masticatory and limb muscles. *J Muscle Res Cell Motil.* 1996;17:183-97.
- Marchesan IQ. Fundamentos em Fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade oral. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2005.
- Douglas CR. Tratado de fisiologia aplicada à fonoaudiologia. São Paulo: Robe Editorial; 2002.
- 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.
- 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: J Prev Asses Rehabil.* 2012;43(4):427-35.