

# Atividade exacerbada do músculo bucinador em sujeitos com má oclusão de Angle Classe III

*Exacerbated activity of the buccinator muscle in subjects Angle Class III malocclusion*

Mirian Hideko NAGAE<sup>a</sup>, Fausto BÉRZIN<sup>b</sup>, Marcelo Corrêa ALVES<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Desenvolvimento Humano e Reabilitação, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, 01308-970 Campinas - SP, Brasil

<sup>b</sup>Departamento de Morfologia, Faculdade de Odontologia, UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, 13414-903 Piracicaba - SP, Brasil

## Resumo

**Introdução:** Estudos descrevem a função do músculo bucinador como controlador do bolo alimentar durante a mastigação. Pouco se sabe, entretanto, sobre seu comportamento em sujeitos com distintos padrões dentário e esquelético, o que contribuiria para o desenvolvimento dos tratamentos ortodônticos e ortognático. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo investigar a atividade eletromiográfica do músculo bucinador, em sujeitos Classe III de Angle, durante a mastigação. **Material e método:** A amostra foi constituída por 32 sujeitos saudáveis, sem Disfunção Temporomandibular durante a mastigação, sendo 16 sujeitos Classe I e 16 sujeitos Classe III. Para garantir a fidedignidade da captação do sinal, foram utilizados eletrodos diferenciais, além de testes de função, correlação e normalização dos dados. Na medida em que os dados revelaram uma distribuição não normal (teste de Shapiro-Wilk), realizou-se teste da mediana, sendo estabelecido o nível de significância em 5%. **Resultado:** Na comparação dos dados normalizados da variável *Root Means Square* (RMS) ( $\mu\text{V}$ ), do período ativo, não foram encontradas diferenças significativas (Classe I:  $0,469 \pm 0,355$ ; Classe III:  $0,531 \pm 0,355$  – p: 0,4812). Entretanto, em relação às variáveis RMS ( $\mu\text{V}$ ) do período inativo (Classe I:  $0,359 \pm 0,355$ ; Classe III:  $0,641 \pm 0,355$  – p: 0,0016), duração do período ativo (ON) (Classe I:  $0,313 \pm 0,180$ ; Classe III:  $0,687 \pm 0,180$  – p: 0,0368) e razão entre o RMS do período inativo e RMS do período ativo (RIA) (Classe I:  $0,391 \pm 0,355$ ; Classe III:  $0,609 \pm 0,355$  – p: 0,0137), foram observadas diferenças significativas. **Conclusão:** A partir dos dados obtidos, pôde-se constatar uma atividade exacerbada do músculo bucinador nos sujeitos Classe III de Angle.

**Descritores:** Bucinador; eletromiografia; má oclusão de Angle Classe III; mastigação.

## Abstract

**Introduction:** Studies describe the role of the buccinators muscle as controlling the bolus during mastication. Little is known, however, about its behavior in subjects with different dental and skeletal standards, which would contribute to the development of orthodontic and orthognathic treatments. **Objective:** The purpose of this study was to investigate the electromyographic activity of the buccinator muscle, in subjects Class III Angle, during mastication. **Material and method:** The sample was composed by 32 healthy subjects, without Temporomandibular Disfunction, during mastication, being 16 Class I and 16 Class III. In order to guarantee the reliability of the caption of the signal, differential electrode were used, as well as function tests, correlation and normalization of data. As the data revealed a non-normal distribution (Shapiro-Wilk test), the median test was carried out, establishing then the level of significance in 5%. **Result:** In the comparison of the normalized data of the variable *Root Means Square* (RMS) ( $\mu\text{V}$ ), from the active period, no significant differences were found (Classe I:  $0,469 \pm 0,355$ ; Classe III:  $0,531 \pm 0,355$  – p: 0,4812). Nonetheless, in comparison to the variables RMS ( $\mu\text{V}$ ) from the inactive period (Classe I:  $0,359 \pm 0,355$ ; Classe III:  $0,641 \pm 0,355$  – p; 0,0016), duration of the active period (ON) (Classe I:  $0,313 \pm 0,180$ ; Classe III:  $0,687 \pm 0,180$  – p: 0,0368) and the result between the RMS of the inactive period and the RMS of the active period (RIA) Classe I:  $0,391 \pm 0,355$ ; Classe III:  $0,609 \pm 0,355$  – p: 0,0137) significant differences were found. **Conclusion:** Based in the results of the data analysis, we could to comprove the existence of exacerbated activity of the buccinator muscle in Angle's Class III subjects.

**Descriptors:** Buccinators; electromyography; Angle Class III malocclusion; mastication.

## INTRODUÇÃO

O músculo bucinador é um dos maiores músculos da cavidade bucal. Sua função principal é a sucção<sup>1</sup>; todavia, também participa como músculo acessório na mastigação<sup>2</sup>. Não é considerado um músculo de potência, pois apresenta uma predominância de fibras tipo I, as quais têm função tônica e respondem pela manutenção da postura<sup>3</sup>.

Entretanto, nos casos de alteração morfológica esquelética<sup>4</sup> e de má oclusão<sup>5</sup>, o sistema muscular pode ter necessidade de se adaptar para manter o equilíbrio do sistema estomatognático<sup>6,7</sup>. Nos sujeitos Classe III, em razão da desproporção intermaxilar, a língua fica alojada no assoalho bucal com a ponta em repouso, sob os dentes incisivos<sup>8-10</sup>. Com isso, o músculo bucinador, que atua de forma antagônica em relação à musculatura da língua<sup>8,9</sup>, pode ter necessidade de adaptação semelhante ao executar funções de potência, como a mastigação.

Além disso, o músculo bucinador possui uma ligação anatômica<sup>11</sup> com os músculos milo-hioideo e da mastigação, em particular com a fásia tendinosa do músculo temporal. O músculo temporal é responsável pela estabilidade mandibular e o músculo milo-hioideo pela protrusão da língua<sup>12</sup>. Nos sujeitos Classe III, esses dois músculos ficam muito ativos, em virtude da instabilidade mandibular decorrente da desproporção intermaxilar e da movimentação intensa da língua. Na medida em que o músculo bucinador é ligado anatomicamente aos músculos temporal e milo-hioideo, espera-se que sua atividade também fique aumentada.

Estudos<sup>13,14</sup> referem-se ao fato de que o aumento da atividade do músculo bucinador pode ocasionar prejuízos, como injúria na mucosa bucal, má oclusão e comprometimento no controle do bolo alimentar durante a mastigação. A contração excessiva do músculo bucinador, na função mastigatória, pode deslocar o bolo alimentar para uma região mais anterior da cavidade bucal<sup>15</sup>, uma vez que há uma ligação anatômica também com os músculos periorais<sup>16</sup>. Com isso, nos sujeitos Classe III, a inadequada postura e a movimentação da língua<sup>9,10</sup>, que já favoreciam os movimentos de protrusão mandibular, podem também se intensificar.

Como se sabe, a musculatura também influencia o posicionamento dentário e esquelético maxilomandibular e a compreensão desse comportamento muscular é importante para a efetivação dos tratamentos ortodônticos e/ou ortognáticos<sup>17</sup>. Note-se que nem sempre a musculatura se adapta à nova situação obtida e recidivas<sup>16</sup> podem ocorrer.

A partir do exposto acima, este estudo tem como objetivo investigar o comportamento do músculo bucinador em sujeitos Classe III de Angle. Para isso, será investigada a atividade eletromiográfica do músculo em sujeitos Classe III em relação a sujeitos Classe I de Angle.

## MATERIAL E MÉTODO

### 1. Amostra

Foram investigados 32 sujeitos, subdivididos em 16 sujeitos Classe I (Grupo Controle) e 16 sujeitos Classe III (Grupo Experimental) de Angle – essas Classes foram identificadas

por meio da oclusão dentária, atestada por exame clínico odontológico das chaves de oclusão –, com faixa etária entre 18 e 25 anos, gêneros masculino e feminino em igual proporção, saudáveis, sem Disfunção Temporomandibular e totalmente dentados. Foram excluídos deste trabalho sujeitos submetidos à intervenção ortodôntica, ortopédica e ortognática; com hábitos parafuncionais, como apertamento dentário, sucção digital e frendor; mordida cruzada lateral e desvio de linha média. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (n.º 188/2003).

### 2. Instrumentação e Procedimentos

O experimento foi realizado segundo as preconizações da *European Applications of Surface Electromyography* (SENIAM)<sup>18</sup>. Um dos importantes limitadores no estudo eletromiográfico do músculo bucinador é a fidedignidade da captação do seu sinal por causa da sua localização anatômica. Assim, neste estudo, cuidados especiais foram tomados para garantir registros confiáveis, como a utilização de eletrodos diferenciais e a realização de teste de função, teste de correlação e normalização dos dados.

Foi utilizado eletromiógrafo Myosystem I e *software* Myosystem BRI, versão 2.52, condicionador de sinais de 12 bits de resolução com Modo de Rejeição Comum de 112 dB, 60 Hz e conversor Analógico Digital Myosystem, modelo PCI-DAS 1200. Os eletrodos eram descartáveis bipolares de Ag/AgCl, modelo Chicopee MA01 (Meditrace, Kendall-LTP), com diâmetro de 1 cm, acoplados a um pré-amplificador (modelo PA 1010-VA, ganho de 20 vezes) para formar um circuito diferencial. Esse circuito compensava a presença de tecido adiposo e a profundidade do músculo, subtraindo assim o sinal comum, amplificando o sinal diferencial de interesse, atenuando possibilidades de artefatos e evitando *crosstalk*<sup>19,20</sup>.

A distância entre os eletrodos, de centro a centro, foi de 1 cm, conforme recomendado para músculos pequenos<sup>19,21</sup>. O eletrodo de referência foi fixado no manúbrio do osso esterno do voluntário e a fixação dos eletrodos no músculo bucinador foi feita entre a borda anterior do músculo masseter e a comissura labial, sobre a linha entre o trágus da orelha e a comissura labial<sup>22</sup>. Fixaram-se também eletrodos no ventre do músculo masseter, 2 cm acima do ângulo da mandíbula. O correto posicionamento dos eletrodos foi garantido por teste de função muscular<sup>20</sup>. Além disso, fez-se um teste de correlação<sup>20</sup>, o qual consistiu de registros eletromiográficos simultâneos da função principal exercida pelo músculo e por aqueles suspeitos de contribuir para o *crosstalk*; no caso, músculo risório e músculo masseter.

Para a captação dos registros eletromiográficos, foi utilizada frequência de 2 kHz. Após a coleta, os sinais foram submetidos a um filtro *Butterworth*, passa-banda de 20-500 Hz retificados com filtro passa-baixa de 4 Hz. Embora usualmente se recorra à goma de mascar para investigação da função mastigatória, neste estudo utilizaram-se pedaços de pão francês (1 cm cada). Isso foi feito porque o pão, ao contrário da goma de mascar, favorece a sobre de resíduos no vestíbulo bucal, o que possibilita maior atuação do músculo bucinador, cuja principal função é a de não permitir que resíduos de alimento se alojem no vestíbulo bucal.

A mastigação se realizou do lado direito, não sendo a escolha dos lados um fator relevante; a frequência média dos ciclos mastigatórios foi de 1,1 ciclo/segundo e o tempo de registro foi de 10 segundos, em ambas as Classes. O músculo masseter foi utilizado apenas como referência para definição dos ciclos mastigatórios, iniciados com o início da atividade do músculo masseter e finalizados com o início do ciclo seguinte. Uma sequência de quatro ciclos mastigatórios de cada indivíduo foi selecionada de maneira não sistemática. Os ciclos iniciais foram descartados por conter atividades de elevadas intensidade; os últimos foram desconsiderados em razão do declínio das intensidades, característico dessas fases<sup>23,24</sup> (Figura 1a). Os ciclos mastigatórios dos sujeitos Classe I e Classe III foram normalizados e sobrepostos, a fim de formarem um padrão médio para cada grupo (Figura 1b).

Após a determinação dos ciclos mastigatórios, os sinais foram normalizados para homogeneização e atenuação das diferenças interindividuais<sup>19</sup>, como a presença de tecido adiposo e o *cross talk*<sup>20</sup>. Para obtenção de menor variabilidade, os sinais foram submetidos aos critérios de pico máximo e médio<sup>19</sup>; dentre os critérios, foi utilizado o pico máximo.

### 3. Análise dos Dados

Os registros eletromiográficos foram processados no *software* Matlab<sup>25</sup> (versão 5.3), calculando-se os seguintes indicadores na comparação entre as Classes I e III:

- ON (%): tempo em que o músculo bucinador esteve ativo em relação ao tempo total do ciclo. Considerou-se que o músculo esteve ativo enquanto exibia atividade  $\geq 20\%$  do máximo;
- RMS ativo ( $\mu\text{V}$ ): atividade elétrica média no período ativo, contabilizado apenas no período em que a atividade era  $\geq 20\%$  do máximo;
- RMS inativo ( $\mu\text{V}$ ): atividade elétrica média no período inativo. Mesmo com atividade  $< 20\%$  do máximo, contabilizou-se o nível de atividade muscular por meio do RMS no período; e
- RIA: razão entre RMS ( $\mu\text{V}$ ) do período inativo e RMS ( $\mu\text{V}$ ) do período ativo, calculada pela seguinte expressão:

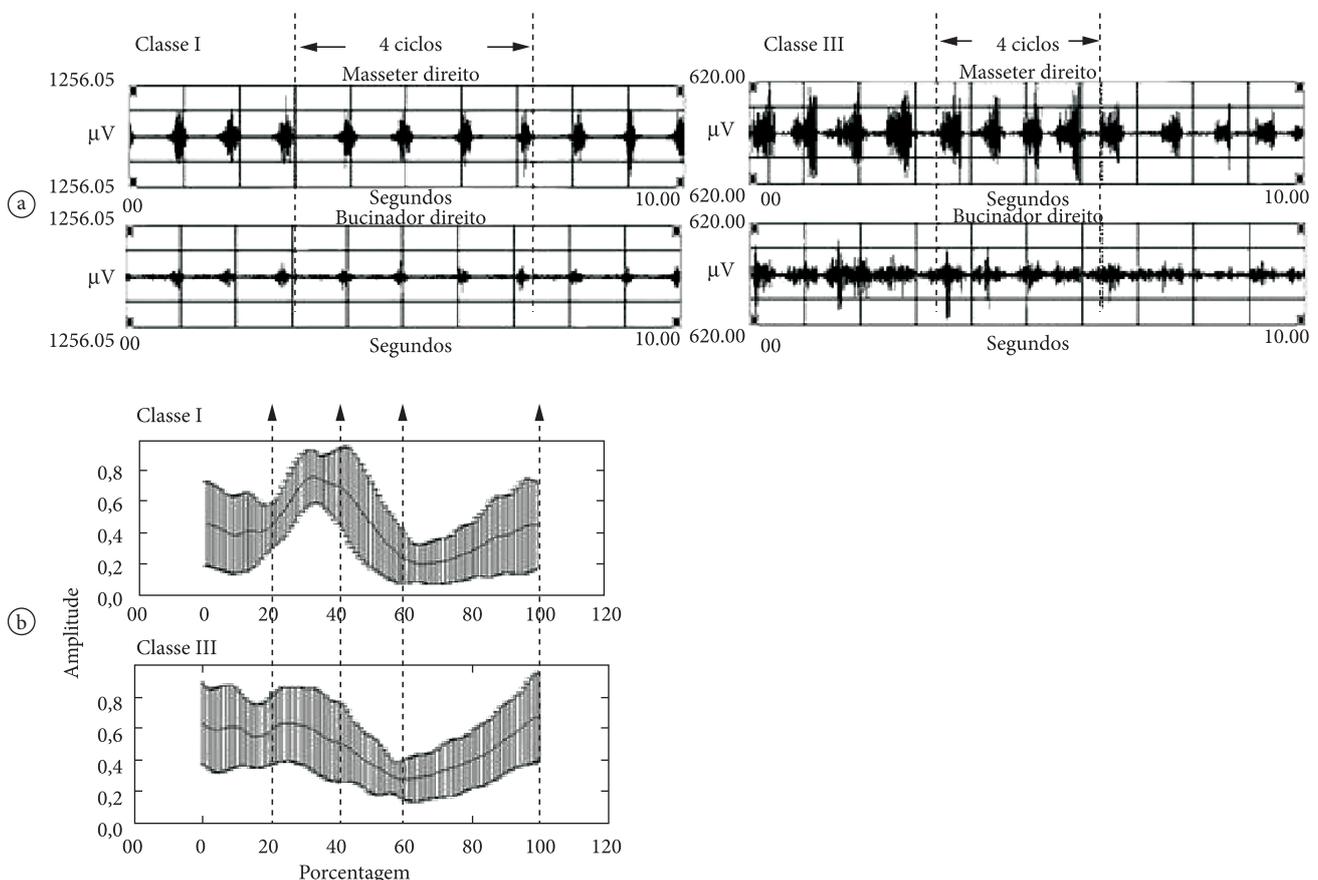
$$\text{RIA} = \frac{\text{RMS período inativo}}{\text{RMS período ativo}} \quad (1)$$

### 4. Análise Estatística

Na medida em que os dados mostraram uma distribuição não normal (teste de Shapiro-Wilk), realizou-se teste da mediana calculado no sistema SAS<sup>26</sup>. A significância foi adotada a 5%.

## RESULTADO

A análise descritiva da natureza desses ciclos revelou quatro fases distintas, tanto para os sujeitos Classe I quanto para os da Classe III de Angle (Figura 1a). As diferenças descritivas fundamentais entre os sujeitos dessas duas Classes decorreram da maior magnitude da amplitude na Classe III durante a fase de



**Figura 1.** a). Sinal eletromiográfico bruto. Para análise do sinal, foram selecionados quatro ciclos mastigatórios. b) Sinal eletromiográfico normalizado. Os ciclos mastigatórios do músculo bucinador de 16 sujeitos de cada Classe (I e III) foram sobrepostos, formando um ciclo único.

0 a 20%, da ausência de uma elevação ao passar para a segunda fase (20 a 40%) e da menor redução, nesses indivíduos, na terceira fase (40 a 60%). Na última fase de 60 a 100%, ambos os ciclos retornam aos respectivos patamares iniciais, porém a amplitude na Classe III apresentou valores mais elevados em relação aos sujeitos Classe I (Figura 1b).

A comparação das médias de RMS indica que não há diferença da atividade elétrica muscular no período ativo entre os sujeitos Classe I e Classe III ( $p = 0,48$ ). Por outro lado, as variáveis ON ( $p = 0,0368$ ), RMS inativo ( $p = 0,0016$ ) e RIA ( $p = 0,0016$ ) indicam maior atividade muscular nos indivíduos Classe III (Figura 2). Embora na situação inativa de RMS a atividade muscular seja maior nos indivíduos da Classe III, essa diferença desaparece com o aumento da atividade muscular (RMS ativo).

## DISCUSSÃO

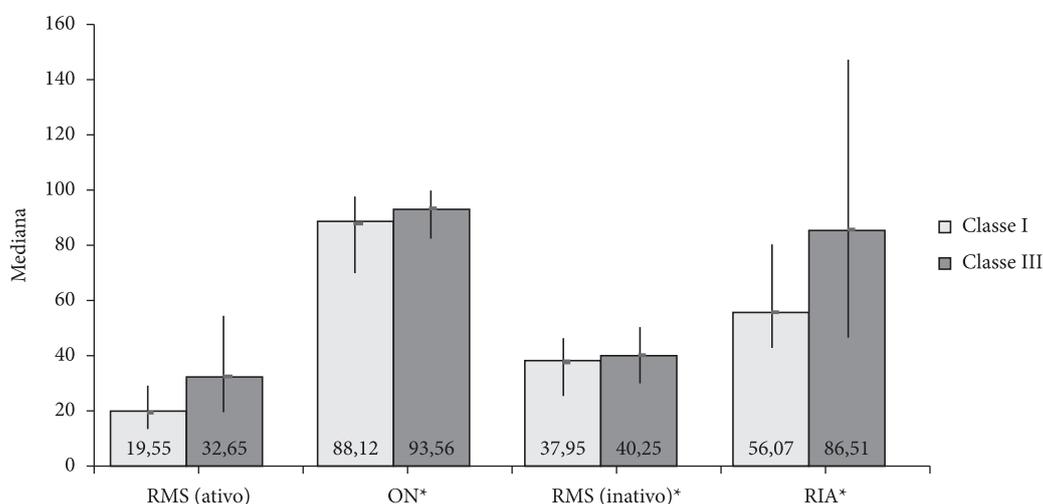
Neste estudo, foi revelado que a atividade mastigatória do músculo bucinador é maior nos sujeitos Classe III, em relação aos de Classe I. Essa diferença é detectada nas variáveis ON, RMS inativo e RIA, mas não em RMS ativo. Ou seja, a diferença da atividade muscular existe na inatividade e desaparece na atividade. Além disso, em função da manutenção da atividade elétrica no período inativo, a visualização do ciclo é perdida na Classe III (Figura 1).

A maior atividade elétrica, por parte do músculo bucinador, nos sujeitos Classe III (dentário), revela que, nesses casos, a condição dentária é um fator significativo na mudança do comportamento muscular. Revela ainda que o músculo bucinador deve ser investigado nos tratamentos que visem a mudanças na condição oclusal, a fim de que o resultado desejado seja alcançado. Caso a musculatura ainda mantenha uma atividade intensa após o tratamento dentário, manobras que visem ao relaxamento do músculo bucinador podem ser realizadas, de modo a auxiliar a adaptação muscular à nova condição desejada.

Por fim, este estudo demonstra a importância da investigação de variáveis capazes de revelar diferenças que caracterizam o

perfil do sinal eletromiográfico captado. Na análise exclusiva da atividade elétrica do RMS no período ativo<sup>27</sup>, as diferenças descritas anteriormente não podem ser identificadas, porque revelam somente a atividade elétrica do sinal em relação a esse período. Por outro lado, tais diferenças são vistas na análise da duração do período ativo (ON). Nos sujeitos Classe I<sup>23</sup>, os menores períodos de duração se explicam pelo tipo de função que o músculo bucinador exerce na mastigação. O músculo bucinador tem participação apenas secundária na mastigação<sup>2</sup>. Tal participação decorre das seguintes funções desse músculo: a) posicionar o bolo alimentar entre os dentes molares<sup>23</sup>; b) não permitir que resíduos alimentares se alojem no vestibulo bucal<sup>2</sup>, e c) evitar que os dentes causem injúrias à mucosa da bochecha<sup>2</sup>. Por outro lado, nos sujeitos Classe III<sup>28</sup>, a maior duração do período ativo (ON) decorre de uma mastigação ineficiente<sup>10,29,30</sup>, a qual é consequente da condição oclusal<sup>31</sup>, que apresenta menor superfície e área de contato dos dentes molares. Além disso, a desproporção entre as maxilas ocasiona falta de coordenação das funções mandibulares. Por causa dessas condições, maior tempo é necessário para que os alimentos sejam triturados.

Além das diferenças relatadas acima, o RMS da atividade elétrica no período inativo também foi maior nos sujeitos Classe III. Ou seja, nesses sujeitos, o músculo bucinador manteve sua atividade elétrica mesmo na inatividade do ciclo mastigatório. Essa manutenção da atividade elétrica no período inativo é explicada pelo padrão de mastigação reverso<sup>10</sup>. Isto é, nesses casos, nos sujeitos Classe III, o bolo alimentar é deslocado para a região anterior da cavidade bucal<sup>15</sup> e a musculatura da língua<sup>9</sup>, que fica alojada no assoalho bucal com sua ponta em repouso sobre os dentes incisivos<sup>8-10</sup>, acompanha a trajetória do bolo alimentar. Com isso, o músculo bucinador, que atua de forma antagônica à musculatura da língua<sup>8,9</sup>, é recrutado de forma intensa, para que o alimento não se aloje no vestibulo bucal. Assim sendo, além do antagonismo entre a musculatura da língua e o músculo bucinador<sup>10</sup>, a ligação anatômica com os músculos milo-hioideo e temporal também contribui para a atividade mais intensa do músculo bucinador. Isso ocorre porque o músculo milo-hioideo



**Figura 2.** Comparação do registro eletromiográfico do músculo bucinador de sujeitos Classe I e Classe III de Angle, durante a mastigação. Mediana e intervalo interquartil normalizados de 16 indivíduos. \*Indica diferença ( $p < 0,05$ ) entre as Classes na respectiva variável.

é responsável pela elevação da língua e o músculo temporal, pela estabilização da mandíbula.

Foram detectadas também uma curta duração e uma baixa atividade elétrica do músculo bucinador durante a mastigação nos sujeitos Classe I<sup>23,24</sup>, em comparação à longa duração<sup>10,32</sup> e à atividade elétrica, nos indivíduos Classe III. Os dados obtidos confirmam os estudos<sup>28,33,34</sup> que indicam que diferentes padrões de conformação morfológica e más oclusões<sup>34</sup> geram diferenças no padrão de comportamento muscular nos sujeitos Classe I e Classe III. Discorda, no entanto, de autores<sup>28,35</sup> que não acreditam em mudanças da atividade muscular decorrentes de condições morfológicas esqueléticas e oclusais. Os maiores valores de RIA nos sujeitos Classe III indicam, porém, que a atividade elétrica no

período inativo foi maior do que a observada no período ativo. Tais dados sustentam que os padrões de conformação morfológica e as más oclusões podem gerar diferenças na atividade muscular.

Uma limitação do presente estudo está no fato de a desproporção intermaxilar não ter sido investigada por meio de radiografias, fato que deve ser controlado em estudos futuros.

## CONCLUSÃO

A partir da metodologia utilizada e dos dados obtidos, é possível concluir que o músculo bucinador tem atividade indefinida e exacerbada durante a mastigação, nos sujeitos Classe III de Angle.

## REFERÊNCIAS

- Ahlgren J, Henrikson T, Sonesson B. EMG studies of buccinator mechanism. Craniofacial growth theory and orthodontic treatment. In: D.S. Carlson DS, editor. Craniofacial growth series 23. Center for Human Growth & Development. The University of Michigan, Ann Arbor; 1990. p. 171-85.
- Blanton PL, Biggs NL, Perkins RC. Electromyographic analysis of the buccinator muscle. *J Dent Res.* 1970; 49: 389-94. PMID:5264602. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345700490023201>
- Happak W, Burggasser G, Gruber H. Histochemical characteristics of human mimic muscles. *J Neurol Sci.* 1988; 83: 25-35. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-510X\(88\)90017-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-510X(88)90017-2)
- Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijii Y, Arijii E, Langlais RP. Three dimensional computed tomography evaluation of facial asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99:212-20. PMID:15660095. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.06.072>
- Palinkas M, Bataglion C, Regalo SCH, Nassar MSP, Siéssere S, Petenusci SO, et al. Mordida aberta anterior: eletromiografia e eficiência mastigatória antes e após uso da placa oclusal. *Rev Odontol UNESP.* 2007; 36: resumo 134.
- Moss JP. Function – fact or fiction? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1975; 67: 625-46.
- Raustia AM, Oikarinen KS. Changes in electrical activity of masseter and temporal muscles after mandibular sagittal split osteotomy. *Int J Maxillofac Oral Surg.* 1994; 23: 253-7.
- Subtelny JD. Malocclusion, orthodontic corrections and orofacial muscle adaptation. *Angle Orthod.* 1970; 40: 170-201. PMID:5269951.
- Takada K, Yashiro K, Sorihashi Y, Morimoto T, Sakuda M. Tongue, jaw, and lip muscle activity and jaw movement during experimental chewing efforts in man. *J Dent Res.* 1996; 75: 1598-606. PMID:8906129. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345960750081201>
- Takeda H, Nakamura Y, Handa H, Ishii H, Hamada Y, Seto K. Examination of masticatory movement and rhythm before and after surgical orthodontics in skeletal Class III patients with unilateral posterior cross-bite. *J Maxillofac Oral Surg.* 2009; 67: 1844-9. PMID:19686920. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2009.04.027>
- Harn SD, Shackelford LS. Further evaluation of the superficial and deep tendons of the human temporalis muscle. *Anat Rec.* 1982; 202: 537-48. PMID:7072995. <http://dx.doi.org/10.1002/ar.1092020413>
- Vitti M, Basmajian JV. Integrated actions of masticatory muscles: simultaneous EMG from eight intramuscular electrodes. *Anat Rec.* 1976; 187:173-90. PMID:848775. <http://dx.doi.org/10.1002/ar.1091870205>
- Jardini RSR, Ruiz LSR, Moysés MAA. Electromyographic Analysis of the Masseter and Buccinator Muscles with the Pro-Fono Exerciser use in bruxers. *J Craniomandibular Practice.* 2006; 24: 29-37.
- Dutra EH, Caria PH, Rafferty KL, Herring SW. The buccinators during mastication: a functional and anatomical evaluation in minipigs. *Arch Oral Biol.* 2010; 55: 627-38. PMID:20621287 PMID:2920343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archoralbio.2010.06.004>
- Victorin L, Hedegard B, Lundberg M. Masticatory function – a cineradiographic study III. Position of the bolus in individuals with full complement of natural teeth. *Acta Odontol Scand.* 1968; 26: 213-22. PMID:5247258. <http://dx.doi.org/10.3109/00016356809026134>
- D'andrea E, Barbaix E. Anatomic research on the perioral muscles, functional matrix of the maxillary and mandibular bones. *Surg Radiol Anat.* 2006; 28: 261-6. PMID:16547604. <http://dx.doi.org/10.1007/s00276-006-0095-y>
- Eckardt L, Harzer W, Schneevogt R. Comparative study of excitation patterns in the masseter muscle before and after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 1997; 25: 344-52. [http://dx.doi.org/10.1016/S1010-5182\(97\)80037-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1010-5182(97)80037-6)
- Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Hägg G, Stegeman D, Blok J, et al., editors. SENIAM 8: European recommendations for surface electromyography. Roessingh Research and Development bv; 1999. ISBN: 90-75452-15-2
- Winter DA, Fuglevand AJ, Archer SE. Crosstalk in surface electromyography: theoretical and practical estimates. *J Electromyogr Kinesiol.* 1994; 4(1): 15-26. [http://dx.doi.org/10.1016/1050-6411\(94\)90023-X](http://dx.doi.org/10.1016/1050-6411(94)90023-X)
- De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech.* 1997; 13: 135-63.

21. Dimitrov GV, Disselhorst Klug C, Dimitrova NA, Dimitrova NA, Schulte E, Rau G. Simulation analysis of the ability of different types of multielectrodes to increase selectivity of detection and to reduce crosstalk. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003; 13: 125-38. [http://dx.doi.org/10.1016/S1050-6411\(02\)00095-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1050-6411(02)00095-0)
22. Tallgren A, Christiansen RL, Ash MM, Miller RL. Effects of a myofunctional appliance on orofacial muscle activity and structures. *Angle Orthod.* 1998; 68: 249-58. PMID:9622762.
23. Schieppati M, Di Francesco G, Nardone A. Patterns of activity of perioral facial muscles during mastication in man. *Exp Brain Res.* 1989; 77: 103-12. PMID:2792253. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00250572>
24. Hanawa S, Tsuboi A, Watanabe M, Sasaki K. EMG study for perioral facial muscles function during mastication. *J Oral Rehabil.* 2008; 35:159-70. PMID:18254793. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2007.01747.x>
25. The MathWorks Inc. Matlab: the language of technical computing, version 7.10. The MathWorks Inc., Natick:MA; 2010
26. SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.2. SAS Institute Inc., Cary:NC; 2008.
27. Kroll CD, Bérzin F, Alves MC. Avaliação clínica da atividade dos músculos mastigatórios durante a mastigação habitual – um estudo sobre a normalização de dados eletromiográficos. *Rev Odontol UNESP.* 2010; 39: 157-62.
28. Ingerval B, Ridell A, Thilander B. Changes in activity of the temporal, masseter and lip muscles after surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Surg.* 1979; 8: 290-300. [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-9785\(79\)80051-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-9785(79)80051-4)
29. Kobayashi T, Honma K, Shingaki S, Nakajima T. Changes in masticatory function after orthognathic treatment in patients with mandibular prognathism. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 39: 260-5. PMID:11437420. <http://dx.doi.org/10.1054/bjom.2000.0576>
30. Sforza C, Peretta R, Grandi G, Ferronato G, Ferrario VF. Soft tissue facial planes and masticatory muscle function in skeletal Class III patients before and after orthognathic surgery treatment. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66: 691-8. PMID:18355592. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2007.06.645>
31. Di Palma E, Gasparini G, Pelo S, Tartaglia GM, Chimenti C. Activities of masticatory muscles in patients after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009; 37: 417-20. doi: 10.1016/j.jcms.2009.05.004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcms.2009.05.004>
32. Takahiro M, Noboyuki I, Mari Y, Ogawa H, Okuda T, Miyauchi S, et al. Influence of abnormal occlusion in the analysis of chewing movement Part 2: Relation between analysis of chewing movement and abnormality of occlusion. *Proceeding of Japanese Soc of Stomatognathic Function.* 1989; 7:31-44.
33. Moss JP, Chalmers CP. An electromyographic investigation of patients with a normal jaw relationship and a Class III jaw relationship. *Am J Orthod.* 1974; 66: 538-56. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9416\(74\)90113-4](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9416(74)90113-4)
34. Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carjaval R, Bull R, Manns. A pattern of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.* 1991; 61: 277-84. PMID:1763838.
35. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Nakagawa K, Yamamoto E, Nizawa S. Changes in the chewing path of patients in skeletal Class III with and without asymmetry before and after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 63:442-8. PMID:15789314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2004.06.059>

## CONFLITOS DE INTERESSE

---

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

---

Mirian Hideko Nagae

Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, Barão Geraldo, 01308-970 Campinas - SP, Brasil

e-mail: mnagae@fcm.unicamp.br; mnagae@uol.com.br

Recebido: 24/07/2012

Aprovado: 27/10/2012