

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Análise comparativa entre os achados de eletromiografia do músculo facial masseter em indivíduos com e sem disfunção temporomandibular: parte I

Comparative analysis between electromyographic findings of masseter muscle in patients with and without temporomandibular disorder: part I

Luiz Fernando Giazzi NASSRI*
Nitamar ABDALA**
Jacob SZEJNFELD***
Maria Renata Giazzi NASSRI****

Endereço para correspondência:

Address for correspondence:

Luiz Fernando Giazzi Nassri
Avenida Dr. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200 – Centro Cívico
CEP 08780-911 – Mogi das Cruzes – SP
E-mail: nassri@umc.br

* Professor licenciado da Universidade de Mogi das Cruzes. Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina.

** Professor Doutor da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina.

*** Professor Doutor da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina.

**** Professora Doutora das disciplinas Endodontia e Clínica Odontológica Integrada da Universidade de Mogi das Cruzes.

Recebido em 18/1/09. Aceito em 22/5/09.

Received on January 18, 2009. Accepted on May 22, 2009.

Palavras-chave:

eletromiografia;
disfunção
temporomandibular;
músculo masseter.

Resumo

Introdução: A necessidade de entendimento das alterações do músculo masseter nas disfunções temporomandibulares direciona cada vez mais o cirurgião-dentista a conviver com profissionais da área de saúde num enfoque multidisciplinar, que parece ser a melhor condição de amparar pacientes portadores de enfermidade tão complexa. **Objetivo:** Avaliar por meio de eletromiografia as possíveis alterações do músculo

Keywords:

electromyography;
temporomandibular
disorder; masseter
muscle.

masseter quanto ao valor da tensão muscular (RMS) em indivíduos normais e com disfunção da articulação temporomandibular (DTM). **Material e métodos:** Foram selecionados 20 indivíduos voluntários, sendo 11 normais e nove com DTM, apresentando dentição completa e oclusão tipo classe I de Angle. **Resultados:** Encontrou-se diferença estatística significativa nos valores referentes aos dados eletromiográficos relacionados à tensão RMS em repouso e em máxima intercuspidação, nos lados direito e esquerdo do músculo masseter para ambos os grupos. Além disso, os valores obtidos da tensão RMS por eletromiografia seguem um padrão matemático que permitiu a elaboração de uma equação de reta de regressão linear traduzida por: $EMG-MIC = 528,75 - (54,76 \times EMG-REP)$. **Conclusão:** Os dados conseguidos no exame de eletromiografia foram eficazes na comprovação das mudanças fisiológicas ocorridas no músculo masseter no grupo com DTM em relação ao grupo normal.

Abstract

Introduction: The need to understand the changes of the masseter muscle in the temporomandibular disorders has been leading more often the dental surgeon to work together with other health professionals, with a multidisciplinary focus, which seems to be the best condition to help patients with such complex disorder. **Objective:** To evaluate the possible modifications of the masseter muscle regarding the muscle tension value (RMS) in patients with and without temporomandibular joint disorder (TMD) through electromyography. **Material and methods:** 20 volunteers were selected (11 without TMD and 9 with TMD), with full dentition and Angle class I occlusion. **Results:** Statistically significant difference was found in the values of the electromyographic data regarding muscle tension at rest and during maximum intercuspitation in the right and left sides of the masseter muscle for both groups. Besides, the obtained values of the muscle tension through electromyography follow a mathematical standard that allowed the creation of a linear regression equation: $EMG-MIC = 528.75 - (54.76 \times EMG-REP)$. **Conclusion:** Data obtained through electromyography were effective to prove the physiological changes in the masseter muscle in the group with TMD in comparison to the group without TMD.

Introdução

A articulação temporomandibular (ATM) tem recebido bastante atenção na literatura nos últimos anos, pois é considerada uma das mais complexas articulações do homem. Tal complexidade pode gerar múltiplos sinais e sintomas, o que leva a uma frequência muito alta de indivíduos com disfunção temporomandibular (DTM) [21, 26].

A DTM engloba uma série de sinais e sintomas envolvendo a musculatura mastigatória, a ATM ou ambas. Embora bastante estudada, muitas controvérsias ainda existem em relação à sua etiologia, ao seu diagnóstico e ao seu tratamento. Entre os sinais clínicos mais característicos da DTM estão sensibilidade muscular e articular

à palpação, sons articulares e limitação e/ou dificuldade de movimento mandibular. Definir as condições patológicas que produzem dor e disfunção musculoesqueléticas e suas alterações no sistema estomatognático não é uma tarefa fácil. A dificuldade de definição surge da mudança de conceitos em relação à DTM e da incapacidade de identificar fatores etiológicos claros e isolados. Isso também ocorre pelo fato de os pacientes com DTM não constituírem um grupo homogêneo, mas vários subgrupos distintos, apresentando uma variedade de sinais e sintomas.

A eletromiografia (EMG) mostra-se um dispositivo de pesquisa para a mensuração da função muscular e tem sido muito usada na Odontologia. Trata-se de um método de grande valor no estudo

da dinâmica muscular, por captar os potenciais de ação gerados pela estimulação dos músculos esqueléticos, auxiliando na análise do complexo neuromuscular em pesquisas anatomofisiológicas. Estudos eletromiográficos dos músculos faciais são capazes de fornecer preciosas informações quanto às alterações da fisiologia do sistema estomatognático de indivíduos com DTM em relação aos indivíduos normais, procurando esclarecer o relacionamento entre a atividade elétrica e a resposta mecânica muscular [10, 27]. Dessa forma, a EMG pode contribuir muito para elucidar as alterações musculares provenientes das desarmonias oclusais, principalmente das disfunções da ATM.

Com base nisso, a presente investigação teve como objetivo avaliar por meio da eletromiografia as possíveis alterações quanto ao valor da tensão constante muscular (RMS) do músculo masseter bilateralmente, em indivíduos normais e com disfunção temporomandibular, em repouso e em máxima intercuspidação (MIC).

Material e métodos

Este projeto de pesquisa consistiu em um estudo prospectivo, realizado no Departamento de Diagnóstico por Imagem da Unifesp e na Clínica Odontológica da UMC, sob aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Unifesp (processo inscrito sob o número 1444/03).

Para a realização do estudo clínico com intervenção diagnóstica, randomizado com controle da intervenção, foram investigados 20 indivíduos voluntários. Estes apresentavam dentição completa, oclusão tipo classe I de Angle, com idade de 17 a 70 anos – média de 32,85 anos. Eles foram divididos em grupo controle (11 indivíduos normais, sem DTM) e grupo com DTM (nove indivíduos). Todos foram examinados e avaliados (anamnese, exame clínico) por profissionais capacitados e previamente calibrados da disciplina Oclusão do curso de Odontologia da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e encaminhados para este estudo.

Para o exame eletromiográfico, os indivíduos ficaram sentados, posicionados confortavelmente em cadeira odontológica, com o corpo da mandíbula formando ângulo de 45° – numa posição em que o plano de Camper ficasse paralelo ao solo. Utilizaram-se cinco eletrodos de captação circulares (espessura de 0,5 mm, peso de 500 mg e raio de 5 mm, mais a haste perpendicular de 10,5 mm) constituídos de aço inoxidável espelhado. Esses eletrodos foram construídos na oficina mecânica da UMC e testados no Laboratório de Eletrofisiologia Cardíaca do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da UMC. Empregaram-se dois pares de eletrodos para a captação e um para referência. Uma vez os

indivíduos e os eletrodos posicionados corretamente, os sinais eletromiográficos dos músculos masseteres bilaterais foram individualmente captados por dois amplificadores de biopotenciais. Estes foram desenvolvidos no Laboratório de Instrumentação Biomédica da UMC, especialmente para realizar os exames eletromiográficos. Os sinais eletromiográficos foram monitorados e registrados por meio de um osciloscópio digital Tektronix (modelo TDS-210) acoplado a uma impressora (HP, modelo E 3631, ajustada para $\pm 9V$) via interface Tektronix (modelo Centronix). A tensão RMS, exibida no visor de um multímetro digital Tektronix (modelo DMM916 TRUE RMS) conectado à saída do amplificador, foi anotada quando o indivíduo voluntário estava em repouso ou em MIC e o sinal estava estabilizado.

O posicionamento dos eletrodos no músculo masseter foi determinado pela palpação do osso zigomático e do ângulo inferior da mandíbula, com o objetivo de determinar a direção das fibras musculares (figura 1).

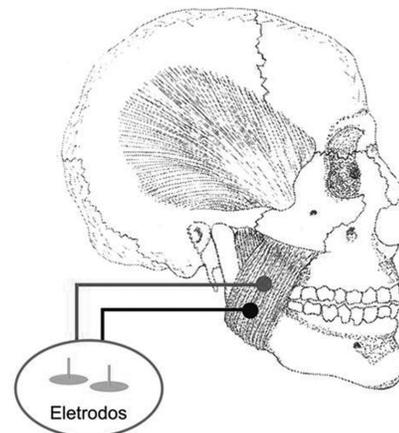


Figura 1 – Posicionamento adequado dos eletrodos
A) Desenho esquemático do músculo masseter, mostrando o posicionamento dos eletrodos; B) Posicionamento dos eletrodos na região do músculo masseter do paciente para realização do exame de EMG

Resultados

O teste de Kruskal-Wallis mostrou haver diferença estatística significativa entre todos os dados relativos à tensão RMS obtidos nos grupos comparáveis entre si, ou seja, lados direito e esquerdo do músculo masseter, em repouso e em máxima intercuspidação.

Para o lado direito os valores médios calculados foram $3,10 \pm 0,33$, para o grupo controle, e $5,08 \pm 1,42$, para o grupo com DTM. A proporção entre as médias ficou em 1:1,64.

Para o lado esquerdo os valores médios calculados foram $3,06 \pm 0,27$, para o grupo controle, e $4,67 \pm 1,34$, para o grupo com DTM. A proporção entre as médias foi de 1:1,53.

Juntando-se os valores dos lados direito e esquerdo, o grupo controle ($n = 22$) mostrou um valor médio de $3,08 \pm 0,29$, e o grupo com DTM ($n = 18$) um valor médio de $4,87 \pm 1,36$. O teste de Mann-Whitney evidenciou diferença estatisticamente expressiva entre os dois grupos ($p = 0,0003^*$). A proporção entre as médias alcançou 1:1,58.

Para o lado direito, o valor médio da EMG-MIC foi de $386,23 \pm 48,72$, no grupo controle, e de $237,94 \pm 60,00$, no grupo com DTM. Por meio do teste de Mann-Whitney, observou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0,000412^*$). A proporção entre as médias foi de 1:0,62.

Para o lado esquerdo, o valor médio da EMG-MIC ficou em $391,70 \pm 52,96$, no grupo controle, e em $215,31 \pm 59,56$, no grupo com DTM. O teste de Mann-Whitney demonstrou diferença estatisticamente

significativa ($p = 0,000412^*$). A proporção entre as médias chegou a 1:0,55.

Considerando os lados direito e esquerdo, o valor médio da EMG-MIC, no grupo controle ($n = 22$), foi de $388,97 \pm 49,73$; no grupo com DTM ($n = 18$) esse valor ficou em $226,63 \pm 59,15$. O teste de Mann-Whitney também apontou entre os grupos diferença estatisticamente expressiva ($p = 0,0000001^*$). A proporção entre as médias foi de 1:0,58.

Levando em conta os lados direito e esquerdo e os dois grupos investigados, pôde-se efetuar a correlação de Pearson entre a EMG em repouso (EMG-REP) e em MIC (EMG-MIC), cada um desses fatores de variação, agora com $n = 40$, dispostos na mesma sequência de valores individuais. O cálculo realizado revelou um coeficiente de correlação de Pearson (r) significativo ($r = -0,7233$ e $p < 0,0001^*$).

O coeficiente de correlação (r) negativo mostra a existência de uma relação inversamente proporcional entre a EMG-REP e a EMG-MIC. Efetuou-se a seguir o cálculo da regressão linear, colocando-se como variável independente a EMG-REP (eixo X ou abcissa) e como variável dependente a EMG-MIC (eixo Y ou ordenada).

A avaliação dos dados da tabela de EMG em repouso e em MIC permitiu que fosse desenvolvida uma equação da reta de regressão linear, que determina a correlação entre o valor puro de repouso ou em MIC do músculo obtido e a consequente obtenção do adjacente, por simples resultante matemática, diminuindo assim o tempo na realização do exame de EMG (figura 2):

$$\text{EMG-MIC} = 528,75 - (54,76 \times \text{EMG-REP})$$

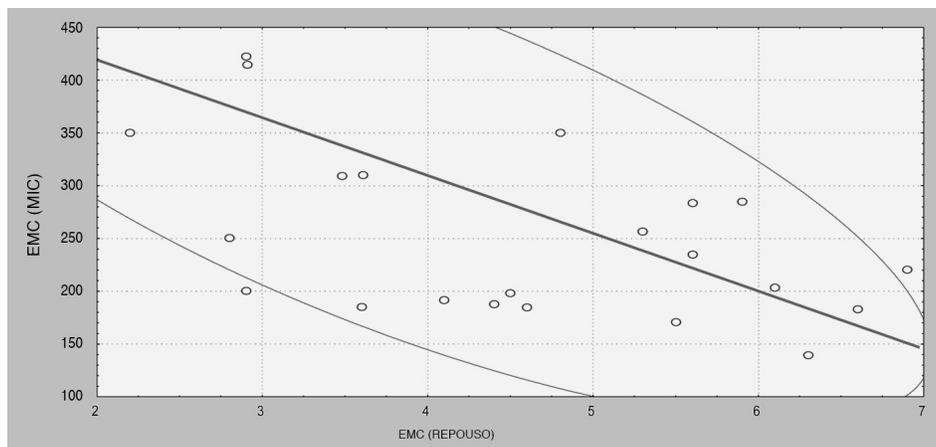


Figura 2 - Reta de regressão linear representativa dos valores da EMG-MIC em função dos valores da EMG-REP. A elipse delimita, no seu interior, 95% dos valores individuais de ambos os grupos. Nota-se no gráfico que, à medida que cresce o valor da EMG-REP, decresce o valor da EMG-MIC; portanto elas são inversamente proporcionais entre si

Discussão

A média de tensão RMS em MIC evidenciou diferença estatística expressiva entre o grupo controle e o grupo com DTM, com tendência a ser maior naquele e menor neste. A relação inversamente proporcional pode ser explicada pelo fato de o paciente com DTM apresentar um alto índice de tensão RMS na maior parte do tempo, sempre com potencial aumento de tensão, provocado pelo desequilíbrio da harmonia dos elementos constituintes do sistema estomatognático. Quando é necessário usar a força muscular para posicionar as arcadas dentárias em MIC, a fadiga e o estresse do músculo masseter (principal responsável pelos movimentos de abertura e fechamento da boca) não permitem atingir alto índice na mensuração da tensão.

Por outro lado, o músculo relaxado do paciente normal, quando requisitado, consegue responder a qualquer estímulo de movimentação em tensão máxima, registrando valores altos de tensão RMS.

A EMG de superfície vem sendo usada amplamente na área odontológica para estudar a função dos músculos, uma vez que o valor da tensão do sinal eletromiográfico do músculo masseter guarda uma relação linear com a força desenvolvida por esses músculos [2, 11]. Apesar do relativo baixo custo dessa técnica e da simplicidade de sua aplicação, a relação da análise dos dados eletromiográficos com a função metabólica do masseter ainda permanece obscura.

O motivo pelo qual se considerou o masseter como principal músculo de análise deste estudo foi a sua importância nos movimentos de abertura e fechamento das arcadas dentárias, função que sofre interferência direta com a DTM [2, 11]. Somado a isso, sua localização superficial na face, nos lados direito e esquerdo, facilitou a utilização de eletrodos de superfície para a análise eletromiográfica.

Os músculos esqueléticos faciais têm sido relacionados com a morfologia e com o crescimento facial, entretanto a natureza dessa interação ainda permanece pouco conhecida. A maioria das investigações que tratam dessa relação em humanos tem empregado EMG e medições da força de mordida. Altas amplitudes do sinal eletromiográfico e maiores forças oclusais vêm sendo associadas com mandíbulas paralelas e altura posterior da face aumentada. Em contraste, forças oclusais menores que o normal são relacionadas a pacientes com síndrome da face longa, e baixa atividade eletromiográfica é registrada em indivíduos com mordida anterior aberta.

Muitos autores relatam que as fibras do masseter e de outros músculos mandibulares são mais resistentes à fadiga do que os outros músculos esqueléticos. Van Steenberghe *et al.* [24] sugerem que a maior resistência à fadiga poderia ser resultado de diferentes composições de fibras e melhor oxigenação por um maior fluxo sanguíneo. A média do pH de repouso intracelular ($7,11 \pm 0,06$) também foi mais alta que a dos músculos dos membros ($7,02 \pm 0,1$). Altos índices de pH têm sido relacionados com músculos bem oxigenados. No masseter, isso ocorre em virtude da alta densidade de capilares e de menores diâmetros das fibras musculares, o que leva à redução da distância de difusão para o oxigênio e transportes celulares [15, 25, 22].

Outro fator importante a ser considerado sobre este trabalho diz respeito às condições em que os indivíduos foram avaliados. O músculo masseter deles foi analisado durante repouso, sem nenhuma ocorrência de contração muscular. Algumas pesquisas recomendam que as análises espectroscópicas por ressonância magnética, tanto de prótons ou pelo fósforo-31, sejam realizadas não somente durante o repouso, mas no decorrer de contrações musculares isométricas ou isotônicas, embora relatos de estudos anteriores evidenciem claramente a existência de atividade mioelétrica no estado de repouso do músculo masseter e, conseqüentemente, atividade celular metabólica [8, 10, 16, 23].

A atividade elétrica dos músculos elevadores da mandíbula é questionada por diversos autores. Nesse aspecto, nossos resultados discordam daqueles que apontam para ausência de atividade dos músculos masseter e temporal na posição de relaxamento da mandíbula [12]. Por outro lado, a atividade eletromiográfica de repouso do músculo masseter observada nesta pesquisa está em concordância com o conceito clássico do tônus muscular [14, 18, 24], em que os músculos esqueléticos, mesmo em estado de repouso, apresentam uma pequena atividade.

Os resultados também demonstraram maior atividade eletromiográfica do músculo masseter no grupo de portadores de DTM, na condição de repouso, em relação ao grupo de indivíduos normais. Na situação de máxima intercuspidação, a atividade eletromiográfica do músculo masseter do grupo com DTM foi menor do que a do grupo de indivíduos normais. Tais resultados estão em concordância com os de pesquisas anteriores, nas quais pessoas portadoras de DTM apresentaram atividade hipertônica de repouso dos músculos elevadores da mandíbula, em relação a indivíduos normais [5, 6, 17]. Outros autores averiguaram que

peças com DTM possuem menor atividade eletromiográfica, na condição de máxima intercuspidação, em comparação a indivíduos normais [20].

Vale a pena ressaltar que a diferença estatisticamente significativa encontrada entre os valores da tensão RMS, dos lados direito e esquerdo, em repouso ou em máxima intercuspidação, tanto em pessoas normais como em portadoras de DTM, talvez esteja ligada a um provável lado preferencial de mastigação por parte do paciente [15, 23]. Esse lado preferencial pode ser o responsável pela maior participação na atividade muscular mastigatória e, conseqüentemente, pode aumentar os valores da tensão RMS [1, 9, 19].

Mesmo com uma amostra pequena de indivíduos, é possível sugerir, pela observação dos resultados desta pesquisa, que a análise quantitativa do sinal eletromiográfico do músculo masseter pode ser utilizada na prática clínica como ferramenta de suporte para diagnosticar a disfunção da articulação temporomandibular de origem miogênica, principalmente em mulheres. Dessa forma, estudos com um número maior de indivíduos, com controle do tipo cefálico e indivíduos do sexo masculino, tornam-se necessários.

As principais diferenças vistas no exame eletromiográfico do músculo masseter entre indivíduos normais e com DTM podem ser explicadas tendo em vista o metabolismo energético celular. Analisa-se o metabolismo energético do masseter por meio das concentrações intracelulares de PCr e ATP, geralmente obtidas em um exame de ERM-31P. A PCr reage como fonte de energia mais rapidamente nas seguintes equações químicas:



Assim, é possível sugerir que o músculo masseter em indivíduos portadores de DTM geralmente usa parte de seu estoque de PCr durante o repouso, uma vez que a atividade muscular, tanto metabólica quanto eletromiográfica, é maior do que a de pessoas normais. Outra importante variável que influencia diretamente na função do músculo masseter é a morfologia facial. Estudos eletromiográficos prévios demonstraram que indivíduos com mandíbulas de padrão hipodivergente (braquicefálicos) são capazes de gerar forças oclusais mais intensas e com sinais eletromiográficos de maior amplitude, em relação a indivíduos com mandíbulas hiperdivergentes (síndrome da face longa) [3, 7, 13, 27].

Com base nessas evidências, constatou-se a eficácia da EMG de superfície como ferramenta clínica para identificar prováveis alterações do músculo masseter em indivíduos com DTM, funcionando como diagnóstico diferencial, além de permitir a elaboração de uma equação de regressão linear que calcula automaticamente o valor adjacente de tensão RMS do músculo em repouso e em máxima intercuspidação, partindo de um dos fatores. A equação derivada dos resultados indica menor tempo na realização do exame eletromiográfico, o que poderia significar também diminuição do custo.

Este trabalho mostra claramente a importância da EMG de superfície como um método de análise não invasivo, haja vista a comprovação das alterações fisiológicas e metabólicas do músculo masseter expressas pelos dados. Portanto, fica a necessidade de maior aprofundamento do tema, em função do número reduzido de trabalhos com esse enfoque. É importante que mais pesquisas contribuam com

a literatura disponível na área, fazendo com que haja mais interesse na relação entre DTM e tensão muscular do músculo masseter. Espera-se que este estudo auxilie tanto o cirurgião-dentista quanto os profissionais da área de saúde no entendimento do comportamento fisiológico do músculo masseter, tendo como meio de diagnóstico o exame de eletromiografia.

Conclusão

Foi encontrada diferença estatística significativa nos dados eletromiográficos referentes ao grupo normal e com disfunção temporomandibular relacionados ao valor de tensão muscular (tensão RMS), em repouso e em máxima intercuspidação, nos lados direito e esquerdo do músculo masseter.

Também foi possível estabelecer que os valores obtidos da tensão muscular (tensão RMS) por eletromiografia seguem um padrão matemático que permitiu elaborar uma equação de reta de regressão linear, traduzida por: $\text{EMG-MIC} = 528,75 - (54,76 \times \text{EMG-REP})$.

Referências

1. Aizawa S, Tsukiyama Y, Koyano K, Clark G. Reperfusion response changes induced by repeated, sustained contractions in normal human masseter muscle. *Arch Oral Biol.* 2002;47:537-43.
2. Al-Farra E, Vandenborne K, Swift A, Ghafari J. Magnetic resonance spectroscopy of the masseter muscle in different facial morphological patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(4):427-34.

3. Bailey DR. Tension headache and bruxism in the sleep disordered patient. *J Craniomandib Practice*. 1990;8:174-82.
4. Burdette BH, Gale EN. The effects of treatment on masticatory muscle activity and mandibular posture in myofascial pain-dysfunction patients. *J Dent Res*. 1988;67:1126.
5. Chang C, Chew W, Decrespigny AJ, Alcantara M, McNeill C, Miller AJ. Effect of maturation on 31-P magnetic resonance spectroscopy of the rabbit masseter muscle. *J Dent Res*. 1995;74(12):1861-9.
6. Chien-Wen H, Yuh-Yuan S, Chung-Ming C, Kun-Chee C, Hon-Man L. Measurement of the size and orientation of human masseter and medial pterygoid muscles. *Proc Natl Sci Council*. 2001;25(1):44-9.
7. Fukuda TY, Alvarez AS, Nassri LFG, Godoy CMG. Quantitative electromyographic assessment of facial muscles in cross-bite female children. *Rev Bras Eng Biomed*. 2008;24(2):121-9.
8. Helms CA, Kaban LB, McNeill C, Dodson T. Temporomandibular joint: morphology and signal intensity characteristics of the disc at MR imaging. *Radiology*. 1989;172:817-20.
9. Kanayama T, Minowa K, Inoue N, Yamaguchi T, Yoshida S, Kawasaki T. Regional differences of metabolism in human masseter muscle by two-dimensional 31P-chemical shift imaging. *J Dent Res*. 2000;79(1):85-9.
10. Kanayama T, Minowa K, Inoue N, Yamaguchi T, Yoshida S, Kawasaki T. Comparison of phosphocreatine concentration in the human masseter and medial pterygoid muscles by 31P-CSI. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2001;28:1075-9.
11. Liu ZJ, Yamagata K, Kasahara Y, Ito G. Electromyographic examination of jaw muscles in relation to symptoms and occlusion of patients with temporomandibular joint disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1999;26:33-47.
12. Maniere-Ezvan A, Havet T, Franconi JM, Quemar JC, de Certaines JD. Cinematic study of temporomandibular joint motion using ultra-fast magnetic resonance imaging. *Cranio*. 1999;17(4):262-7.
13. Marcel T, Chew W, McNeill C, Hatcher D, Miller A. Magnetic resonance spectroscopy of the human masseter muscle in nonbruxing and bruxing subjects. *Journal of Orofacial Pain*. 1995;9:116.
14. Plesh O, Meyerhoff DJ, Weiner MW. Phosphorus magnetic resonance spectroscopy of human masseter muscle. *J Dent Res*. 1995 Jan;74(1):338-44.
15. Raadsheer MC, Kiliaridis S, Van Eijden TMG, Van Ginkel FC, Prahl-Andersen B. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Archs Oral Biol*. 1996;41(4):323-32.
16. Raustia AM, Tervonen O, Pyhtinen J. Temporomandibular joint findings obtained by basin MRI. *Cranio*. 1994;12:28-32.
17. Rzanny R, Grassme R, Reichenbach JR, Rottenbach M, Petrovitch A, Kaiser WA et al. Simultaneous surface electromyography (SEMG) and 31P-MR spectroscopy measurements of the lumbar back muscle during isometric exercise. *J Neuroscience Methods*. 2004;133:143-52.
18. Sappey-Marinié D, Dheyriat A, Lissac M, Frutoso J, Mallet JJ, Bonmartin A. A metabolism study of human masseter muscle by 31P magnetic resonance spectroscopy during long periods of exercise and recovery. *Eur J Oral Sci*. 1998;106(1):552-8.
19. Satoh K, Yamaguchi T, Komatsu K, Inoue N, Minowa K, Kanayama T et al. Analyses of muscular activity, energy metabolism, and muscle fiber type composition in a patient with bilateral masseteric hypertrophy. *Cranio*. 2001;19(4):294-301.
20. Schocke MFH, Esterhammer R, Kammerlander C, Rass A, Kremser C, Fraedrich G et al. High-energy phosphate metabolism during incremental calf exercise in humans measured by 31 phosphorus magnetic resonance spectroscopy. *Magnetic Resonance Imaging*. 2004;22:109-15.
21. Solberg WK, Woo MW, Houston JB. Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. *J Am Dent Assoc*. 1979;98(1):25-34.
22. Speer O, Neukomm LJ, Murphy RM, Zanolla E, Schlattner U, Henry H et al. Creatine transporters: a reappraisal. *Mol Cell Biochemistry*. 2004;256/257:407-24.

23. Steenks MH, Bleys RLAW, Witkamp TD. Temporomandibular joint structures: a comparison between anatomic and magnetic resonance findings in a sagittal and an angulated plane. *J Orofacial Pain.* 1994;8:120-35.
24. Van Steenberghe D, De Vries JH, Hollander AP. Resistance of jaw-closing muscles to fatigue during repetitive maximal voluntary clenching efforts in man. *Arch Oral Biol.* 1978;23:697-701.
25. Van Spronsen PH, Weijs WA, Valk J, Prahl-Andersen, Van Ginkel FC. Relationships between jaw muscle cross-sections and craniofacial morphology in normal adults, studied with magnetic resonance imaging. *European J Orthodontics.* 1991;13:351-61.
26. Wänman A, Agerberg G. Mandibular dysfunction in adolescents. II. Prevalence of signs. *Acta Odontol Scand.* 1986;44:55-62.
27. Wang K, Arima T, Arendt-Nielsen L, Svensson P. EMG-force relationship are influenced by experimental jaw-muscle pain. *J Oral Rehabilitation.* 2000;27:394-402.

Como citar este artigo:

Nassri LFG, Abdala N, Szejnfeld J, Nassri MRG. Análise comparativa entre os achados de eletromiografia do músculo facial masseter em indivíduos com e sem disfunção temporomandibular: parte I. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2009 Dec;6(4):393-400.
