

Confiabilidade da eficiência mastigatória com *beads* e correlação com a atividade muscular****

Reliability of masticatory efficiency with *beads* and correlation with the muscle activity

Cláudia Maria de Felício*
 Gisele Aparecida do Couto**
 Cláudia Lúcia Pimenta Ferreira***
 Wilson Mestriner Junior****

*Fonoaudióloga. Professora Doutora do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Endereço para correspondência: Av. Bandeirantes, 3900 - Ribeirão Preto - SP - CEP 14049-900 (cfelicio@fmrp.usp.br).

**Fonoaudióloga.

***Fonoaudióloga. Doutoranda em Ciências Médicas pelo Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

****Cirurgião-Dentista. Professor Associado do Departamento de Clínica Infantil, Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

*****Trabalho Realizado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 23.05.2008.
 Revisado em 02.08.2008; 23.08.2008;
 03.10.2008.
 Aceito para Publicação em 21.10.2008.

Referenciar este material como:

Felício CM, Couto GA, Ferreira CLP, Mestriner Jr.W. Confiabilidade da eficiência mastigatória com *beads* e correlação com a atividade muscular. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. 2008 out-dez;20(4):225-30.

Abstract

Background: the use of the colorimetric method with *beads* to evaluate masticatory efficiency may be promising, however no report is found about its reliability. **Aim:** to investigate the reliability of the *beads* to test masticatory efficiency and its correlation with the electromyographic activities of the anterior temporal and masseter muscles. **Methods:** participants of this study were nineteen young adults, nine males and ten females, aged eighteen to twenty-eight years, with full dentition, Angle class I, with no history of temporomandibular disorder, neurological or cognitive deficit, previous or current tumors or traumas in the head and neck region, and orthodontic treatment or orofacial myofunctional therapy. The masticatory efficiency test was performed using beads, fuchsin-containing granules, in the following conditions: habitual chewing, right and left unilateral chewing, for 20 seconds. Electromyographic recordings were obtained simultaneously. Also, the maximal clenching was registered. The amount of fuchsin released upon chewing was measured using a Beckman DU-7 UV-Visible Spectrophotometer (Beckman Inc., Palo Alto, CA, USA). **Results:** high reliability was observed for the masticatory efficiency test ($r = 0.86$, $p < 0.01$) and correlation with the electromyographic activities ($r = 0.76$, $p < 0.01$). Also, positive and significant correlations were observed when the conditions were separately analyzed. **Conclusion:** the masticatory efficiency test performed with beads proved to be a reliable method and positively correlated to the electromyographic activities of the anterior temporal and masseter muscles.

Key Words: Mastication; Efficiency; Electromyography; Masticatory Muscles.

Resumo

Tema: a avaliação da eficiência mastigatória pela análise colorimétrica com *beads*, pode ser um método promissor, mas não há relatos sobre a sua confiabilidade. **Objetivo:** investigar a confiabilidade das *beads* para teste de eficiência mastigatória e a correlação com a atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal anterior. **Método:** participaram dezenove sujeitos adultos jovens, nove do gênero masculino e dez do feminino com idades entre dezoito e vinte-oito anos, com dentição completa, sem histórico de desordem temporomandibular, trauma, cirurgia na região de cabeça e pescoço, tratamento ortodôntico ou fonoaudiológico. O teste de eficiência mastigatória foi realizado com *beads* nas condições: mastigação habitual, mastigação unilateral direita e esquerda, com duração de 20 segundos. Simultaneamente, foi realizada a eletromiografia. A atividade em máxima intercuspidação habitual dos dentes também foi registrada. A quantidade de fucsina liberada após a mastigação foi medida usando o espectrofotômetro Beckman DU-7 UV-Visible (Beckman Inc., Palo Alto, CA, USA). **Resultados:** houve alta confiabilidade do teste de eficiência mastigatória ($r = 0,86$, $p < 0,01$) e correlação significativa com a atividade eletromiográfica ($r = 0,76$, $p < 0,01$). Também houve correlações positivas quando as provas foram analisadas separadamente. **Conclusão:** o teste de eficiência mastigatória realizado com *beads* mostrou-se um método confiável e correlacionado positivamente à atividade eletromiográfica dos músculos temporal anterior e músculos masseter.

Palavras-Chave: Mastigação; Eficiência; Eletromiografia; Músculos Mastigatórios.

Introdução

A mastigação é de interesse para profissionais da saúde, por ser um estímulo para o crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde do sistema estomatognático; pelo fato de que muitos pacientes apresentam distúrbio mastigatório e, ainda, porque pode ser utilizada como estratégia terapêutica em distúrbios miofuncionais orofaciais.

Diversos métodos para análise da mastigação são utilizados em pesquisas, dentre eles, os testes de eficiência mastigatória (EM) e a eletromiografia (EMG). Conceitualmente, a EM corresponde à capacidade de degradação, ao grau de trituração do alimento. Tradicionalmente, no teste de EM são empregados alimentos naturais e o produto final resultante da trituração é analisado com o auxílio de tamises¹. Os inconvenientes são variações próprias do alimento e perda de parte deste²⁻³.

A EM também pode ser determinada por método colorimétrico⁴, empregando material de teste artificial, cuja padronização permite maior fidedignidade dos resultados⁵⁻⁶, dentre os quais estão as *beads*, desenvolvidas no Brasil⁷, contudo a confiabilidade e correlação com outro método ainda não foi testada.

A EMG tem sido amplamente utilizada em pesquisa e é reconhecida como um método válido para avaliação da função dos músculos da mastigação⁸⁻¹⁴ e tem sido correlacionada à eficiência mastigatória¹⁵⁻¹⁷.

O objetivo da presente pesquisa foi analisar a confiabilidade da EM, verificada por meio do método colorimétrico com *beads*, e a correlação com a atividade EMG dos músculos masseter e temporal anterior.

Método

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo número 709/2007), e os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Participaram 19 adultos jovens, 9 do gênero masculino e 10 do feminino com idades entre 18 e 28 anos (média 22,6 anos), selecionados a partir de exame clínico e anamnese.

Critérios de inclusão: apresentar no exame clínico dentição natural completa ou apenas ausência dos terceiros molares, ausência de cáries e oclusão classe I de Angle.

Critérios de exclusão: apresentar deformidade dentofacial, respiração oral, histórico de cirurgia ou trauma na região de cabeça e pescoço,

tratamento ortodôntico, fonoaudiológico ou sintomatologia de desordem temporomandibular, de acordo com protocolo previamente testado¹⁸.

Teste de eficiência mastigatória

Foram utilizadas para o teste de EM as *beads*, obtidas por geleificação ionotrópica de dispersão aquosa de pectina a 2%, contendo 50% de sólidos e fucsina, em solução de cloreto de cálcio 1,0M. Após a preparação, as *beads* foram revestidas com solução de Eudragit 5% (Eudragit E100) em uma mistura de solventes de acetona 10% em etanol absoluto. Depois, 250mg de *beads* foram embaladas em cápsulas de polivinil acetato, medindo 0,67mm de espessura das paredes, diâmetro interno de 7,6mm e diâmetro externo de 8,95mm, e selados⁷.

Os sujeitos foram instruídos a mastigar as *beads* de modo habitual, livre. Após 20 segundos a prova era interrompida e as *beads* recolhidas em um recipiente, com número de identificação do sujeito e da prova. Posteriormente, foram realizadas as provas de mastigação à direita e à esquerda, seguindo os mesmos procedimentos. Simultaneamente foi realizada a análise EMG da musculatura.

Após a mastigação da cápsula, seu conteúdo foi dissolvido em 5ml de água, mexendo-se constantemente por 30 segundos. Em seguida, essa solução foi filtrada com papel filtro qualitativo, e o corante extraído quantificado em nanômetros (nm) por espectrofotômetro UV Visível (Backman DU-640). Com isso, foi possível determinar a EM, a partir da concentração extraída de fucsina. As análises foram realizadas no Laboratório de Farmacotécnica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Análise eletromiográfica

A atividade EMG foi registrada usando-se um instrumento computadorizado (EMG1000 - Lynx Tecnologia Eletrônica); de oito canais. A pele foi limpa com álcool 70° GL, para reduzir a impedância entre a pele e o eletrodo. Eletrodos duplos de superfície descartáveis (Ag/AgCl, 42mm, Hal Indústria e Comércio Ltda) foram posicionados nos músculos masseteres e temporais anteriores de ambos os lados, seguindo a orientação das fibras musculares. Um eletrodo de referência (terra) foi aplicado ao braço.

Os dados foram registrados com uma frequência de amostragem de 1KHz. Utilizando o programa Aqdados (Lynx Tecnologia Eletrônica), o sinal EMG analógico foi amplificado e filtrado digitalmente

para eliminar ruídos comuns interferentes. Os sinais EMG foram gravados e, posteriormente, com o auxílio do programa AqAnalysis, calculados como a atividade muscular avaliada como a root mean square (RMS), da amplitude (μV).

A avaliação da atividade EMG foi realizada durante as seguintes condições clínicas:

- . máximo apertamento em intercuspidação habitual (MIH) - foi solicitado que o sujeito mordesse tão forte quanto possível durante 5 segundos;
- . mastigação livre das *beads*;
- . mastigação das *beads* à direita;
- . mastigação das *beads* à esquerda (20 segundos cada).

Para cada condição clínica foram realizadas duas tentativas e calculada a média de atividade para cada músculo avaliado. Durante o registro EMG, o ambiente encontrava-se calmo, silencioso e com baixa luminosidade. O sujeito permaneceu sentado em uma cadeira, com postura ereta, com os pés apoiados no solo e os braços apoiados nas pernas. A cabeça foi posicionada de forma ereta, tendo o plano de Frankfort como parâmetro de posicionamento.

Análise dos dados

A amostra foi analisada de forma descritiva por meio de médias e desvios-padrão quanto à EM e a atividade EMG dos músculos masseteres e temporais anteriores. A confiabilidade do método foi analisada pelo teste *Split-half reliability*, considerando como primeira lista de variáveis as provas de EM mastigatória (*beads* livre, *beads* à direita e à esquerda) e como segunda, as provas de EMG (mastigação das *beads* e MIH).

As correlações entre a atividade EMG e a EM nas provas correspondentes, bem como a EMG em MIH e as provas de EM foram calculadas pelo teste de correlação produto-momento de Pearson. Foi empregado o programa Statistica e o nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

Resultados

A confiabilidade da EM em relação à EMG, considerando todas as provas em conjunto, foi igual a 0,86 e a correlação total de 0,76. São apresentados na Tabela 1 os resultados da EM de cada sujeito, com base na análise colorimétrica, as médias e desvios-padrão da amostra. Na Tabela 2 estão as médias e os desvios-padrão da atividade EMG dos músculos estudados.

Houve correlações positivas e significantes entre a EM e a atividade EMG durante a mastigação de *beads* livre, *beads* à direita, *beads* à esquerda e em MIH. Os valores de r de Pearson e níveis de significância estão na Tabela 3.

TABELA 1. Eficiência mastigatória de acordo com a concentração de corante de fucsina ($\mu g/ml$).

Sujeitos	Mastigação de <i>Beads</i>		
	Livre	D	E
1	0,22	0,24	0,21
2	0,23	0,23	0,30
3	0,10	0,18	0,14
4	0,18	0,14	0,32
5	0,21	0,28	0,39
6	0,19	0,27	0,42
7	0,22	0,37	0,18
8	0,23	0,16	0,28
9	0,27	0,22	0,27
10	0,23	0,30	0,26
11	0,22	0,22	0,27
12	0,27	0,27	0,36
13	0,24	0,27	0,28
14	0,38	0,40	0,36
15	0,47	0,40	0,47
16	0,32	0,33	0,35
17	0,29	0,42	0,38
18	0,16	0,29	0,29
19	0,21	0,35	0,31
média	0,24	0,28	0,31
DP	0,08	0,08	0,08

Prova de mastigação livre de *beads* (livre), mastigação unilateral à direita (D), mastigação unilateral à esquerda (E), Desvio-padrão (DP).

Discussão

O desempenho mastigatório é determinado por diversos fatores, como a oclusão, a força de mordida, a atividade muscular e a coordenação entre os músculos mastigatórios^{10,19}. O tipo de alimento e sua interação com a saliva, dentes e o sistema biomecânico também pode influenciar a mastigação^{8,20}.

Uma grande variedade de alimentos tem sido empregada para a análise da EM, dentre eles, alimentos naturais^{1,3,8,17} e materiais artificiais à base de silicone²⁰⁻²¹. Após a trituração, o sujeito é orientado a não engoli-lo, e o material é recolhido, passado por tamises graduadas e pesado. Quanto maior a quantidade de alimento que passa através da tamise mais fina, maior a EM^{1,6}.

Recentemente, foram desenvolvidos no Brasil materiais para o teste de EM que não envolvem perda de partes do alimento por deglutição ou variações típicas de alimentos naturais, são eles: as cápsulas de PVC contendo grânulos de violeta de fucsina⁶ e as *beads*⁷. O grau de fragmentação das mesmas é avaliado pela liberação de fucsina por meio de análise colorimétrica. Para ambos os materiais foram realizados testes laboratoriais de resistência, absorvância e reprodutibilidade⁶⁻⁷.

Não foram encontrados estudos que verificassem a correlação da EM usando as *beads* e outro método já aceito como válido para a análise do desempenho da função mastigatória.

A EMG foi escolhida no presente estudo para as análises de correlação entre o teste de EM com *beads* e a confiabilidade entre os métodos, por ser um exame amplamente utilizado e aceito para a investigação da função dos músculos mastigatórios⁸⁻⁹, que permite a caracterização dos problemas funcionais, direcionando os trabalhos de prevenção e reabilitação no âmbito fonoaudiológico²² e odontológico^{10-11,13}, bem como propiciando a análise dos resultados de tratamentos^{12,14}.

TABELA 2. Atividade EMG dos músculos de acordo com a prova.

		TD	TE	MD	ME
MIH	Média	163,09	162,22	188,17	186,72
	DP	65,12	56,21	87,36	80,66
<i>beads</i> livre	Média	81,96	86,18	92,91	96,63
	DP	32,71	28,61	42,68	36,55
<i>beads</i> à direita	Média	94,49	89,03	108,15	90,94
	DP	34,24	32,80	43,22	40,45
<i>beads</i> à esquerda	Média	86,30	99,10	97,91	119,53
	DP	32,83	35,05	44,27	40,94

Músculo temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME).

TABELA 3. Correlações entre atividade EMG e eficiência mastigatória.

	Livre	BD	BE
EMGTD	0,49*	0,66**	0,81***
EMGTE	0,48*	0,72***	0,59**
EMGMD	0,55*	0,52*	0,26
EMGME	0,49*	0,80***	0,34
EMGMIHTD	0,47*	0,42	0,67**
EMGMIHTE	0,45	0,36	0,28
EMGMIHMD	0,59**	0,49*	0,23
EMGMIHME	0,57*	0,60**	0,14

Mastigação livre das *beads* (Livre), mastigação unilateral à direita (BD), unilateral à esquerda (BE). Teste correlação de Pearson e níveis de significância * p < 0,05, ** p < 0,01, ***p < 0,001.

De acordo com os resultados houve correlações positivas entre EM e a atividade EMG registrada durante a mastigação e em MIH. A análise das provas em conjunto evidenciou alta confiabilidade e correlação entre os dois métodos. Portanto, há uma relação direta entre a atividade produzida pelos músculos e a fragmentação das *beads*.

Esta constatação sustenta a confiabilidade do método para a análise da EM, que poderá ser utilizado como um método complementar ou alternativo para analisar o desempenho na trituração, o qual reflete a capacidade dos músculos de produzir energia durante a função mastigatória.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com achados anteriores de que a EM e a atividade EMG foram correlacionadas, quando empregado outros alimentos artificiais¹⁵⁻¹⁶ e naturais¹⁷.

As *beads*, que têm baixo custo, poderão num futuro próximo, ser produzidas em larga escala pela indústria farmacêutica, permitindo a utilização clínica⁷. É recomendável que a confiabilidade do método seja testada em outras amostras e também em relação a outros métodos.

Conclusão

Com base nos resultados foi possível concluir que o método colorimétrico com *beads* é confiável para verificar a eficiência mastigatória e apresenta alta correlação com a atividade muscular registrada por eletromiografia.

Referências Bibliográficas

1. Jiffry MTM. Variations in the particles produced at the end of mastication in subjects with different types of dentition. *J Oral Rehabil* 1983;10:357-62.
2. Peyron MA, Blanc O, Lund JP, Woda A. Influence of age on adaptability of human mastication. *J Neurophysiol*. 2004;92(2):773-9.
3. Frecka JM, Hollis JH, Mattes RD. Effects of appetite, BMI, food form and flavor on mastication: almonds as a test food. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61(7):1-8.
4. Kayser AF, Van der Hoeven JS. Colorimetric determination of the masticatory performance. *J Oral Rehabil*. 1977;4(2):145-8.
5. Mestriner Júnior W, Mazzetto MO, Felício CM, Freitas O, Spadaro ACC. Comparação da eficiência mastigatória avaliada pelo uso de um método colorimétrico nas dentições decídua e permanente. *Jornal Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2005;10(57):242-8.
6. Escudeiro C, Freitas O, Spadaro ACC, Mestriner Júnior W. Development of a Colorimetric System for Evaluation of the Masticatory Efficiency. *Braz Dent J*. 2006;17:95-9.
7. Moreschi PE. Desenvolvimento e caracterização de micropartículas "beads" para avaliação da eficiência mastigatória [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo; 2006.
8. Mioche L, Bourdiol P, Monier S, Martin JF, Cormier D. Changes in jaw muscles activity with age: effects on food bolus properties. *Physiol Behav*. 2004;82(4):621-7.
9. Peyron MA, Blanc O, Lund JP, Woda A. Influence of age on adaptability of human mastication. *J Neurophysiol*. 2004;92(2):773-9.
10. Ferrario VF, Tartaglia GM, Maglione M, Simion M, Sforza C. Neuromuscular coordination of masticatory muscles in subjects with two types of implant-supported prostheses. *Clin Oral Implant Res*. 2004;15(2):219-25.
11. Rodrigues AMM, Bérzin F, Siqueira VCV. Análise eletromiográfica dos músculos masseter e temporal na correção da mordida cruzada posterior. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2006;11(3):55-62.
12. Trawitzki LV, Dantas RO, Mello-Filho FV, Marques W Jr. Effect of treatment of dentofacial deformities on the electromyographic activity of masticatory muscles. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006;35(2):170-3.
13. Cha BK, Kim CH, Baek SH. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. *Angle Orthod*. 2007;77:463-70.
14. Felício CM, Melchior MO, Ferreira CLP, Rodrigues da Silva MAM. Otologic symptoms of temporomandibular disorder and effect of orofacial myofunctional therapy. *Cranio*. 2008;26(2) "in press"
15. Wilding RJ, Shaikh M. Muscle activity and jaw movements as predictors of chewing performance. *J Orofac Pain*. 1997;11(1):24-36.
16. Weijnen FG, Van der Bilt A, Kuks JBM, Van der Glas HW, Oudenaarde I, Bosman F. Masticatory performance in patients with myasthenia gravis. *Arch Oral Biol*. 2002;47(5):393-8.
17. Paphangkorakit J, Chaiyapanya N, Sriladlao P, Pimsupa S. Determination of chewing efficiency using muscle work. *Arch Oral Biol*. 2008 Feb 15.
18. Felício CM, Mazzetto MO, Silva MAMR, Bataglion C, Hotta TH. A Preliminary Protocol for Multi-Professional Centers for the Determination of Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders. *Cranio*. 2006;24(4):258-63.
19. Piancino MG, Talpone F, Bole T, Castroflorio T, Torsello F, Debernardi C, Bracco P. Electromyographic evaluation of neuro muscular co-ordination during chewing in a subject with organic occlusion. *Miineria Stomatol*. 2005;54(6):379-87.
20. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod*. 2006;28(2):112-9.
21. Gavião MBD, Raymundo VG, Rentes AM. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res*. 2007;21(2):146-52.
22. Bianchini EMG. Eletromiografia de superfície e eletrognatografia: aplicação clínica no campo da motricidade orofacial. *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia*; 2005 Sept 28-30; Santos, Brazil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia; 2005.