

Estudo Eletromiográfico da Má-oclusão Classe II, Durante Tratamento com Reabilitação Dinâmica Funcional dos Maxilares¹

Electromyographic Study in Patients with Class II Malocclusion, during Treatment with Functional Dynamic Rehabilitation of Jaw

Glaura Trevisan Mattos dos Santos*
 Mathias Vitti**
 Paulo Roberto Moreira dos Santos***
 Iara Augusta Orsi****
 Maria da Glória Chiarello de Mattos*****
 Marisa Semprini*****
 Simone Cecilio Hallak Regalo*****

Santos GTM dos, Vitti M, Santos PRM dos, Orsi IA, Mattos M da GC de, Semprini M, Regalo SCH. Estudo eletromiográfico da má-oclusão classe II, durante tratamento com reabilitação dinâmica funcional dos maxilares. J Bras Ortodon Ortop Facial 2004; 9(50):136-44.

Este estudo foi realizado com o objetivo de investigar a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos temporal (porção anterior) e masseter em portadores de má-oclusão Classe II de Angle, durante tratamento ortopédico funcional com a técnica Reabilitação Dinâmica e Funcional dos Maxilares (RDFM). Foram avaliados dez pacientes com dentição mista, na faixa etária de seis a doze anos (média 8,6), nas condições experimentais: 1. Apertamento em Máxima Intercuspidação Habitual (AMIH); 2. Apertamento Molar Bilateral com Rolete de Algodão (AMBA); 3. Apertamento Máximo com Aparelho (AAPA); e 4. Mastigação Habitual (MH). Os registros eletromiográficos foram executados no ato da instalação da aparatologia, após seis meses e um ano de tratamento, com eletrodos bipolares de superfície posicionados bilateralmente na porção anterior do músculo temporal e no músculo masseter. As atividades médias dos músculos estudados foram analisadas estatisticamente pela Análise de Variância e teste complementar de Tukey. Pelos resultados concluiu-se que: as funções estudadas mostraram aumento significativo na atividade muscular após um ano de tratamento; não houve diferença estatística entre as condições AMIH, AMBA e AAPA, porém estas foram significativamente diferentes da MH; e a atividade EMG do músculo masseter foi estatisticamente maior que a da porção anterior do músculo temporal.

PALAVRAS-CHAVE: Eletromiografia; Músculo temporal; Músculo masseter; Ortopedia; Maloclusão de Angle Classe II.

INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

A má-oclusão Classe II de Angle é um dos problemas de tratamento mais frequentes e complexos na prática ortodôntica. Um diagnóstico diferencial, identificando-se os fatores etiológicos primários da má-oclusão, é de fundamental importância, pois o tratamento deve procurar estabelecer um novo padrão de equilíbrio que interfira na causa da anormalidade.

Até a década de 1930, o diagnóstico das maloclusões era baseado somente em conceitos estáticos da oclusão (classificação dental de Angle). Com o advento da cefalometria e avaliações que relacionam função oclusal e função muscular, a Ortodontia passou a considerar os conceitos dinâmicos

da oclusão – complexo craniofacial, esquelético e muscular (Moyers, 1949; Jarabak, 1954; Moss, 1975; Miralles *et al.*, 1988; Bishara, Ziaja, 1989; Moyers, 1991; Di Gregorio, 1992; Enlow, Hans, 1998; Sodré *et al.*, 1998; Tukan *et al.*, 1998; Uner *et al.*, 1999; Voudouris, Kufinec, 2000).

O interesse pela eletromiografia (EMG) em Odontologia surgiu a partir das pesquisas de Moyers (1949) e, desde então, os aparelhos e técnicas vêm aprimorando-se na análise e interpretação da função muscular, procurando estabelecer padrões de normalidade, diferenciar os vários

¹Parte da Dissertação de Mestrado em Reabilitação Oral na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo – FORP-USP. Santos GTM da Análise eletromiográfica dos músculos temporal e masseter em portadores de maloclusão Classe II de Angle, durante terapia ortopédica funcional com reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral). Ribeirão Preto - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2002,94

*Cirurgião-dentista; Mestre em Reabilitação Oral pela FORP – USP; Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP – Departamento de Morfologia, Estomatologia e Fisiologia; Avenida do Café s/n – CEP14040-904, Ribeirão Preto, SP; e-mail: glaura@forp.usp.br

**Professor Titular da Disciplina de Anatomia, do Departamento de Morfologia, Estomatologia e Fisiologia da FORP – USP

***Cirurgião-dentista; Excelência em Reabilitação Dinâmica e Funcional dos Maxilares

****Professora Doutora da Disciplina de Prótese Parcial Fixa, do Departamento de Materiais Dentários e Prótese – FORP – USP

*****Professora Titular da Disciplina de Prótese Parcial Removível, do Departamento de Materiais Dentários e Prótese – FORP – USP

*****Professora Titular da Disciplina de Anatomia, do Departamento de Morfologia, Estomatologia e Fisiologia – FORP – USP

*****Professora Doutora da Disciplina de Anatomia, do Departamento de Morfologia, Estomatologia e Fisiologia – FORP – USP

tipos de má-oclusão ou morfologias craniofaciais, assim como para o diagnóstico, documentação e avaliação funcional de tratamentos ortodônticos (Ingervall, Thilander, 1974; Moss, 1975; Vitti, Basmajian, 1975, 1977; Pancherz, 1980a, 1980b; Pancherz, Anehus-Pancherz, 1980; Yuen *et al.*, 1990; Kayukawa, 1992; Tallgren *et al.*, 1998; Aggarwal *et al.*, 1999; Akkaya *et al.*, 2000; Leung, Hägg, 2001; Palomari *et al.*, 2002).

A EMG de superfície capta, amplifica e registra o potencial de ação dos músculos em contração voluntária (Dahlström, 1989) e, apesar de alguns estudos questionarem seu uso, confiabilidade e reprodutibilidade (Lund, Widmer, 1989; Mohl *et al.*, 1990; Buxbaum *et al.*, 1996; Cecere *et al.*, 1996), tem sido considerada como um método de pesquisa simples e eficaz para análise quantitativa da atividade dos músculos do sistema estomatognático (Burdette, Gale, 1990; Jankelson, 1990; Moyers, 1991; Arita, 2000). Em 1999, a *Food and Drug Administration* (FDA) aprovou o uso do aparelho Myotronics-Noromed, Inc., modelo K6-I Diagnostic System, como auxiliar no diagnóstico e avaliação dos tratamentos da função/disfunção dos músculos temporal, masseter e digástrico.

A técnica de correção dentofacial idealizada, desenvolvida e denominada por Lima (1988) “Reabilitação Dinâmica e Funcional dos Maxilares sem Extração” (RDFM), dispõe de uma série de tipos de aparelhos, cuja escolha irá depender dos fatores etiológicos das má-oclusões, fases de crescimento e desenvolvimento craniofacial, etapas de tratamento e de erupções dentárias. Os aparelhos são confeccionados com resina acrílica, em duas fases (laboratorial e clínica). Possuem características dinâmicas, dadas pela ação de parafusos específicos de estimulação óssea, e funcionais, conferidas pelo encapsulamento dos dentes em mordidas construtivas posturais e aletas funcionais, que direcionam o crescimento facial e orientam o relacionamento maxilomandibular em normoclusão, cêntrica facial e dentária. Todos os aparelhos são reembasados periodicamente e trocados conforme a necessidade e o progresso do caso. Não promovem nenhum tipo de mutilação, avulsões ou desgastes dentais, preservando a integridade e o equilíbrio do sistema estomatognático e, por serem removíveis, facilitam a higienização (Lima, 1988, 1992; Santos, 1996; Santos, Santos, 1998; Gomes *et al.*, 1999; Lima, Soliva, 1999; Santos, Santos, 2001).

PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo é investigar a atividade eletromiográfica dos músculos temporal (porção anterior) e masseter em pacientes com má-oclusão Classe II de Angle, durante tratamento ortopédico funcional, por um período de seis meses e um ano de uso de aparatologia

da técnica “Reabilitação Dinâmica e Funcional dos Maxilares” (RDFM).

MATERIAL E MÉTODO

Foram avaliados, por meio de registro eletromiográfico dos músculos masseter e porção anterior do temporal, dez pacientes de ambos os sexos (sete meninos e três meninas), com má-oclusão Classe II de Angle, dentição mista, respiração bucal, na faixa etária de seis a doze anos (média de 8,6 anos), em início e durante um ano de tratamento ortopédico funcional com aparatologia da técnica RDFM (Aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP, da FORP-USP; processo n° 99.1.104 58.2).

TRATAMENTO DA MÁ-OCCLUSÃO

O diagnóstico da má-oclusão e o plano de tratamento foram obtidos por meio de exame clínico, radiográfico e de modelos de estudo. Os aparelhos foram planejados, confeccionados e instalados de acordo com Lima (1988).

Para tratamento da má-oclusão Classe II divisão 1 de Angle, o aparelho inicial foi o “monobloco” em quatro casos mais severos. Dois pacientes usaram o “aparelho de expansão superior com mordida construtiva” como primeiro aparelho, e um paciente usou o “aparelho de expansão inferior com mordida construtiva”. O “aparelho de distalização superior em bloco” foi escolhido para início de tratamento da má-oclusão Classe II divisão 2, em três pacientes.

Equipamentos

Os registros, análise e avaliação dos dados foram realizados em um eletromiógrafo de superfície, modelo K6-I/EMG Eight Channel Surface Electromyography (Myotronics Co., Seattle, WA, EUA), com oito canais e um sistema amplificador acoplado a um computador. Foram utilizados eletrodos bipolares de superfície descartáveis, de cloreto de prata, com diâmetro de 10mm e distância inter-eletrodo de 21,0mm (Duo-trodes, Myotronics Co., Seattle, WA), contendo um gel condutor (Myogel – Myotronics Co., Seattle, WA).

Posicionamento dos eletrodos

Os eletrodos eram posicionados bilateralmente na porção anterior do músculo temporal e na região média do músculo masseter. Um eletrodo de referência (terra) era posicionado próximo à nuca do paciente, para evitar possíveis interferências externas (Vitti, Basmajian, 1975; Arita, 2000) (Figura 1).

As regiões dos músculos em estudo eram previamente limpas com álcool a 70°GL para remoção dos resíduos gordurosos presentes na pele.

Protocolo

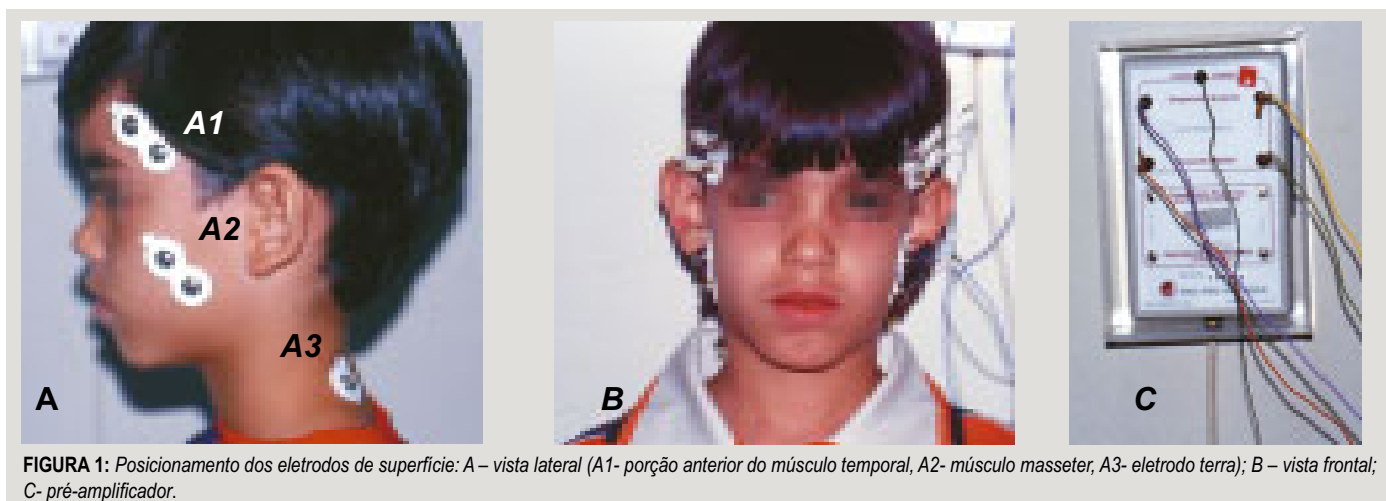


FIGURA 1: Posicionamento dos eletrodos de superfície: A – vista lateral (A1- porção anterior do músculo temporal, A2- músculo masseter, A3- eletrodo terra); B – vista frontal; C- pré-amplificador.

Os registros eletromiográficos foram realizados no ato da instalação da aparatologia, após seis meses e um ano de tratamento, nas condições experimentais:

- (1) Apertamento em Máxima Intercuspidação Habitual – AMIH;
- (2) Apertamento Molar Bilateral com Rolete de Algodão – AMBA;
- (3) Apertamento Máximo com o uso do Aparelho – AAPA;
- (4) Mastigação Habitual com Hiperbolóide – MH.

Durante as sessões, os pacientes permaneceram sentados confortavelmente em uma cadeira não odontológica, com a cabeça orientada segundo o plano horizontal de Frankfurt, os braços apoiados às pernas e os pés plantados no solo. O eletromiógrafo era calibrado em $500\mu\text{V}$, utilizando-se o programa Scan # 9.

Os pacientes eram instruídos a apertarem seus dentes com força máxima, em três intervalos, totalizando um período de aproximadamente 10 segundos, para registrar: (1) AMIH, (2) AMBA e (3) AAPA. A (4) MH era realizada durante 15 segundos, utilizando-se um hiperbolóide pequeno, por ser um instrumento de mastigação que apresenta textura e tamanhos padronizados (Cheida, 1997, 1998). Os eletromiogramas, com atividades expressas em μV , foram gravados no programa de computador.

Análise Estatística

Os valores médios da atividade EMG dos músculos estudados foram submetidos à análise estatística pelo programa GMC-Software, versão 8.1*. Para definir o tipo de análise ou modelo matemático mais adequado, foram realizados testes preliminares, verificando a normalidade da distribuição amostral e a homogeneidade das variâncias.

RESULTADOS

A amostra consistiu em 480 dados provenientes do

cruzamento de dois músculos (porção anterior do temporal (TA) e masseter (MA)), três tempos – inicial (T1), após seis meses (T2) e após um ano (T3) de tratamento –, quatro condições preestabelecidas (AMIH, AMBA, AAPA e MH) e 20 repetições (lado direito e esquerdo de 10 pacientes), dando o produto fatorial: $2 \times 3 \times 4 \times 20 = 480$. Os testes preliminares indicaram tratar-se de uma distribuição amostral normal e homogênea. Aplicou-se, portanto, uma estatística paramétrica (Análise de Variância e teste complementar de Tukey), cujos resultados encontram-se nas Tabelas de 1 a 3 e nos Gráficos 1, 2 e 3.

A Análise de Variância (Tabela 1) mostrou existir diferença estatisticamente significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as condições experimentais analisadas (AMIH, AMBA, AAPA e MH). No entanto, para se esclarecer quais dentre as médias envolvidas na Análise de Variância seriam diferentes entre si, efetuou-se o teste complementar de Tukey (Tabela 2). Ao se analisar a Tabela 2, verifica-se diferença estatisticamente significativa apenas entre a mastigação habitual e as demais condições analisadas. Com base nessa observação, pode-se afirmar que o registro eletromiográfico, sem levar em conta o músculo ou o tempo, apresentou maior atividade na posição AMBA ($91,37\mu\text{V}$), sendo estatisticamente semelhante às condições AAPA ($84,81\mu\text{V}$) e AMIH ($83,10\mu\text{V}$). O menor valor médio EMG, por sua vez, foi produzido na condição MH ($53,76\mu\text{V}$) – Gráficos 1 e 2.

A análise do fator de variação *músculo* demonstrou ser relevante a diferença encontrada entre a porção anterior do músculo temporal ($63,78\mu\text{V}$) e o músculo masseter ($92,74\mu\text{V}$), sendo estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 1 e Gráficos 1 e 3).

A Tabela 1 mostra uma diferença estatística significativa, ao nível de 1% de probabilidade, em relação ao tempo. Para se esclarecer quais dentre as médias envolvidas na Análise de Variância seriam diferentes entre si, efetuou-se o teste

*Campos GM. GMC – Software, versão 8.1. Disponível em: URL: <http://www.forp.usp.br/restauradora/lab.html> [2002 jan 03].

complementar de Tukey (Tabela 3). Dessa análise, pode-se observar que o tempo de uso do aparelho produziu maiores valores eletromiográficos (Gráficos 2 e 3).

Houve diferença estatisticamente significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre as interações *condições experimentais x músculos x tempos* (Tabela 1). Para as demais interações, não houve significância estatística, traduzida pelo paralelismo das retas, que pode ser observado nos Gráficos 1, 2 e 3. O Gráfico 1 demonstra que as menores médias ocorrem na porção anterior do músculo

temporal (TA), na mastigação habitual (MH), e que o maior valor médio encontra-se no músculo masseter (MA), na condição Apertamento Molar Bilateral com Algodão (AMBA). No Gráfico 2, pode-se verificar que as menores médias ocorrem na MH, independentemente do tempo, e que o maior valor médio encontra-se no tempo T3 (um ano de tratamento) na condição AMBA. Ao se analisar o Gráfico 3, nota-se que as menores médias ocorrem no tempo T1 (inicial) na porção anterior do músculo temporal, e que o maior valor médio encontra-se em T3 no músculo

TABELA 1: Análise de Variância das médias dos valores originais

| Fonte da Variação | Soma de Quadrados | GL | Quadrado Médio | (F) | Prob. (F>F _α) |
|----------------------------|-------------------|-----|----------------|-------|---------------------------|
| Condição Experimental (CE) | 10020,3000 | 2 | 5010,1500 | 17,10 | 0,0001* |
| Músculo (M) | 10020,3000 | 1 | 10020,3000 | 34,20 | 0,0001* |
| Interação CE x M | 10020,3000 | 2 | 5010,1500 | 17,10 | 0,0001* |
| Resíduo I | 20040,6000 | 102 | 196,4764 | | |
| Tempo (T) | 21770,1000 | 2 | 10885,0500 | 36,41 | 0,0001* |
| Interação T x CE | 7401,7500 | 4 | 1850,4375 | 6,18 | 0,0001* |
| Interação M x T | 400,0000 | 2 | 200,0000 | 0,66 | 0,5199# |
| Interação CE x M x T | 601,0000 | 4 | 150,2500 | 0,49 | 1,7000# |
| Resíduo II | 100101,0000 | 204 | 490,6421 | | |
| Variação total | 72040,6000 | 410 | | | |

* significante ao nível de 1%; ** significante ao nível de 5%; n.s.- não significante

TABELA 2: Teste de Tukey: entre condições experimentais.

| EMG | MÉDIAS | VALOR CRÍTICO p(H0)=1% |
|------|------------|------------------------|
| AMBA | 91,37083 * | |
| AAPA | 84,81166 * | 16,12865 |
| AMIH | 83,10333 * | |
| MH | 53,75833 # | |

Obs: Símbolos iguais ao lado das médias indicam valores estatisticamente

TABELA 3: Teste de Tukey: entre tempos.

| Fator de variação: Tempo | Médias | Valor crítico de Tukey |
|--------------------------|-----------|------------------------|
| Um Ano (T3) | 86,53499+ | |
| Seis Meses (T2) | 78,21062# | 7,90569 |
| Inicial (T1) | 70,03749* | |

Obs: Símbolos diferentes ao lado das médias indicam significância estatística.

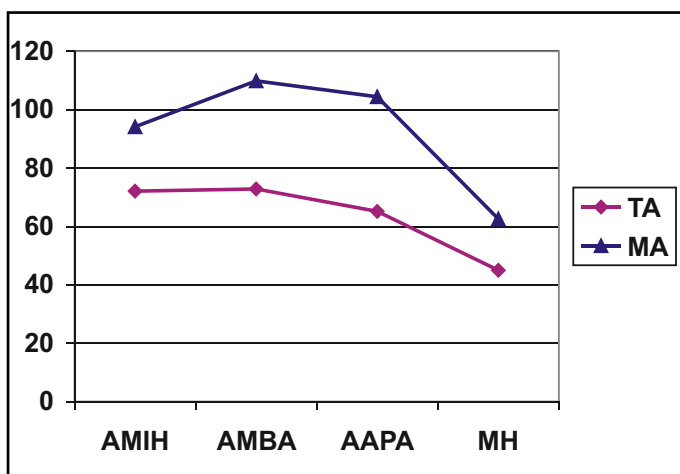


GRÁFICO 1: Comportamento dos músculos em função das condições experimentais.

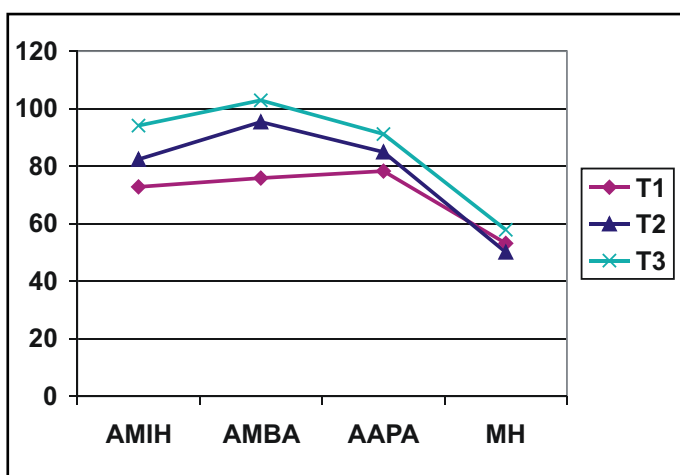


GRÁFICO 2: Comportamento dos tempos em relação às condições experimentais.

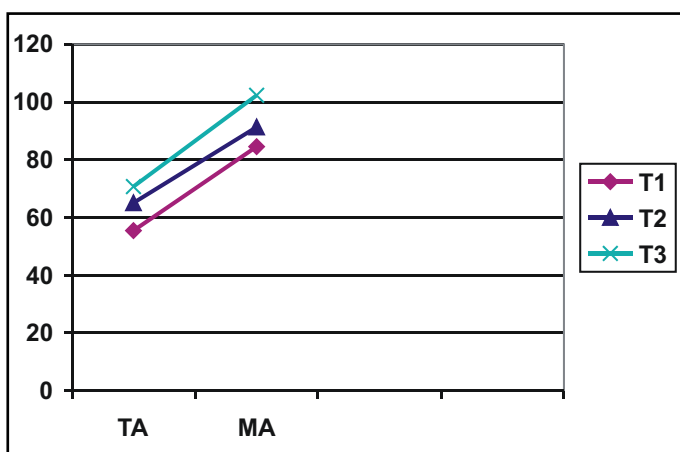


GRÁFICO 3: Comportamento dos tempos em função dos músculos.

masseter.

DISCUSSÃO

Os aparelhos funcionais têm sido indicados para interceptar ou corrigir a má-oclusão Classe II, por promoverem estímulo de crescimento mandibular, utilizando a própria musculatura do paciente para alterar a estrutura esquelética da face. Apesar dos vários tipos de aparelhos

funcionais existentes, a correção da má-oclusão é conseguida de maneira semelhante, ou seja, por otimização do crescimento mandibular, redirecionamento do crescimento maxilar e movimentos dentários (Bishara, Ziaja, 1989). São planejados para interferir ou eliminar a pressão anormal dos tecidos moles e orientar o padrão de crescimento craniofacial, tendo como princípio de ação transmitir as forças (contrações) musculares às estruturas dentoalveolares, por meio de modificações promovidas na posição funcional da mandíbula, que levam a alterações neuromusculares e esqueléticas compensatórias.

Existem algumas teorias para explicar as adaptações musculares ocorridas durante tratamento ortopédico funcional, tais como: 1. alongamento das fibras musculares ou tendões; 2. migrações das inserções ou mudanças nas dimensões dos músculos devido a deslocamento ósseo e rotações; 3. hipertrofia muscular. As alterações esqueléticas poderiam ser resultantes de: 1. adaptações morfológicas a um tônus muscular alterado; 2. mudanças na direção da tração exercida pelos músculos mastigatórios; 3. contração reflexa ou inervação recíproca (Pancherz, Anehus-Pancherz, 1980; Kayukawa, 1992; Stavridi, Ahlgren, 1992; Aggarwal *et al.*, 1999; Akkaya *et al.*, 2000); 4. tensão passiva derivada da viscoelasticidade dos tecidos moles (Noro *et al.*, 1994; Voudouris, Kuftinec, 2000).

A técnica Reabilitação Dinâmica Funcional dos Maxilares (RDFM) prevê soluções e respostas individualizadas para cada paciente (Lima, 1988; Lima, Soliva, 1999), por isso, nesta pesquisa, não se fez distinção entre os vários tipos de má-oclusão Classe II. Essa pode ter sido uma das razões para a variabilidade individual encontrada nos registros. O período de um ano de avaliação não foi suficiente para a completa reprogramação neuromuscular e correção da má-oclusão estudada. O tratamento tem um período de atuação variável de acordo com a idade, calcificação óssea (primária ou secundária), tempo de uso diário e ativações dos aparelhos. Portanto, a resposta fisiológica virá com a somatória desses fatores, sendo a duração média prevista em dois anos e meio de tratamento. No entanto, no reduzido período da pesquisa, as modificações morfológicas, estéticas e funcionais observadas poderiam ser atribuídas à ação dos aparelhos e não ao crescimento natural das crianças, conforme também considerado por Akkaya *et al.*, 2000.

Os estudos eletromiográficos (EMG) têm mostrado uma correlação entre a atividade dos músculos da mastigação e o padrão de crescimento craniofacial, ou seja, entre a função oclusal e a função muscular (Moyers, 1949; Jarabak, 1954; Ingervall, Thilander, 1974; Moss, 1975; Pancherz, 1980a; Lowe *et al.*, 1983; Miralles *et al.*, 1991; Kayukawa, 1992; Deguchi *et al.*, 1994; Harper *et al.*, 1997; Ueda *et al.*, 1998; Raadsheer *et al.*, 1999; Palomari *et al.*,

2002), o que motivou a utilização de aparelhos funcionais como possibilidade terapêutica e a avaliação funcional dos tratamentos.

Segundo Moss (1975), a melhor maneira de discriminação entre “oclusão normal” e má-oclusão é o registro da posição intercuspídica e, quando interpõe-se um aparato entre as arcadas, elimina-se a interferência oclusal e o padrão muscular tende a retornar à normalidade. Por essa razão, foi importante observar as mudanças ocorridas durante o tratamento, na situação de apertamento em máxima intercuspidação (AMIH). Registrou-se a atividade EMG na condição de apertamento molar bilateral com algodão (AMBA) para padronização e reprodutibilidade dos registros, com a eliminação das interferências de fatores biológicos, técnicos e oclusais (Ferrario *et al.*, 2000; Leung, Hägg, 2001).

Não houve diferença estatística significativa entre as médias EMG nas posições de apertamento dental (AMIH, AMBA e AAPA) devido, provavelmente, à semelhança nas funções exercidas pelos músculos elevadores durante essas condições experimentais.

Devido à diversidade de amostras, diferentes técnicas de registros e tipos de eletrodos usados, é difícil comparar os vários achados relatados na literatura (Pancherz, 1980a; Leung, Hägg, 2001).

Miralles *et al.* (1988), Stavridi, Ahlgren (1992) e Tallgren *et al.* (1998) também não encontraram diferenças significantes entre o apertamento voluntário máximo com ou sem aparelho na boca. Ahlgren (1978) observou que, durante o dia, o aparelho *activator* estimulava os músculos protrusores (masseter) e inibia os retrusores (temporal), porém as diferenças não foram significantes.

Uner *et al.* (1999) verificaram diminuição da atividade EMG durante apertamento voluntário máximo com o aparelho na boca, no registro inicial, e aumento no final do tratamento, enquanto que, quando os pacientes estavam sem o *activator*, essas mudanças foram quase insignificantes.

A comparação entre as condições experimentais mostrou diferença relevante entre a mastigação habitual e as outras posições. Isso pode ser explicado pelo fato de que, no apertamento máximo, ocorre um grande número de contatos oclusais e os músculos elevadores exercem atividade máxima durante todo o período do registro, em contração isométrica. Na mastigação, esses músculos trabalham somente no movimento de fechamento, apenas o suficiente para aproximar os dentes ao alimento interposto, com contração isotônica. Ingervall, Thilander (1974) observaram grande atividade dos músculos masseter e temporal durante a mordida máxima e menor atividade durante a mastigação. Pancherz (1980a) encontrou alta correlação positiva entre a posição de mordida máxima e

mastigação. Pancherz (1980b) verificou maior atividade do músculo temporal na mordida máxima do que na mastigação e, no masseter, esta diferença foi significativa apenas em crianças com oclusão normal. Para Vitti, Basmajian (1975, 1977), por sua vez, a participação desses músculos foi similar nestas funções.

Neste estudo houve diferença significativa entre os músculos, mostrando um predomínio do músculo masseter (92,74 μ V) sobre a porção anterior do músculo temporal (63,78 μ V). Isso se deve às características morfológicas e funcionais desses músculos. O masseter é um músculo potente, com função de força, enquanto que o temporal é mais de velocidade, sendo o primeiro a se contrair durante o fechamento mandibular, coordenando o movimento, como posicionador da mandíbula (Jarabak, 1954; Vitti, Basmajian, 1975, 1977; Harper *et al.*, 1997; Ueda *et al.*, 1998; Arita, 2000; Okeson, 2000).

Em pacientes com oclusão clinicamente normal, Jarabak (1954) observou que o músculo masseter foi o responsável pela força da mastigação. Vitti, Basmajian (1975) relataram maior contração no músculo masseter que no temporal, durante fechamento mandibular rápido e mastigação nos incisivos. Pancherz (1980b) verificou maior atividade no músculo masseter do que no temporal em indivíduos adultos, enquanto que, em crianças, não houve diferença significativa. Ueda *et al.* (1998) monitoraram a atividade dos músculos masseter, temporal e digástrico durante o dia e encontraram diferenças que indicam o papel distinto desses músculos nas funções orais. O músculo masseter é mais atuante durante mordida ou apertamento, enquanto que o temporal e o digástrico estabilizam a mandíbula. Raadsheer *et al.* (1999) constatarem maior contribuição do músculo masseter na variação da magnitude da força de mordida. Ferrario *et al.* (2000) verificaram que a atividade da porção anterior do músculo temporal foi maior que a do masseter, tanto no apertamento máximo com algodão, quanto no apertamento seguido de relaxamento.

Os trabalhos realizados em pacientes com má-oclusão Classe II também verificaram diferença entre os músculos masseter e temporal (Moyers, 1949; Jarabak, 1954). Pancherz, Anheus-Pancherz (1980) observaram que a atividade do músculo masseter foi menor antes e, após o tratamento, não houve diferença entre os músculos. Ahlgren (1978) notou um predomínio do músculo temporal em alguns casos, durante a posição intercuspídica, no início do tratamento, o que poderia ser considerado como fator etiológico da má-oclusão Classe II por um vetor de forças retrusivo. No estudo de Leung, Hägg (2001), apenas a atividade do músculo masseter reduziu no início e aumentou após seis meses, enquanto que a do temporal continuou no mesmo nível, mostrando diferentes respostas

desses músculos durante o tratamento.

Os resultados desta pesquisa mostraram um aumento estatisticamente significativo na atividade EMG de ambos os músculos entre os tempos inicial (T1) e um ano (T3) de tratamento, para as quatro condições experimentais avaliadas (AMIH, AMBA, AAPA e MH). No período de seis meses (T2), houve ligeira diminuição nos registros da mastigação, que se comportou de maneira diferente das demais condições, quando ocorreu um aumento progressivo durante o tratamento. Esse aumento na atividade dos músculos mastigatórios demonstrou o efeito funcional dos aparelhos da RDFM. A ativação coordenada dos expansores presentes nos aparelhos ortopédicos funcionais de Lima (1988) determina uma melhor conformação das bases ósseas, promovendo o alinhamento dental, e as mordidas construtivas posturais restabelecem o relacionamento maxilomandibular sagital e vertical ideal. A terapia e o desenvolvimento da dentição podem ter contribuído para um maior número de contatos dentais e estabilidade oclusal, o que resulta em maior atividade muscular.

Ahlgren (1978) sugeriu a expansão da arcada superior antes do tratamento com *activator* para evitar interferências oclusais e facilitar a posição mais protrusiva da mandíbula. Leung, Hägg (2001) atribuíram a instabilidade oclusal, modificações na dentição e uma vantagem mecânica diferente conferida pelo reposicionamento ósseo ou nova configuração esquelética como sendo fatores determinantes nas alterações musculares ocorridas durante tratamento ortopédico funcional.

Alguns estudos observaram menor atividade e/ou desequilíbrio muscular nos pacientes Classe II, em posição intercuspídica ou durante a mastigação, quando comparados aos indivíduos com oclusão clinicamente normal (Pancherz, 1980a). Os tratamentos promoveram um aumento EMG e normalização no padrão muscular (Moyers, 1949; Jarabak, 1954; Moss, 1975; Carels, Steenberghe, 1986; Miralles *et al.*, 1988; Throckmorton *et al.*, 1995; Zarrinkelk *et al.*, 1995, 1996).

Moss (1975) constatou que a atividade muscular, durante movimentos mandibulares, aumentou após tratamento da Classe II divisão 1 com aparelhos funcionais e, nos pacientes tratados com a técnica de Begg, observou-se uma atividade muscular bem menor. Os pacientes Classe II divisão 2 tratados com *activator* modificado apresentaram diminuição na atividade EMG do músculo temporal.

Pancherz, Anheus (1978) relacionaram maior atividade muscular com melhor eficiência mastigatória, e Pancherz (1980a, 1980b) considerou que o aumento na atividade EMG resultaria em um ganho funcional e na maturação do músculo masseter.

Pancherz, Anheus-Pancherz (1980) verificaram grande redução na atividade dos músculos temporal e masseter no início do tratamento, associada à falta de contato nos segmentos posteriores do arco dental; após três meses, chegou a valores próximos aos obtidos no pré-tratamento, e após seis meses houve aumento EMG na mordida máxima, coincidindo com a correção da má-oclusão Classe II. Leung, Hägg (2001) também notaram uma redução inicial na atividade do músculo masseter, em máxima intercuspidação, com a instalação do aparelho Herbst e um aumento após seis meses de tratamento.

Aggarwal *et al.* (1999) e Akkaya *et al.* (2000) observaram aumento após seis meses de tratamento com aparelho funcional, durante apertamento voluntário máximo, principalmente na atividade do músculo masseter.

Pesquisas realizadas antes e após cirurgia ortognática mostraram adaptação muscular (Harper *et al.*, 1997) e aumento na atividade dos músculos temporal e masseter, durante contração isométrica máxima – “força de mordida” (Throckmorton *et al.*, 1995; Zarrinkelk *et al.*, 1995, 1996), concluindo ter havido um ganho ou melhora funcional dos pacientes retrognatas. No entanto, Ingervall, Thüer (1991) e Tallgren *et al.* (1998) constataram diminuição na porção anterior do músculo temporal, em máxima intercuspidação, após um ano de tratamento. Para Yuen *et al.* (1990) e Di Gregorio (1992), a diminuição ocorreu em ambos os músculos, masseter e temporal. Após tratamento ortodôntico pré-cirúrgico (Thomas *et al.*, 1995) e no monitoramento por 24 horas (Miyamoto *et al.*, 1996) também houve diminuição na atividade muscular.

As alterações musculares ocorridas durante e após terapias ortodônticas ou, mais freqüentemente, nas ortopédicas, são consideradas como um importante fator nas modificações morfológicas e estéticas, assim como na estabilização dos tratamentos. Moss (1975) observou que pacientes que não tiveram a atividade muscular alterada durante o tratamento, apresentaram recidivas. Isso foi atribuído à falta de adaptação da musculatura às modificações oclusais. O autor recomendou que o tratamento dos casos de Classe II deve promover um relacionamento incisal que permita maior liberdade de movimento mandibular na direção anterior, melhorando a ação do músculo masseter.

Kayukawa (1992) encontrou diferenças na atividade EMG dos músculos masseter e temporal entre vários tipos de má-oclusão, e indicou uma avaliação clínica funcional para melhorar o tratamento ortodôntico e determinar o período de contenção mais apropriado após o tratamento. Foi também sugerido que o tratamento ortodôntico deveria incluir algum tipo de terapia miofuncional dinâmica, além da correção das anormalidades estruturais estáticas. Aggarwal *et al.* (1999) ressaltaram a importância do uso dos aparelhos funcionais em maior período diário para que

exercem sua efetividade terapêutica máxima, por meio de uma adaptação neuromuscular.

Segundo Dawson (1993) e Enlow, Hans (1998), as estruturas anatômicas e funcionais do sistema estomatognático são interdependentes e buscam um estado de equilíbrio, sendo que nenhuma parte pode ser modificada sem alterar o equilíbrio com as outras partes do sistema. A função mandibular ideal resulta de uma inter-relação harmoniosa de todos os músculos que movem a mandíbula. O tratamento clínico, realizado durante a fase de crescimento e desenvolvimento craniofacial, deve procurar estabelecer um novo padrão de equilíbrio que interfira na causa da anormalidade, considerando-se todos os fatores envolvidos e evitando-se recidivas ou insucessos.

A observação das mudanças ocorridas na atividade EMG dos músculos temporal (porção anterior) e masseter, durante terapia ortopédica funcional, reafirma a importância de uma avaliação funcional nos tratamentos das má-oclusões dentárias.

Os aparelhos da técnica Reabilitação Dinâmica e Funcional dos Maxilares, além de sua ação funcional de estimular a atividade dos músculos mastigatórios por meio de mordidas construtivas, possuem ação ortopédica e mecânica, promovendo aumento do perímetro ósseo e movimentos dentários.

Pesquisas complementares seriam necessárias para determinar se as mudanças funcionais foram decorrentes do

of Jaw - FDRJ). Ten patients with mixed dentition, age 6-12 years (mean 8.6), were studied in the following experimental conditions: 1- maximum intercuspal clenching (MIC); 2- bilateral molar clenching with cotton rolls (BMCR); 3- maximum clenching with appliance in the mouth (MCA), and 4- habitual chewing (HC). The EMG registrations were taken at just appliances insertion, at the end of six months, and after one year by therapy, using bipolar surface disk electrodes placed into the bilateral anterior portion of the temporal and media region of the masseter muscles. The mean values of the muscular activities were evaluated statistically through variance analysis and the complement of the test of Tukey. The results allow to conclude that: 1- the studied functions showed significant increase in muscular activity after first year of treatment; 2- there was no statistic difference among MIC, BMCR and MCA conditions, but these conditions were significantly different of the HC; 3- the activity of masseter muscle was statistically greater than anterior temporal muscle.

tratamento, do crescimento e desenvolvimento craniofacial, de ambos, ou ainda, elucidar se as alterações permanecerão após tratamento, período de contenção e proervação.

CONCLUSÕES

Pelos resultados conclui-se que:

A atividade EMG da porção anterior do músculo temporal e do músculo masseter aumentou significativamente após um ano de tratamento com aparatologia da técnica Reabilitação Dinâmica e Funcional dos Maxilares, durante apertamento intercuspídico máximo (sem e com aparelho ou algodão) e mastigação habitual.

Não houve diferença estatística entre as condições de apertamento intercuspídico, porém essas foram significativamente diferentes da mastigação habitual.

O músculo masseter apresentou atividade estatisticamente maior que a porção anterior do músculo temporal, em todas as funções estudadas.

Santos GTM dos, Vitti M, Santos PRM dos, Orsi IA, Mattos M da GC de, Semprini M, Regalo SCH. Electromyographic study in patients with class II malocclusion, during treatment with functional dynamic rehabilitation of jaw. J Bras Ortodon Ortop Facial 2004; 9(50):136-44.

The aim of this study was to evaluate the electromyographic (EMG) activity of the anterior temporal and masseter muscles, in subjects with an Angle Class II malocclusion, during treatment with functional orthopedic appliance (Functional Dynamic Rehabilitation of Jaw - FDRJ). Ten patients with mixed dentition, age 6-12 years (mean 8.6), were studied in the following experimental conditions: 1- maximum intercuspal clenching (MIC); 2- bilateral molar clenching with cotton rolls (BMCR); 3- maximum clenching with appliance in the mouth (MCA), and 4- habitual chewing (HC). The EMG registrations were taken at just appliances insertion, at the end of six months, and after one year by therapy, using bipolar surface disk electrodes placed into the bilateral anterior portion of the temporal and media region of the masseter muscles. The mean values of the muscular activities were evaluated statistically through variance analysis and the complement of the test of Tukey. The results allow to conclude that: 1- the studied functions showed significant increase in muscular activity after first year of treatment; 2- there was no statistic difference among MIC, BMCR and MCA conditions, but these conditions were significantly different of the HC; 3- the activity of masseter muscle was statistically greater than anterior temporal muscle.

KEYWORDS: Electromyography; Temporal muscle; Masseter muscle; Orthopedics; Malocclusion, Angle Class II.

REFERÊNCIAS

- Aggarwal P *et al.* Muscle response to the Twin-Block appliance: an electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 116(4):405-14.
- Ahlgren J. Early and late electromyographic response to treatment with activators. Am J Orthod 1978; 74(1):88-93.
- Akkaya S, Haydar S, Bilir E. Effects of spring-loaded posterior bite block appliance on masticatory muscles. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000; 118(2):179-83.
- Arita CA. Análise eletromiográfica e eletrognatográfica da estimulação neural elétrica transcutânea (TENS) em pacientes com dor-disfunção miofascial - Efeito sobre os valores da distância interoclusal e posição de repouso da mandíbula [Tese de Doutorado em Reabilitação Oral]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2000. 147f.
- Bishara SE, Ziaja RR. Functional appliance: a review. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989; 95(3):250-8.
- Burdette BH, Gale EN. Reliability of surface electromyography of the masseteric and anterior temporal areas. Arch Oral Biol 1990; 35(9):747-51.
- Buxbaum J, Mylinski N, Parente FR. Surface EMG reliability using spectral analysis. J Oral Rehabil 1996; 23(11):771-5.
- Carels C, Van Steenberghe D. Changes in neuromuscular reflexes in the masseter. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1986; 90(5):410-9.
- Cecere F, Ruf S, Panchez H. Is quantitative electromyography reliable? J Orofacial Pain 1996; 10(1):38-47.
- Cheida AP. Hiperbolóide - instrumento de mastigação. J Bras Ortodon Ortop Maxilar 1997; 2(11):49-53.
- Cheida AP. Hiperbolóide - instrumento de mastigação. 2ª ed. Santa Bárbara D' Oeste; 1998. 22p.
- Dahlström L. Electromyographic studies of craniomandibular disorders: a review of the literature. J Oral Rehabil 1989; 16(1):1-20.
- Dawson PE. Conceito de odontologia integral. In: Dawson PE. Avaliação, diagnóstico e tratamento dos problemas oclusais. 2ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 1993. Cap.1, p.1-14.
- Deguchi T, Kumai T, Garetto L. Statistics of differential EMG for normal occlusion and class II malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994; 105(1):42-8.
- Di Gregorio VL. Análise eletromiográfica dos mm. masseter e temporal anterior de crianças com maloclusão (classe I e classe II) tratadas com aparelho ortopédico funcional [Dissertação de Mestrado em Ciências]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 1992. 108f.
- Enlow DH, Hans MG. Visão geral do crescimento e desenvolvimento craniofacial. In: Enlow DH, Hans MG. Noções básicas sobre crescimento facial. São Paulo: Santos; 1998. Cap.1, p.1-17.
- Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. J Oral Rehabil 2000; 27(1):33-40.
- Food and Drug Administration (FDA). Center for devices and radiological health. Final decisions rendered for September 1999, N°:K992694. Disponível em: URL: <http://www.fda.gov/cdrh/510k/su>

- msep99.html [2001 maio 11].
- Gomes S, Gomes VF, Gomes S. Técnica funcional Gomes – ortopedia facial. Curitiba: Maio; 1999. Fascículos.
- Harper RP, Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 1997; 55(3):225-33.
- Ingervall B, Thilander B. Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscle. *J Oral Rehabil* 1974; 1(2):131-47.
- Ingervall B, Thüer U. Temporal muscle activity during the first year of class II, division 1 malocclusion treatment with an activator. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 99(4):361-8.
- Jarabak JR. The adaptability of the temporal and masseter muscles. An electromyographical study. *Angle Orthod* 1954; 24(4):193-212.
- Jankelson RR. Scientific rationale for surface electromyography to measure postural tonicity in dental patients. *J Craniomandibular Pract* 1990; 8(3):207-9.
- Kayukawa H. Malocclusion and masticatory muscle activity: a comparison of four types of malocclusion. *J Clin Pediatr Dent* 1992; 16(3):162-77.
- Leung DK, Hägg U. An electromyographic investigation of the first six months of progressive mandibular advancement of the Herbst appliance in adolescents. *Angle Orthod* 2001; 71(3):177-84.
- Lima MV. Reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares sem extração. Rio de Janeiro: Quintessence Books; 1988. 246p.
- Lima MV. Atlas de casuística da técnica "Reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares sem extração". Rio de Janeiro: Quintessence Books; 1992. 172p.
- Lima MV, Soliva H. Reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares sem extrações. 3ª ed. Rio de Janeiro: Pedro I; 1999. 176p.
- Lowe AA, Takada K, Taylor LM. Muscle activity during function and its correlation with craniofacial morphology in a sample of subjects with class II, division 1 malocclusions. *Am J Orthod* 1983; 84(3):204-11.
- Lund JP, Widmer CG. An evaluation of the use of surface electromyography in the diagnosis, documentation, and treatment of dental patients. *J Craniomandib Disord* 1989; 3(3):125-37.
- Miralles R *et al.* Influence of the activator on electromyographic activity of mandibular elevator muscle. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94(2):97-103.
- Miralles R *et al.* Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod* 1991; 61(4):277-84.
- Mohl ND, Lund JP, Widmer CG, Mc Call Junior WD. Devices for the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. Part II: Electromyography and sonography. *J Prosthet Dent* 1990; 63(3):332-5.
- Moss JP. Function - fact or fiction? *Am J Orthod* 1975; 67(6):625-46.
- Moyers RE. Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle class II, division 1 malocclusion: an electromyographic analysis. *Am J Orthod* 1949; 35(11):837-57.
- Moyers RE. Ortodontia. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991. 483p.
- Noro T, Tanne K, Sakuda M. Orthodontic forces exerted by activators with varying construction bite heights. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105(2):169-79.
- Okeson JP. Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão. 4ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 2000. 500p.
- Palomari ET *et al.* Electromyographic study of the masseter muscle in individuals with class II malocclusion. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2002; 42(2):71-7.
- Pancherz H, Anehus M. Masticatory function after activator treatment. An analysis of masticatory efficiency, occlusal contact conditions and EMG activity. *Acta Odontol Scand* 1978; 36(5):309-16.
- Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod* 1980a; 77(6):679-88.
- Pancherz H. Temporal and masseter muscle activity in children and adults with normal occlusion. An electromyographic investigation. *Acta Odontol Scand* 1980b; 38(6):343-8.
- Pancherz H, Anehus-Pancherz M. Muscle activity in class II, division 1 malocclusion treated by bite jumping with the Herbst appliance. An electromyographic study. *Am J Orthod* 1980; 78(3):321-9.
- Raadsheer MC, Van Eijden TMGJ, Van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude. *J Dent Res* 1999; 78(1):31-42.
- Santos PRM. A lógica do bom senso em reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares sem extrações. Ribeirão Preto: [s.n.] 1996. 59p.
- Santos PRM, Santos GTM. Reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares (sem extrações). Tratamento das má-oclusões de classe II, divisão 1, com mordidas construtivas posturais. *J Bras Ortodon Ortop Maxilar* 1998; 3(13):35-41.
- Santos PRM, Santos GTM. Reabilitação dinâmica e funcional dos maxilares: normatização de procedimentos. São Paulo: Santos; 2001. 103p.
- Sodré AS, Teramoto L, Okazaki LK. A sobremordida na classe II divisão 1: diagnóstico e tratamento. *J Bras Ortodon Ortop Maxilar* 1998; 3(15):72-9.
- Stavridi R, Ahlgren J. Muscle response to the oral-screen activator. An EMG study of the masseter, buccinator, and mentalis muscle. *Eur J Orthod* 1992; 14(5):339-49.
- Tallgren A, Christiansen RL, Ash Jr MM, Miller RL. Effects of a myofunctional appliance on orofacial muscle activity and structures. *Angle Orthod* 1998; 68(3):249-58.
- Thomas GP, Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP. The effects of orthodontic treatment on isometric bite forces and mandibular motion in patients before orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53(6):673-8.
- Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP. Functional characteristics of retrognathic patients before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53(8):898-908.
- Tukasan PC, Magnani MBA, Nouer DF. Tratamento precoce da maloclusão classe II, 1ª divisão – Revisão da literatura. *J Bras Ortodon Ortop Maxilar* 1998; 3(15):67-71.
- Ueda HM *et al.* Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. *Angle Orthod* 1998; 68(3):233-8.
- Uner O, Darendeliler N, Bilir E. Effects of an activator on the masseter and anterior temporal muscle activities in class II malocclusions. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 23(4):327-32.
- Vitti M, Basmajian JV. Muscles of mastication in small children: an electromyographic analysis. *Am J Orthod* 1975; 68(4):412-9.
- Vitti M, Basmajian JV. Integrated action of masticatory muscles: simultaneous EMG from eight intramuscular electrodes. *Anat Rec* 1977; 187(2):173-89.
- Voudouris JC, Kufinec MM. Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117(3):247-66.
- Yuen SWH, Hwang JC, Poon PWF. Changes in power spectrum of electromyograms of masseter and anterior temporal muscles during functional appliance therapy in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 97(4):301-7.
- Zarrinkelk HM, Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP. Functional and morphologic alterations secondary to superior repositioning of the maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53(11):1258-67.
- Zarrinkelk HM, Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP. Functional and morphologic changes after combined maxillary intrusion and mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54(7):828-37.

Recebido para publicação em: 25/10/02.

Enviado para análise em: 20/06/03.

Aceito para publicação em: 04/08/03.