ANDRÉ LUÍS BOTELHO

VERSÃO CORRIGIDA

**Avaliação da fadiga neuromuscular por meio da análise de frequência do sinal
eletromiográfico de sujeitos controle e pacientes acometidos por disfunção
temporomandibular tratados com placa oclusal resiliente e rígida**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo para obtenção do grau de Doutor em Odontologia na área de Odontologia Restauradora.

Orientador: Marco Antonio Moreira Rodrigues da Silva

Ribeirão Preto

2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Botelho, André Luís

Avaliação da fadiga neuromuscular por meio da análise de frequência do sinal eletromiográfico de sujeitos controle e pacientes acometidos por disfunção temporomandibular tratados com placa oclusal resiliente e rígida.

89 p. : il. ; 30cm

Versão corrigida da Tese. A versão original se encontra disponível na Biblioteca da Unidade sede do Programa. Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Odontologia Restauradora.

Orientador: Rodrigues-da-Silva, Marco Antonio Moreira.

1. Eletromiografia. 2. Disfunção Temporomandibular. 3. Fadiga Neuromuscular. 4. Músculos da Mastigação.

Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Eletromiografia do Sistema Estomatognático do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo.

BOTELHO A.L. Avaliação da fadiga neuromuscular por meio da análise de frequência do sinal eletromiográfico de sujeitos controle e pacientes acometidos por disfunção temporomandibular tratados com placa oclusal resiliente e rígida.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

BANCA EXAMINADORA

Aprovado em ____/____/____

1) Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

“Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco; à medida que vamos adquirindo conhecimentos, instala-se a dúvida”

Johann Goethe

Dedicatória

À Deus, permanente luz do meu caminho.

*Aos meus pais, Ivan e Sandra, exemplos de carinho e
Renúncia a favor dos filhos, que foram e ainda o são peça
chave de
Minha formação. Acreditaram, contribuíram e compartilharam
com
A idealização de meus sonhos, sem permitir que nada me
faltasse.*

*Ao meu irmão, Ivan, companheiro de perseverança
E busca por realizações pessoais. O fato de ser meu irmão
já basta para os meus motivos de orgulho e alegria.*

*Aos meus avôs Odete, Joana e Reinaldo. A presença de vocês
foi constante
Em meus pensamentos. A disponibilidade e o afeto de vocês por
mim.*

Me alimenta de um sentimento de gratidão imensurável.

*Fazemos juntos, parte de um todo, e é a vocês que dedico este
Trabalho.*

Agradecimentos Especiais

Ao Prof. Dr. **Marco Antônio Moreira Rodrigues da Silva**, mestre insubstituível.
Meu carinho, admiração e respeito, que soube reger com sabedoria e discernimento
o seu orientado.

*“Há os homens que lutam um dia;
e por isso são bons;
Há aqueles que lutam muitos dias;
E por isso são muito bons;
Há aqueles que lutam anos;
E são melhores ainda;
Porém há aqueles que lutam toda vida;
Esses são imprescindíveis”*

Bertold Brecht

Ao Dr. **Rodrigo Gonçalves Soares** pela amizade, companhia e confiança.
Agradeço com veemência a sua ajuda e amizade.

Ao Prof. Dr. **Marcelo Oliveira Mazzetto** pela atenção, conselhos, ajuda e
amizade em todos os momentos.

A Profa. Dra. **Chiarella Sforza** pelos ensinamentos e amizade que
contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

A amiga **Melissa Oliveira Melchior**, funcionária do departamento de
Odontologia Restauradora da FORP-USP, Ribeirão Preto, por ter colaborando em
parte da execução desse trabalho. A você, minha profunda gratidão e amizade.

A Profa. Dra. **Cláudia Maria de Felício** pelos ensinamentos que contribuíram
para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimentos

A todos os professores da FORP- USP. Especialmente aos do Departamento de Odontologia Restauradora. Muitíssimo obrigado pela disponibilidade, amizade e principalmente pela imprescindível contribuição na minha formação.

À minha família em Mogi Mirim – SP, pela referência de uma vida simples e consistente.

A todos os funcionários da FORP- USP. Especialmente aos Srs. Carlos, Rosângela, Maria Isabel, Maria Amália, Luiza, Patrícia e Reginaldo pelo carinho e dedicação que sempre prontamente me atenderam.

Aos meus inicialmente colegas e agora amigos de Curso de Pós-Graduação: **Ana Paula, Walter, Giovana, Carolina, Cesar, Daniel, Kelly, Mateus, Sandra e Flávio.** E as amigas fonoaudiólogas **Fernanda, Ana Paula, Gislaine, Vanessa, Bárbara e Claudinha.** Muito obrigado pelo convívio e por poder aprender com vocês.

As pessoas amigas como **Lucas, Deivid, Daniel, Diogo, Rodrigo, Renata e Erick.** Obrigado por terem participado desta etapa da minha vida e por amenizarem o fenômeno “saúde de casa”. A vocês, minha profunda gratidão e amizade.

Aos alunos de graduação da FORP-USP, com quem pude aprender durante a realização do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino – PAE.

A Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, FORP- USP. Por ter me recebido na graduação e pós-graduação. Muito obrigado por possibilitar a mim e a demais brasileiros uma formação profissional sólida e de qualidade.

A **Capes**, pelo apoio financeiro tornando exequível este trabalho.

Muito obrigado ainda a todas as pessoas que tenham auxiliado direta ou indiretamente este projeto.

Meus sinceros agradecimentos.

Resumo

RESUMO

BOTELHO, A. L. **Avaliação da fadiga neuromuscular por meio da análise de frequência do sinal eletromiográfico de sujeitos controle e pacientes acometidos por disfunção temporomandibular tratados com placa oclusal resiliente e rígida.** 2012. Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

A incapacidade de produzir repetidamente no tempo um determinado nível de força ou potência muscular designa-se por fadiga neuromuscular. A etiologia da fadiga muscular tem atraído o interesse de pesquisadores há mais de um século. Contudo, os seus agentes e locais definitivos permanecem ainda por serem identificados. Este trabalho teve por objetivo avaliar a fadiga neuromuscular por meio da análise de frequência do sinal eletromiográfico dos músculos masseter e temporal anterior de ambos os lados em 3 grupos distintos: sujeitos saudáveis assintomáticos para disfunção temporomandibular (DTM), pacientes acometidos por DTM tratados com placa oclusal resiliente e pacientes acometidos por DTM tratados com placa oclusal rígida. Para isso, participaram da pesquisa 100 sujeitos assintomáticos para DTM e 30 pacientes com DTM subdivididos em 2 grupos: tratados com placa rígida tipo FARC; e tratados com placa resiliente. Todos realizaram exame eletromiográfico antes e após o tratamento com placa oclusal. Os resultados demonstraram que houve diferenças estatisticamente significantes na comparação da taxa de fadiga avaliada antes e após o tratamento com placa oclusal, tanto para o grupo Placa FARC como para o grupo Placa Soft. Houve diminuição da taxa de fadiga após o tratamento com placa para os músculos masseter esquerdo e temporal anterior direito para o grupo Placa Soft; e diminuição da taxa de fadiga após o tratamento para o músculo temporal anterior esquerdo para o grupo Placa FARC. Pode-se

concluir que o tratamento com ambos tipos de placa oclusal foi eficiente na redução da taxa de fadiga neuromuscular em pacientes acometidos por DTM.

Palavras-chave: eletromiografia, disfunção temporomandibular, fadiga neuromuscular, músculos da mastigação

Abstract

ABSTRACT

Botelho, A. L. **Assessment of neuromuscular fatigue by frequency analysis of the electromyographic signal of the control subjects and patients suffering from temporomandibular disorders treated with occlusal splints resilient and rigid.** 2012. Thesis (PhD in Restorative Dentistry) - Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

The repeated failure to produce in time a certain level of strength or muscle power is called neuromuscular fatigue. The etiology of muscle fatigue has attracted the interest of researchers for over a century. However, their agents and local definitive remain yet to be identified. This work aimed to evaluate neuromuscular fatigue by frequency analysis of the electromyographic signal of the masseter and anterior temporal muscles of both sides in three different groups: healthy subjects asymptomatic for temporomandibular disorders (TMD), patients suffering from TMD treated with resilient occlusal splint and patients suffering from TMD treated with rigid occlusal splint. For this, 100 subjects asymptomatic for TMD participated in the survey and 30 patients with TMD subdivided into 2 groups: treated with rigid splint type FARC, and treated with resilient splint. All electromyographic examinations performed before and after treatment with occlusal splint. The results showed that statistically significant differences when comparing the rate of fatigue assessed before and after treatment with occlusal appliance, for both groups. There was a decrease in the rate of fatigue after treatment with occlusal splint to the left masseter and right anterior temporal in the group Soft Splint; and decrease in the rate of fatigue after treatment for left anterior temporal muscle to the group FARC Splint. It can be concluded that treatment with both types of occlusal splint was effective in reducing the rate of neuromuscular fatigue in patients affected by TMD.

Keywords : electromyography, temporomandibular disorders, neuromuscular fatigue, muscles of mastication.

Sumário

Sumário

Resumo

Abstract

I. Introdução	23
Disfunção Temporomandibular.....	23
Fadiga Neuromuscular.....	24
Análise no domínio de frequências.....	27
Transformada Rápida de Fourier e Densidade Espectral de Energia.....	28
Eletromiografia.....	28
Origem do Sinal Eletromiográfico.....	29
II. Proposição.....	33
II.a. Objetivo Geral.....	33
II.b. Objetivos Específicos.....	33
III. Materiais e Método.....	37
1. Amostra.....	37
Grupo Controle.....	37
Grupo DTM	37
2. Procedimentos de Avaliação.....	39
2.1- Anamnese e Exame Clínico.....	39
3. Tratamento da DTM.....	40
3.1- Grupo Placa FARC.....	40
3.2 – Grupo Placa Soft.....	41
3.3 – Protocolo de Uso da Placa.....	42
4. Análise Eletromiográfica.....	43
4.1- Registro Eletromiográfico.....	44
5- Análise de Frequência.....	49

6- Análise Estatística dos Dados.....	52
IV. Resultados.....	55
V. Discussão.....	63
Eletromiografia de Superfície.....	63
Tratamento da DTM.....	64
VI. Conclusão.....	71
VII. Referências Bibliográficas.....	75
Anexos.....	85

1. Introdução

I. Introdução

Disfunção Temporomandibular

Estudos epidemiológicos têm mostrado uma estimativa que 20 a 25% da população apresenta sintomas de disfunção temporomandibular (DTM) (MAILLOU, CADDEN e LOBBEZOO, 2010). A DTM é caracterizada por um conjunto de sinais e sintomas, dentre os quais estão dor nas articulações temporomandibulares (ATM) e na área pré-auricular e/ou musculatura mastigatória, limitação nos movimentos mandibulares de extensão, ruídos articulares durante a função mandibular, além de dor eliciada por palpação e relação estática e dinâmica anormal (DWORKIN et al., 1990a). São também comuns os sintomas otológicos, como otalgia, vertigem, zumbido (DE FELÍCIO et al., 2006), e a presença de sinais de fadiga neuromuscular em repouso e/ou em função (FELÍCIO, 2002; FELÍCIO, MAZZETTO e DOS SANTOS, 2002).

Apesar de ser um problema que há muito tempo vem sendo estudado, permanecem controvérsias na literatura à respeito de sua etiologia, diagnóstico e tratamento. A etiologia da DTM tem sido atribuída a fatores oclusais, neuromusculares e emocionais (RAMFJORD e ASH, 1972; PULLINGER et al., 1988a,b; OKESON, 1992; MONGINI, 1989; ZARB et al 2000), associados ou não.

Os pacientes com DTM estão tornando uma parte considerável dos pacientes encaminhados para clínicas odontológicas. Nestes pacientes, dor e incapacidade não se limitam ao sistema estomatognático, influenciam negativamente a qualidade de vida (TARTAGLIA et al., 2011).

Estudos epidemiológicos tem demonstrado que o apertamento detal é um fator de risco para dor muscular (MACFARLANE et al., 2001; HUANG et al., 2002;

VELLY et al., 2003). Indivíduos que apresentam hábitos parafuncionais mantêm os dentes em contato por mais tempo que indivíduos saudáveis (CHEN et al., 2007). Estudos previos sobre a sobrecarga nos músculos mastigatórios pelo prolongado apertamento dental sob condições experimentais levaram a achados conflitantes. Vários estudos mostram que a sustentação da contração estática dos músculos mastigatórios resulta em dor insuportável e fadiga, o que previniria o indivíduo de continuar o apertamento dental (CLARK e CARTER, 1985; CLARK et al., 1989; CHRISTENSEN, 1989), pois a dor e a fadiga cessam rapidamente com o fim do apertamento (SVENSSON e ARENDT-NIELSEN, 1996). No entanto, outros estudos mostraram evidências de que a contração estática prolongada pode reduzir significativamente a força de mordida e a capacidade de abertura bucal (SVENSSON et al., 2001), e induzir dor muscular, achados comuns na DTM (GLAROS et al., 1998; GLAROS e BURTON, 2004).

Fadiga Neuromuscular

Uma das principais características do sistema neuromuscular é a sua capacidade adaptativa crônica, uma vez que quando sujeito a estímulos como a imobilização, o treino ou perante o efeito do envelhecimento, pode adaptar-se às exigências funcionais (ENOKA e STUART, 1992). Da mesma forma, consegue adaptar-se a alterações agudas, tais como as associadas ao esforço prolongado ou intenso, sendo uma das mais conhecidas o fenômeno habitualmente referido como fadiga neuromuscular (ENOKA e STUART, 1992).

O tecido muscular esquelético possui a capacidade de produzir níveis elevados de força quando ativado. A incapacidade de produzir repetidamente no tempo um determinado nível de força ou potência muscular designa-se por fadiga

neuromuscular, fenômeno que pode manifestar-se de forma aguda e que pode persistir durante dias ou mesmo semanas (ENOKA e STUART, 1992; GREEN, 1997; ASCENSÃO et al. 2003). A etiologia da fadiga neuromuscular tem atraído o interesse de pesquisadores há mais de um século. Contudo, os seus agentes e locais definitivos permanecem ainda por serem identificados. As causas da fadiga neuromuscular durante o exercício residem nas regiões corticais e sub-corticais (fadiga de origem central) e ao nível do tecido muscular esquelético (fadiga de origem periférica) (ASCENSÃO et al. 2003).

A fadiga neuromuscular pode resultar de alterações da homeostasia no próprio músculo esquelético, ou seja, o resultado do decréscimo da força contrátil independentemente da velocidade de condução do impulso neural, habitualmente designada de fadiga com origem predominantemente periférica. Pode também ser o resultado de alterações do *input* neural que chega ao músculo, traduzida por uma redução progressiva da velocidade e frequência de condução do impulso voluntário aos motoneurônios durante o exercício, normalmente denominada de fadiga com origem predominantemente central (ASCENSÃO et al 2003)

Parece razoável associar, pelo menos em parte, a fadiga de origem predominantemente central com a variação das concentrações de glicose sanguínea, de aminoácidos de cadeia ramificada e da síntese de alguns neurotransmissores. Em relação à fadiga periférica, as evidências experimentais têm demonstrado que reduções nas concentrações mioplasmáticas de cálcio comprometem a tensão gerada pelas fibras durante contrações musculares induzidas por estimulações de frequência elevada. Por outro lado, as alterações nas concentrações de H⁺, lactato, Pi, ADP ou ATP, embora influenciem a produção de

força pelas fibras musculares, não parecem apresentar-se como fatores determinantes da fadiga (ASCENSÃO et al. 2003).

Além de estudos relacionados com a identificação da sua etiologia na perspectiva da melhoria da performance no esporte de alto rendimento (ALLEN, LÄNNERGREN e WESTERBLAD, 1995; BANGSBO, 1997; MCKENNA, 1992; NOAKES, 2000), muitos estudos de fadiga têm sido realizados no âmbito da recuperação funcional de sujeitos com patologias ou lesões em determinadas estruturas do sistema nervoso (CASTRO et al. 2000; LINDEMAN et al. 1999) e em sujeitos com patologias neuromusculares (DROST et al. 2001; KENT-BRAUN e MILLER 2000; PAGALA et al. 1993, SUNNERHAGEN et al. 2000) como, por exemplo, na DTM. Alguns estudos (MIZRAHI, VERBITSKY e ISAKOV, 2000a; MIZRAHI, VERBITSKY e ISAKOV, 2000b, MIZRAHI, VERBITSKY e ISAKOV, 2001, MIZRAHI et al., 2000; PINNIGER, STEELE, GROELLER, 2000; VOLOSHIN et al., 1998) relacionaram as alterações de parâmetros cinemáticos induzidas pela fadiga na identificação de fatores de risco para ocorrência de lesões de sobrecarga. O papel da fadiga neuromuscular na variação da proprioceptividade (ADLERTON e MORITZ, 1996; GURNEY, MILANI e PEDERSEN, 2000; MYERS et al., 1999) e do controle motor (JOHNSTON et al., 1998; MYERS et al., 1999) tem sido, também, relacionados à idade (PAGALA et al., 1998) e sexo dos sujeitos (HICKS, KENT-BRAUN e DITOR, 2001; PINCIVERO et al., 2000a, PINCIVERO et al., 2000b; SEMMLER, KUTZSCHER e ENOKA, 1999) na manifestação dos padrões de ativação (PINNIGER, STEELE, GROELLER, 2000) e coativação (HAUTIER et al., 2000) de alguns grupos musculares.

A utilização de técnicas eletromiográficas tem-se constituído como uma das metodologias mais valiosas no estudo da identificação de algumas manifestações de

fadiga neuromuscular a partir da análise de alguns dos seus indicadores. Dadas as limitações inerentes a cada um dos modelos experimentais existentes, tem sido recomendado alguns cuidados na interpretação dos resultados e, consequentemente, na identificação dos mecanismos e locais definitivos da fadiga neuromuscular (ASCENSÃO et al. 2003).

Análise no domínio de frequências

A informação representada no domínio de frequências é um método alternativo, caracterizado pela determinação do conteúdo das frequências do sinal EMG. Este método geralmente envolve a determinação do espectro de frequências através da transformada de Fourier. Qualquer sinal contínuo real pode ser expresso em uma combinação de funções, necessárias para duplicar o sinal. Como os sinais biológicos associados ao movimento humano não são funções puras, faz-se necessário, combinar várias funções diferentes para representar o sinal EMG (DELSYS, 2006; ENOKA 2000; HERMENS e FRERIKS, 2000).

Enoka (2000) apresenta três características que influenciam o conteúdo de frequências caracterizadas por: taxa de disparo das unidades motoras (UMs), tempo relativo de disparo dos potenciais de ação por diferentes UMs e forma dos potenciais de ação. O mais significativo fator é a forma dos potenciais de ação, pois a taxa de disparo tem mínima influência. Pelo fato do sinal EMG possuir uma grande quantidade de potenciais de ação variando em forma, o conteúdo de frequências do sinal EMG varia entre 1-500 HZ. Uma das principais razões para os potenciais de ação alterarem sua forma, são as diferentes distâncias entre as fibras ativas e o eletrodo. Quando a forma dos potenciais de ação se alteram, suas frequências também mudam. Isto acontece frequentemente em contrações até a fadiga, com um

declínio dos potenciais de ação em amplitude e aumento em sua duração, alterando desta forma para a esquerda, o espectro de densidade de potência (power spectrum density, PSD), e consequentemente, modificando a média e a mediana das frequências (ENOKA, 2000; HERMENS e FRERIKS, 2000).

Transformada Rápida de Fourier e Densidade Espectral de Energia

Geralmente, a análise de frequências envolve a determinação do espectro de frequências via Transformada Rápida de Fourier (FFT), e então obtem-se a análise de densidade espectral de energia (PSD). O PSD pode ser utilizado para calcular as frequências médias e medianas e o comprimento de banda do sinal EMG (DE LUCA, 1997). Técnicas de análise espectral são frequentemente utilizadas para descrever as características das frequências do sinal EMG. Para sinais EMG de superfície, as frequências do espectro possuem média de aproximadamente 120 Hz, e um valor da mediana em torno de 100 Hz (ROBERTSON, 2004).

Eletromiografia

O estudo da função muscular através da análise do sinal elétrico emitido pelo músculo esquelético designa-se, habitualmente, por eletromiografia (EMG) (ASCENSÃO et al. 2003). O padrão de contração de músculos pares pode ser investigado usando eletromiografia (EMG) de superfície. A EMG se constitui de um dispositivo de diagnóstico o qual envolve a detecção e registros dos potenciais elétricos das fibras musculares esqueléticas (SINDERBY et al, 1998). Isto torna possível saber quando e como um músculo é ativado e ainda determinar como se estabelece a coordenação de diferentes músculos envolvidos no movimento (MARCHIORI e VITTI, 1996).

O registro eletromiográfico requer um sistema que compreende os eletrodos que capturam os potenciais elétricos (atividade) do músculo em contração (Fase de Entrada da Informação); um amplificador, que processa o pequeno sinal elétrico (Fase de Processamento); um decodificador, que permite a visualização gráfica e/ou audição dos sons o que permitirá a completa análise dos dados (Fase de Saída de Informação). A instrumentação eletromiográfica está relacionada com 4 itens distintos: (1) a origem do sinal, (2) o transdutor utilizado na detecção do sinal (eletrodo), (3) o amplificador, e (4) o circuito de processamento do sinal.

Origem do Sinal Eletromiográfico

A eletromiografia permite o estudo da atividade da unidade motora. As unidades motoras se compõem de uma célula do corno anterior, um axônio, suas junções neuromusculares, e todas as fibras musculares inervadas por este axônio. Cada axônio conduz um impulso à todas fibras musculares inervadas por ele, fazendo com que sofram despolarização de modo relativamente simultâneo. A despolarização produz atividade elétrica, a qual é captada pelo eletrodo (SODERBERG e COOK, 1984; ENOKA, 2000).

O desenvolvimento da tecnologia de registro eletromiográfico na detecção dos potenciais elétricos produzidos durante a atividade muscular dinâmica e estática, assim como os procedimentos de armazenamento, processamento e quantificação do sinal, têm permitido o uso, cada vez mais massivo da EMG em diferentes áreas, das quais se destacam a neurologia, a neurofisiologia, a neurocirurgia, a ortopedia, a reabilitação, a ergonomia, a biomecânica, a medicina desportiva (CLARYS e CABRI, 1993) e a odontologia.

2. Proposição

II. Proposição

II.a. Objetivo Geral

Avaliar a fadiga neuromuscular por meio da análise de frequência do sinal eletromiográfico dos músculos masseter e temporal anterior de ambos os lados em 3 grupos distintos: sujeitos saudáveis assintomáticos para disfunção temporomandibular, pacientes acometidos por disfunção temporomandibular tratados com placa oclusal resiliente e pacientes acometidos por disfunção temporomandibular tratados com placa oclusal rígida.

II.b. Objetivos Específicos

- Comparar a taxa de fadiga dos músculos masseter e temporal anterior nos testes de máxima contração voluntária com e sem rolos de algodão entre os 3 grupos analisados antes e após o tratamento com placa oclusal afim de verificar o efeito do tratamento em relação à fadiga neuromuscular.

3. Materiais e Método

III. Materiais e Método

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Eletromiografia do Sistema Estomatognático (LAPESE) do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP.

1. Amostra

Grupo Controle

Participaram do estudo 100 sujeitos adultos jovens sem sinais e sintomas de desordem temporomandibular (DTM) com idades entre 18 e 25 anos, do sexo masculino e feminino selecionados entre estudantes da Universidade de São Paulo, campus Ribeirão Preto, dispostos a participar da investigação. Todos foram esclarecidos dos objetivos e métodos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética local, processo número 2008.1.153.58.2.

Critérios de Inclusão

Todos os sujeitos saudáveis com dentição permanente completa e sadia incluindo os segundos molares (pelo menos 28 dentes), com relação molar e canino em classe I de angle bilateral (± 1 mm) e overjet e overbite variando entre 2 a 5 mm.

Critérios de Exclusão

Limitação nos movimentos excursivos da mandíbula, presença de mordida cruzada anterior e/ou posterior, restaurações fundidas com cobertura de cúspides, história de traumas, tumores ou cirurgia craniofaciais, presença de disfunção temporomandibular ou craniofacial.

Grupo DTM

O grupo DTM foi selecionado da clínica do Serviço de Oclusão e Desordens

da Articulação Temporomandibular da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (SODAT-FORP/USP, Brasil), foi composto por 30 sujeitos (25 mulheres e 5 homens) com idades variando entre 20 a 68 anos (idade média 36,70 anos), com queixa compatível ao quadro característico de disfunção temporomandibular (DTM).

Todos os pacientes do grupo DTM passaram por avaliação clínica, seguindo o protocolo *Research Diagnostic Criteria* (RDC/TMD) eixo I (DWORKIN e LERESCHE, 1992), (ANEXO A), antes e após o tratamento, envolvendo medidas de abertura máxima, excursões laterais e protrusão, assim como avaliação da presença de sons articulares, dor orofacial espontânea ou provocada e localização de pontos dolorosos (DWORKIN e LERESCHE, 1992). Foi ainda acrescentado dor a palpação do músculo esternocleidomastóideo e da região retro-articular da ATM.

Critério de Inclusão

Os pacientes com DTM foram selecionados seguindo o Critério de Diagnóstico em Pesquisa para DTM (RDC/TMD), classificados nos grupos com deslocamento de disco (grupo II a, II b ou II c), nos quais o disco está deslocado de sua posição entre o côndilo e a eminência articular para uma posição anterior e lateral ou medial, ocorrendo ou não redução na máxima abertura, normalmente acompanhado de ruído. Podendo estar acompanhado de limitação de abertura, dor articular e/ou muscular (DWORKIN e LERESCHE, 1992). Tal classificação tem como propósito permitir a padronização da amostra, classificando de maneira clara e objetiva os pacientes com DTM em seus respectivos subgrupos.

Critério de Exclusão

Não foram incluídos em qualquer grupo indivíduos portadores de distúrbios neurológicos centrais e/ou periféricos, ou que tenham sofrido lesão provocada por tumores ou traumas na região de cabeça e pescoço.

2. Procedimentos de Avaliação

Todos os sujeitos foram submetidos às seguintes avaliações clínicas:

2.1- Anamnese e Exame Clínico

Os sujeitos foram avaliados, sentados em cadeira odontológica, numa sala com iluminação adequada. A anamnese envolveu questões sobre a queixa espontânea, sobre a presença e localização da dor sentida pelo paciente, além das questões do protocolo sobre a percepção dos sujeitos quanto aos sinais e sintomas de DTM (ANEXO A). A avaliação da oclusão estática obedeceu à classificação de Angle (relação molar e canina). Além disso, foi realizado o mapeamento oclusal, o qual serviu para a identificação de possíveis falhas dentais, mesializações, distalizações, giroversões, apinhamentos e dentes extra-numerários (ANEXO B). A avaliação funcional da oclusão, bem como a palpação, foram realizadas de acordo com o *Research Diagnostic Criteria* (RDC/TMD) eixo I (DWORKIN e LERESCHE, 1992) e compreenderam os seguintes itens:

a) Oclusão funcional:

Medidas de abertura bucal máxima, protrusão máxima, lateralidade direita e a esquerda, desvio da linha média (se houver) e ruídos articulares foram realizadas com auxílio de paquímetro digital (Mitutoyo – Japão). Caso o sujeito relatasse dor, seria solicitado que a localize (Músculos; ATM; outros), de acordo com o protocolo.

b) Palpação:

Foi realizada na musculatura elevadora (masseter e temporal) e abaixadora da mandíbula (supra-hióideos), nas ATMs, nas regiões de pterigóideos laterais e dos tendões dos temporais para a observação de reações de dor. Também, na ATM durante os movimentos mandibulares para a identificação de ruídos articulares,

confirmados por ausculta, caso necessário. Caso o sujeito relatasse dor, seria solicitado que a graduasse, de acordo com o protocolo.

3. Tratamento da DTM

Os pacientes do Grupo DTM foram divididos aleatoriamente (randomicamente) em 2 grupos de 15 sujeitos cada. Um grupo foi tratado com placa resiliente ou “*soft*” de silicone (Grupo Placa Soft) e o segundo grupo foi tratado com uma placa rígida de acrílico do tipo FARC - Functional Anatomy Research Center (Grupo Placa FARC).

3.1- Grupo Placa FARC

O grupo foi composto por 12 mulheres e 3 homens com idades variando de 21 a 53 anos (média de 32,73 anos). Foi confeccionada uma placa oclusal rígida mandibular para cada paciente do grupo, em resina acrílica, seguindo o modelo biomecânico proposto por Ferrario e Sforza (1994). O aparelho, com +/- 2 mm de espessura, foi construído, com o auxílio de um articulador semi-ajustável, de forma que apenas dois pontos bilaterais nos dentes posteriores tocassem a placa (entre o segundo pré-molar e segundo molar permanente), sem contatos anteriores estáticos ou dinâmicos (Figura 1).

Figura 1. Placa FARC

A superfície da placa foi ajustada com base nos registros da EMG, de forma a obter uma atividade muscular equilibrada. Paralelamente foi realizado controle clínico convencional de contatos dentários, com o auxílio de papel carbono (AccuFilm II, Parkell, Inc., USA) e pinça Miller (ABC Instrumentos Cirúrgicos, São Paulo, Brasil).

3.2 – Grupo Placa Soft

Participaram deste grupo 13 mulheres e 2 homens com idades variando de 20 a 68 anos (média etária de 39,40 anos). Para os pacientes deste grupo foi realizada a moldagem da arcada dental superior, desinfecção do molde, seguida de modelagem e recorte dos modelos de gesso (laboratório de apoio do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da FORP/USP). Com os

modelos recortados, confeccionou-se a placa oclusal resiliente ou “*soft*” na plastificadora à vácuo (Figura 2); após o recorte da placa, foi realizada a adaptação na arcada dental selecionada (RODRIGUES DA SILVA, 2009).

Figura 2. Etapas de confecção da placa oclusal resiliente; a. Plastificadora a vácuo Bio-Art; b. Placa *soft* cristal 2 mm; c-d. Placa plastificada; e. Placa recortada.

3.3 – Protocolo de Uso da Placa

Foi utilizado o protocolo de pesquisa proposto por Ferrario e Sforza (1994) e adaptado por Vieira e Silva, 2008, o qual preconizou o uso da placa de maneira ininterrupta, salvo alimentação e higiene oral, na primeira semana e depois somente à noite por mais 4 semanas, totalizando 35 dias de tratamento. O protocolo foi o mesmo para ambos os grupos Soft e FARC. A análise EMG foi realizada antes (tempo 1) e após o tratamento (tempo 2) no grupo DTM e apenas uma vez no grupo controle.

4- Análise Eletromiográfica

A avaliação da atividade muscular foi realizada por meio de registros eletromiográficos dos principais músculos da mastigação, masseter e temporal (porção anterior), nas condições clínicas descritas a seguir:

1. Máxima Contração Voluntária com rolos de algodão entre os segundos pré-molares e molares bilaterais durante 5 segundos (Figura 3).
2. Máxima Contração Voluntária na posição de Máxima Intercuspidação Habitual (MIH) durante 5 segundos (Figura 4).

Figura 3. Máxima Contração Voluntária com rolos de algodão.

Figura 4. Máxima Contração Voluntária na posição de MIH.

Durante o registro eletromiográfico o ambiente estava calmo, silencioso e com baixa luminosidade. Os sujeitos ficaram sentados em uma cadeira confortável (tipo escritório), com postura ereta, com as plantas dos pés apoiadas no solo, e os braços apoiados nas pernas. A cabeça foi posicionada de forma ereta, tendo o plano de Frankfort como parâmetro de posicionamento.

Previamente à realização de cada experimento, foram dadas as instruções e explicações necessárias. Todos os testes foram realizados após 3 minutos da colocação dos eletrodos e instalação do aparelho (eletromiógrafo), para os sujeitos se familiarizarem com os procedimentos, e os movimentos a serem realizados foram previamente praticados imitando o examinador.

Os dois exames foram realizados sem mudar os eletrodos ou os cabos de posição e um período de repouso inter-exames foi mantido para evitar a fadiga neuromuscular.

4.1- Registro Eletromiográfico

A atividade foi registrada usando um instrumento computadorizado (*Freely* - De Götzen srl; Legano, Milão, Itália) de oito canais (Figura 6). Após limpeza da pele com gaze embebida em álcool 70% (Figura 7a) para diminuição da impedância elétrica que pudessem interferir na captação do sinal bio-elétrico, eletrodos duplos de superfície de cloreto de prata, descartáveis (Hall, Hall Indústria e Comércio LTDA., São Paulo-SP, Brasil) (Figura 5), contendo um gel condutor (Myogel-Myotronics Co., Seattle, WA) foram posicionados da seguinte forma (Figura 7b):

Figura 5. Eletrodos de Superfície.

- I. Músculo Masseter: o operador em pé atrás do sujeito devidamente sentado realizou palpação do músculo durante o apertamento dos dentes, a fim de localizá-lo. O eletrodo foi posicionado paralelamente às fibras musculares à aproximadamente 3 cm acima e a frente do ângulo da mandíbula.
- II. Músculo Temporal: O músculo foi palpado durante o apertamento dental e o eletrodo posicionado verticalmente ao longo da margem do músculo (correspondente a sutura fronto-parietal).
- III. Um eletrodo de referência (terra) foi aplicado na fronte a fim de eliminar interferências do ambiente.

Figura 6. a. Eletromiógrafo Freely acoplado a um computador digital; b.

Destaque do eletromiógrafo Freely.

Figura 7. a. Preparação da pele com gaze e álcool; b. Posicionamento dos eletrodos nos músculos masseter e temporal e do eletrodo terra na fronte.

Por meio do instrumento computadorizado, o sinal EMG analógico foi amplificado (ganho 150, largura de banda 0-10hz, limite do impulso de pico-a-pico de 0 a 2000 μ V) usando um amplificador com um modo de rejeição comum (CMRR = 105 dB no limite 0-60 Hz, impedância do impulso 10G Ω), digitalizado (resolução 12b, 2230 Hz A/D frequência de amostragem), e filtrado digitalmente (filtro passa-alto em 30Hz, passa-baixo em 400hz) para eliminar ruído comum de 50-60Hz, artefatos do movimento, a corrente direta dos eletrodos, e qualquer outra interferência. Os sinais foram calculados sobre 25 ms, com a atividade muscular avaliada como a raiz quadrada da média (root mean square – r.m.s.) da amplitude (μ V). Os sinais EMG foram gravados para as análises futuras (FERRARIO E SFORZA, 1996; FERRARIO et al, 2004).

4.1.1- Máxima Contração Voluntária com Rolos de Algodão

Dois rolos de algodão de 10mm de espessura (Roeko Luna número 2, Coltene: Roeko, Alemanha) (Figura 8) foram posicionados bilateralmente na região do segundo pré-molar e primeiro molar de cada sujeito, como demonstrado na figura 3, e uma máxima contração voluntária foi registrada durante 5 segundos. O perfil de atividade elétrica deste teste está representado na figura 9.

Figura 8. a e b. Rolos de algodão.

4.1.2- Máxima Contração Voluntária em MIH

A EMG foi registrada durante o teste de 5 segundos de máxima contração voluntária em posição de máxima intercuspidação habitual, como demonstrado na figura 4. Foi solicitado ao paciente para morder tão forte quanto possível, e manter o mesmo nível de contração por todo o teste. O perfil de atividade elétrica deste teste está representado na figura 10. Para cada sujeito a atividade eletromiográfica foi analisada no 1º e 5º segundos do teste.

Figura 9. Perfil de atividade elétrica, em μV , dos músculos temporais anteriores (gráficos superiores) e masseteres (gráficos inferiores), direito e esquerdo, captados por 5 segundos durante o teste de MVC com rolos de algodão.

Figura 10. Perfil de atividade elétrica, em μV , dos músculos temporais anteriores (gráficos superiores) e masseteres (gráficos inferiores), direito e esquerdo, captados por 5 segundos durante o teste de MCV em MIH.

5- Análise de Frequência

A partir do registro EMG foram utilizados para a análise o 1º (T1) e 5º (T2) segundos dos exames realizados antes do tratamento (tempo 1) e após o tratamento com placa (tempo 2). Para cada músculo e teste (Máxima Contração Voluntária com rolos de algodão e MCV em posição de MIH) uma transformação rápida de Fourier (FFT) foi realizada usando o software do eletromiógrafo, e a densidade espectral de energia (PSD) (unidade: Hz) computadorizada (DeLuca, 1997; Sforza et al., 2007; Tartaglia et al., 2011).

A seleção do 1º segundo (T1) é mostrada na figura 11 e a sua representação no domínio de frequências na figura 12.

Figura 11. Seleção do 1º segundo do teste eletromiográfico.

Figura 12. Representação no domínio de frequências do 1º segundo selecionado.

Figura 13. Seleção do 5º segundo do teste eletromiográfico.

Figura 14. Representação no domínio de frequências do 5º segundo selecionado.

Já a seleção do 5º segundo (T1) é mostrada na figura 13 e a sua representação no domínio de frequências na figura 14. Na Figura 15 podemos observar os dados obtidos de um teste em um indivíduo após o cálculo da transformação rápida de Fourier (FFT) utilizando o software do eletromiógrafo, e a densidade espectral de energia (PSD) (unidade: Hz).

Figura 15. Dados, a esquerda, obtidos de um teste em um indivíduo após o cálculo da transformação rápida de Fourier (FFT) utilizando o software do eletroencefalógrafo, e a densidade espectral de energia (PSD) (unidade: $\mu V^2/Hz$)

6- Análise Estatística dos Dados

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados, considerando a diferença T2-T1 (taxa de fadiga). Para se verificar se há diferença, entre os grupos antes e após o tratamento, foi aplicada a metodologia do modelo de efeitos mistos. Os modelos lineares de efeitos mistos (efeitos aleatórios e fixos) são utilizados na análise de dados onde as respostas de um mesmo indivíduo ou corpo de prova estão agrupadas e a suposição de independência entre observações num mesmo grupo não é adequada (Schall, 1991; Littell, 1996). Esses modelos têm como pressuposto que seus resíduos tenham distribuição normal com média 0 e variância σ^2 . Foi utilizado o procedimento PROC MIXED do software SAS versão 9. Quando detectadas diferença entre, pelo menos, dois grupos, contrastes ortogonais foram estimados para calcularem-se as diferenças. Foram ajustados modelos considerando somente os fatores fixos (tempo e grupo) e também controlando por sexo e idade.

4. Resultados

IV. Resultados

A tabela 1 mostra a estatística descritiva dos dados analisados (média $\pm$ desvio-padrão) do Grupo Controle e dos grupos FARC e Soft antes (Início) e após (Final) o tratamento no 1º (T1) e 5º (T2) segundos dos testes em Máxima Contração Voluntária com rolos de algodão e em posição de MIH dos 4 músculos analisados.

Tabela 1: Média* $\pm$ desvio-padrão e a Diferença T1-T2 dos dados analisados.

		Algodao			MIH		
		T1	T2	Diferença	T1	T2	Diferença
Temporal Direito	Controle	151,97 $\pm$ 35,83	148,18 $\pm$ 33,39	3,79	156,13 $\pm$ 33,81	152,62 $\pm$ 33,49	3,51
	DTM Soft Início	147,60 $\pm$ 35,13	141,53 $\pm$ 31,61	6,07	150,73 $\pm$ 27,58	144,73 $\pm$ 27,83	6,00
	DTM Farc Início	152,27 $\pm$ 19,59	149,93 $\pm$ 25,14	2,33	159,33 $\pm$ 31,57	153,27 $\pm$ 34,54	6,07
	DTM Soft Final	142,27 $\pm$ 28,04	143,33 $\pm$ 30,64	1,06	146,76 $\pm$ 27,56	143,20 $\pm$ 24,99	3,56
	DTM Farc Final	154,27 $\pm$ 31,51	152,20 $\pm$ 28,27	2,07	157,47 $\pm$ 31,06	150,27 $\pm$ 24,74	7,20
Temporal Esquerdo	Controle	148,33 $\pm$ 28,79	140,66 $\pm$ 29,17	7,67	152,26 $\pm$ 29,58	144,67 $\pm$ 29,49	7,59
	DTM Soft Início	143,47 $\pm$ 35,87	136,53 $\pm$ 39,73	6,94	154,33 $\pm$ 33,94	146,93 $\pm$ 30,93	7,40
	DTM Farc Início	139,40 $\pm$ 35,07	136,53 $\pm$ 33,23	2,87	148,13 $\pm$ 35,91	144,53 $\pm$ 35,53	3,60
	DTM Soft Final	136,13 $\pm$ 34,41	133,00 $\pm$ 31,29	3,13	144,67 $\pm$ 38,87	140,27 $\pm$ 36,87	4,40
	DTM Farc Final	157,40 $\pm$ 24,48	151,07 $\pm$ 22,46	6,33	159,73 $\pm$ 24,24	149,87 $\pm$ 22,23	9,87
Masseter Direito	Controle	135,13 $\pm$ 29,96	126,37 $\pm$ 29,66	8,76	134,93 $\pm$ 33,76	131,78 $\pm$ 29,54	3,15
	DTM Soft Início	135,67 $\pm$ 34,04	129,33 $\pm$ 33,88	6,34	146,00 $\pm$ 30,38	138,33 $\pm$ 29,54	7,67
	DTM Farc Início	147,20 $\pm$ 16,72	128,67 $\pm$ 26,17	18,53	142,00 $\pm$ 38,03	132,33 $\pm$ 37,91	9,67
	DTM Soft Final	141,93 $\pm$ 34,23	129,67 $\pm$ 34,22	12,26	144,87 $\pm$ 31,12	139,60 $\pm$ 32,96	5,27
	DTM Farc Final	147,40 $\pm$ 24,73	139,87 $\pm$ 27,49	7,53	154,13 $\pm$ 26,12	142,87 $\pm$ 25,75	11,27
Masseter Esquerdo	Controle	143,75 $\pm$ 24,84	136,04 $\pm$ 26,28	7,71	143,99 $\pm$ 25,61	135,46 $\pm$ 29,25	8,53
	DTM Soft Início	140,73 $\pm$ 33,75	130,93 $\pm$ 29,39	9,80	149,73 $\pm$ 22,61	138,87 $\pm$ 23,05	10,86
	DTM Farc Início	151,07 $\pm$ 20,59	135,20 $\pm$ 23,24	15,87	140,73 $\pm$ 20,60	127,20 $\pm$ 28,36	13,53
	DTM Soft Final	130,87 $\pm$ 25,14	130,60 $\pm$ 23,26	0,27	146,87 $\pm$ 17,97	139,60 $\pm$ 23,65	7,27
	DTM Farc Final	146,60 $\pm$ 30,30	133,47 $\pm$ 31,21	13,13	149,60 $\pm$ 28,63	132,40 $\pm$ 28,40	17,20

* Unidade de medida: Hz

Análise Exploratória

A tabela 2 mostra a descrição das variáveis de interesse por tempo e grupo, em que A está pra algodão; M para MIH quando inicia a sigla; T para músculo temporal; M músculo masseter no meio da sigla; D lado direito; e E lado esquerdo.

Tabela 2. Descrição das variáveis de interesse, por tempo e grupo.

Grupo	Tempo	n	Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Controle	1	100	ATD	-3,79	14,77	-39	-11	-3	6	43
			ATE	-7,67	14,7	-57	-15	-6,5	2	29
			AMD	-8,76	15,2	-59	-15	-6	1	24
			AME	-7,71	13,49	-54	-17	-7,5	2	26
			MTD	-3,51	16,75	-42	-12	-4	6,5	74
			MTE	-7,59	14,31	-67	-15,5	-7	1	26
			MMD	-3,15	22,84	-59	-16	-5	6	98
			MME	-8,53	20	-78	-19	-6,5	2,5	48
	2	100	ATD	-3,79	14,77	-39	-11	-3	6	43
			ATE	-7,67	14,7	-57	-15	-6,5	2	29
			AMD	-8,76	15,2	-59	-15	-6	1	24
			AME	-7,71	13,49	-54	-17	-7,5	2	26
			MTD	-3,51	16,75	-42	-12	-4	6,5	74
			MTE	-7,59	14,31	-67	-15,5	-7	1	26
			MMD	-3,15	22,84	-59	-16	-5	6	98
			MME	-8,53	20	-78	-19	-6,5	2,5	48
FARC	1	15	ATD	-2,33	17	-29	-22	0	13	24
			ATE	-2,87	21,28	-31	-15	-5	0	63
			AMD	-18,53	16,34	-65	-24	-15	-6	-2
			AME	-15,87	10,94	-28	-22	-19	-15	11
			MTD	-6,07	11,43	-22	-17	-7	4	13
			MTE	-3,6	11,28	-26	-11	-6	4	18
			MMD	-9,67	12,95	-31	-19	-11	-2	24
			MME	-13,53	23,6	-77	-30	-11	9	11
	2	15	ATD	-2,07	14,31	-24	-20	2	11	15
			ATE	-6,33	10,57	-26	-15	-5	2	11
			AMD	-7,53	14,86	-26	-16	-11	0	22
			AME	-13,13	10,16	-31	-22	-13	-5	2
			MTD	-7,2	13,57	-35	-15	-9	0	19
			MTE	-9,87	11	-26	-22	-5	-2	9
			MMD	-11,27	16,88	-55	-18	-7	0	9
			MME	-17,2	13,35	-55	-20	-16	-11	8
SOFT	1	15	ATD	-6,07	10,6	-29	-13	-6	4	13
			ATE	-6,93	12,24	-35	-13	-4	0	11
			AMD	-6,33	12,25	-20	-15	-11	2	20
			AME	-9,8	12,95	-33	-17	-11	0	14
			MTD	-6	13,12	-33	-9	-3	0	17
			MTE	-7,4	12	-24	-15	-9	0	17
			MMD	-7,67	11,9	-28	-17	-9	5	11
			MME	-10,87	15,75	-35	-26	-13	-2	28
	2	15	ATD	1,07	16,33	-24	-11	-2	11	33

ATE	-3,13	12,69	-30	-13	0	4	20
AMD	-12,27	24,26	-79	-22	-9	5	24
AME	-0,27	18,05	-22	-13	0	7	52
MTD	-3,53	16,04	-27	-13	-2	4	37
MTE	-4,4	13,71	-29	-13	0	4	22
MMD	-5,27	13,57	-35	-11	-4	0	24
MME	-7,27	14,48	-35	-20	-8	2	13

A seguir são apresentados os box-plot referentes aos resultados mostrados na tabela 2.

Pode-se observar que para quase todas as variáveis analisadas após o tratamento (T2) há uma tendência de diminuição da taxa de fadiga, que pode ser observada pela aproximação da média do valor zero do gráfico.

Tabela 3. Resultados do modelo de efeitos mistos.

Variável	p-valor1	p-valor2
ATD	< 0,01	< 0,01
ATE	0,11	0,11
AMD	0,43	0,43
AME	< 0,01	< 0,01
MTD	0,21	0,21
MTE	< 0,01	< 0,01
MMD	0,34	0,34
MME	0,19	0,19

p-valor1: bruto; p-valor2: controlado por sexo e idade

Para se verificar se há diferença, entre os grupos antes e após o tratamento, foi aplicada a metodologia do modelo de efeitos mistos. A tabela 3 mostra o resultado desta análise, em que pode ser observado que houve diferença estatisticamente significativa em 3 variáveis (ATD; AME; MTE). Esta diferença foi observada tanto para o p-valor bruto como quando controlado por sexo e idade, o que significa que sexo e idade não influenciaram no resultado.

Quando detectadas diferença entre, pelo menos, dois grupos, contrastes ortogonais foram estimados para calcularem-se as diferenças. Foram ajustados modelos considerando somente os fatores fixos (tempo e grupo) e também controlando por sexo e idade como mostram as tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4. Resultados do modelo de efeitos mistos - contrastes – ATD.

Grupo	Tempo		Grupo	Tempo	Estimativa	Erro padrão	p-valor	IC95%	
								LI	LS
Controle	1	-	FARC	1	-0,96	4,53	0,83	-9,92	7,99
Controle	1	-	SOFT	1	2,79	5,41	0,61	-7,92	13,49
Controle	1	-	Controle	2	0,00	0,83	1,00	-1,63	1,63
FARC	1	-	SOFT	1	3,75	5,63	0,51	-7,39	14,88
FARC	1	-	FARC	2	-0,27	2,13	0,90	-4,48	3,95
SOFT	1	-	SOFT	2	-7,13	2,13	< 0,01	-11,35	-2,92
Controle	2	-	FARC	2	-1,23	4,53	0,79	-10,19	7,73
Controle	2	-	SOFT	2	-4,35	5,41	0,42	-15,05	6,36
FARC	2	-	SOFT	2	-3,12	5,63	0,58	-14,25	8,02

Na tabela 4 pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa apenas no Grupo Soft quando comparados os resultados antes e após o tratamento para o teste realizado com rolos de algodão (A) do músculo temporal (T) do lado direito (D), o que significa que houve redução da taxa de fadiga após o tratamento com placa resiliente para este músculo.

Tabela 5. Resultados do modelo de efeitos mistos - contrastes – AME.

Grupo	Tempo		Grupo	Tempo	Estimativa	Erro padrão	p-valor	IC95%	
								LI	LS
Controle	1	-	FARC	1	7,45	4,16	0,08	-0,78	15,68
Controle	1	-	SOFT	1	0,75	4,98	0,88	-9,10	10,59
Controle	1	-	Controle	2	0,00	0,71	1,00	-1,41	1,41
FARC	1	-	SOFT	1	-6,71	5,17	0,20	-16,93	3,52
FARC	1	-	FARC	2	-2,73	1,84	0,14	-6,38	0,91
SOFT	1	-	SOFT	2	-9,53	1,84	< 0,01	-13,18	-5,89
Controle	2	-	FARC	2	4,72	4,16	0,26	-3,51	12,95
Controle	2	-	SOFT	2	-8,79	4,98	0,08	-18,63	1,06
FARC	2	-	SOFT	2	-13,51	5,17	0,01	-23,73	-3,28

Já na tabela 5 pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa também no Grupo Soft quando comparados os resultados antes e após o tratamento para o teste realizado com rolos de algodão (A) do músculo masseter (M) do lado esquerdo (E), o que significa que houve redução da taxa de fadiga após o tratamento com placa resiliente para este músculo.

Tabela 6. Resultados do modelo de efeitos mistos - contrastes – MTE.

Grupo	Tempo		Grupo	Tempo	Estimativa	Erro padrão	p-valor	IC95%	
								LI	LS
Controle	1	-	FARC	1	-2,75	4,25	0,52	-11,16	5,67
Controle	1	-	SOFT	1	1,82	5,08	0,72	-8,24	11,87
Controle	1	-	Controle	2	0,00	0,77	1,00	-1,53	1,53
FARC	1	-	SOFT	1	4,56	5,29	0,39	-5,89	15,02
FARC	1	-	FARC	2	6,27	2,00	< 0,01	2,31	10,22
SOFT	1	-	SOFT	2	-3,00	2,00	0,14	-6,96	0,96
Controle	2	-	FARC	2	3,52	4,25	0,41	-4,90	11,93
Controle	2	-	SOFT	2	-1,18	5,08	0,82	-11,24	8,87
FARC	2	-	SOFT	2	-4,70	5,29	0,38	-15,16	5,76

Finalmente na tabela 6 pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa no Grupo FARC quando comparados os resultados antes e após o tratamento para o teste realizado em MIH (M) do músculo temporal (T) do lado esquerdo (E), o que significa que houve redução da taxa de fadiga após o tratamento com placa rígida para este músculo.

5. Discussão

V. Discussão

Os trabalhos in vivo realizados em animais e em humanos têm-se constituído como uma referência fundamental no estudo da fadiga, uma vez que a diminuição da tensão muscular gerada reflete uma ação orgânica e sistémica do sujeito durante o exercício e a recuperação. A utilização de técnicas eletromiográficas tem-se constituído como uma das metodologias mais valiosas na identificação de algumas manifestações de fadiga neuromuscular a partir da análise de alguns dos seus indicadores (ASCENSÃO et al. 2003).

Eletromiografia de Superfície

O uso da EMG tem sido sugerido como método de complementação do diagnóstico e de acompanhamento de tratamento da DTM (BEVILAQUA-GROSSO et al., 2002; FERRARIO et al., 2000; FERRARIO et al., 2002; KLASSER e OKESON, 2006; TARTAGLIA et al., 2008). A instrumentação atualmente disponível permite a busca de numerosos músculos envolvidos na mastigação, na deglutição e na postura da cabeça: masseter superficial, feixe anterior do temporal, ventre anterior do digástrico, e esternocleidomastóideo (FERRARIO et al., 2000, 2002; TARTAGLIA et al., 2008).

A documentação da atividade elétrica muscular antes e após intervenções terapêuticas pode ser usada para contribuir na avaliação do sucesso de tratamentos (KLASSER e OKESON, 2006; FERRARIO et al., 2002). A eletromiografia de superfície também pode ser usada como biofeedback para a percepção e controle de hábitos parafuncionais diurnos ou noturnos (CRIDER e GLAROS, 1999; KLASSER e OKESON, 2006).

No entanto, muitos estudos criticam o uso de EMG em pesquisa, afirmando que oferecem resultados discrepantes, possivelmente devido aos efeitos de muitas variáveis como a seleção das amostras, grupos controles inadequados, condições clínicas e os equipamentos utilizados (LUND, WIDMER e FEINE, 1995; DAO e LAVIGNE, 1998; KLASSER e OKESON, 2006; SUVINEN E KEMPPAINEN, 2007).

Contudo, se tomadas às devidas precauções e seguindo um protocolo padronizado, a EMG tem se mostrado como um eficiente método de análise do sistema estomatognático, com boa reprodutibilidade (NAEIJJE, MCCARROLL E WEIJS, 1989; FERRARIO E SFORZA, 1994; FERRARIO E SFORZA, 1996; FERRARIO et al, 2000; FERRARIO et al, 2002; BEVILAQUA-GROSSO et al, 2002; LANDULPHO et al, 2004; CENEVIZ et al, 2006; TARTAGLIA et al, 2008).

Tratamento da DTM

Dentre os tratamentos da DTM relatados na literatura, a modalidade terapêutica mais empregada na área odontológica é a que envolve o uso de placas interoclusais (PAIVA e MAZZETTO, 2008).

Pode-se observar, no presente estudo, que houve redução da taxa de fadiga após o tratamento com placa resiliente e placa rígida dos músculos da mastigação. Estes resultados foram observados em 3 variáveis distintas: no teste realizado com algodão para o músculo temporal direito e para o músculo masseter esquerdo; e no teste realizado em MIH para o músculo temporal esquerdo.

Segundo Okeson (2006), o principal fator responsável pela diminuição da atividade muscular é a alteração da condição oclusal. O autor coloca que uma condição oclusal mais estável, assim como o aumento da dimensão vertical, pode diminuir a atividade muscular e a sintomatologia. Paiva e Mazzetto (2008) explicam

que as placas eliminam temporariamente a informação nociceptiva da região oral, periodontal, articular, capsular e ligamentar, permitindo que se rompa total ou parcialmente o engrama (reflexo condicionado) existente nos contatos dentais e nos movimentos de abertura e fechamento mandibular, que podem estar alterados pela maloclusão existente, interferências ou prematuridades oclusais.

Outra explicação para seu possível sucesso é o fato de que pacientes que usam aparelhos oclusais ficam mais atentos aos seus hábitos funcionais e parafuncionais, pois a placa age como constante lembrete para a mudança das atividades. Por esse motivo, o efeito placebo, também pode ser encontrado (DAO e LAVIGNE, 1998).

Também tem sido verificado por meio da EMG, redução na atividade elétrica dos músculos mastigatórios como efeito imediato da placa oclusal (CANAY et al., 1998; FERRARIO et al., 2002). Este efeito pode ser justificado simplesmente devido a mudanças nas informações sensoriais dos receptores periféricos (CENEVIZ et al. 2006), podendo a atividade eletromiográfica voltar a anterior, ou até aumentar com o tempo (DAO e LAVIGNE, 1998). Para Paiva e Mazzetto (2008), quando essa hiperatividade diminui, a dor miogênica também é reduzida. Ocorrendo a redução da hiperatividade muscular, as resultantes de forças localizadas na ATM e outras estruturas do sistema estomatognático são atenuadas com consequente diminuição dos sinais e sintomas associados, como por exemplo a fadiga neuromuscular.

A placa FARC (Functional Anatomic Research Center), utilizada no presente estudo, foi desenvolvida por Ferrario et al. (2002) baseado nos modelos biomecânicos propostos por Ferrario e Sforza (1994), com o objetivo de reduzir a carga nas ATMs pela modificação na localização do fechamento ao longo do arco

oclusal, visto que, quando comparado com o máximo apertamento realizado nos dentes posteriores (molares e pré-molares), o apertamento nos dentes anteriores (incisivos e caninos) pode aumentar a atividade do músculo temporal e conseqüentemente a carga nas ATM (FERRARIO; SFORZA, 1994).

Para Singh e Berry (1985), com exceção dos protetores bucais, as placas interoclusais quase sempre são confeccionadas em resina acrílica. Contudo, as placas “soft” são menos propensas a causar alterações oclusais que ocorrem, algumas vezes, com o uso das placas “hard”. Pela baixa densidade e condição estrutural, as placas “soft” são comprimidas antes que os músculos mandibulares sejam estirados ou estressados além de seus limites fisiológicos, o que gera um efeito protetor (RODRIGUES DA SILVA, 2009).

Okeson (1987), realizou um estudo no qual verificou que oito entre dez pacientes mostraram estatisticamente, uma significativa diminuição na atividade muscular noturna ao usarem a placa oclusal em resina acrílica e apenas dois pacientes não mostraram variações significativas. Com o uso das placas “soft”, apenas um paciente teve uma redução significativa na atividade muscular, enquanto que, cinco participantes apresentaram um aumento da mesma.

Para Hicks (1989), o advento das placas interoclusais de borracha de silicone não sugerem a substituição das rígidas, mas podem ser usadas como complementação, em casos menos severos, com resposta positiva em poucos dias, para pacientes que necessitam de uma terapia imediata ou para os que necessitam de uma proteção oclusal noturna, e que já façam uso de placas resilientes durante o dia. A placa de silicone é de confecção rápida, e custo relativamente baixo, e pode ser utilizada em casos emergenciais (RODRIGUES DA SILVA, 2009).

Na maioria dos estudos, o tratamento com a placa oclusal melhorou os índices de atividade mioelétrica que tem propiciado parcialmente ou completamente, o retorno ao normal após a terapia oclusal. Isso sugere que a efetividade da terapia com a placa oclusal é mediada por meio da prevenção da hiperatividade muscular e o alívio da tensão muscular (CHANDU et al., 2004; SHI e WANG, 1989; KURITA, IKEDA e KURASHINA, 2000; SCOPEL e ALVES DA COSTA; URIAS, 2005; SHEIKHOLESLAM, HOLMGREN e RIISE, 1986).

Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre os sujeitos controle e os DTM. Provavelmente devido ao curto tempo de análise realizado no presente estudo, 5 segundos. Este tempo seria insuficiente para levar o sujeito à fadiga neuromuscular. Outros estudo que analisaram a fadiga neuromuscular por meio de eletromiografia de superfície utilizaram tempo maiores, variando de 3 mim (MAILLOU, CADDEN e LOBBEZOO, 2010) à 5 min (KOUTRIS, et al., 2009).

Atualmente, o acompanhamento pós-terapêutico tem sido muito valorizado, e os bons resultados do tratamento dependem de um diagnóstico diferencial muito acurado e do conseqüente plano de tratamento, cujo propósito deve ser a cura. (DAO e LAVIGNE, 1998; RODRIGUES DA SILVA, 2009). Para tanto, a análise longitudinal dos efeitos da terapia com placa oclusal tem sido preconizada (CENEVIZ et al. 2006).

6. Conclusão

VI. Conclusão

Pode-se concluir que:

- Houve diferença estatisticamente significativa em 3 variáveis (ATD; AME; MTE). Esta diferença foi observada tanto para o p-valor bruto como quando controlado por sexo e idade, o que significa que sexo e idade não influenciaram no resultado.
- Houve diferença estatisticamente significativa no Grupo Soft quando comparados os resultados antes e após o tratamento para o teste realizado com rolos de algodão do músculo temporal do lado direito e o teste realizado com rolos de algodão do músculo masseter do lado esquerdo, o que significa que houve redução da taxa de fadiga após o tratamento com placa resiliente para este músculo.
- Houve diferença estatisticamente significativa no Grupo FARC quando comparados os resultados antes e após o tratamento para o teste realizado em MIH do músculo temporal do lado esquerdo, o que significa que houve redução da taxa de fadiga após o tratamento com placa rígida para este músculo.

7. Referências Bibliográficas

VII. Referências Bibliográficas¹

1. Adlerton AK, Moritz U. Does calf-muscle fatigue affect standing balance? *Scand J Med Sci Sports*. 1996 Aug;6(4):211-5.
2. Allen DG, Lännergren J, Westerblad H. Muscle cell function during prolonged activity: cellular mechanisms of fatigue. *Exp Physiol*. 1995 Jul;80(4):497-527. Review.
3. Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2003;3(1):108–123.
4. Bangsbo J. Physiology of muscle fatigue during intense exercise. In T Reilly, M Orme, *The clinical pharmacology of sport and exercise*, Elsevier Science BV, 1997:123-130.
5. Bevilaqua-Grosso D, Monteiro-Pedro V, Guirro RR, Bérzin F. A physiotherapeutic approach to craniomandibular disorders: a case report. *J Oral Rehabil*. 2002 Mar;29(3):268-73.
6. Canay S, Cindaş A, Uzun G, Hersek N, Kutsal YG. Effect of muscle relaxation splint therapy on the electromyographic activities of masseter and anterior temporalis muscles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998 Jun;85(6):674-9.
7. Castro MJ, Apple DF Jr, Melton-Rogers S, Dudley GA. Muscle fiber type-specific myofibrillar Ca(2+) ATPase activity after spinal cord injury. *Muscle Nerve*. 2000 Jan;23(1):119-21.
8. Ceneviz C, Mehta NR, Forgione A, Sands MJ, Abdallah EF, Lobo Lobo S, Mavroudi S. The immediate effect of changing mandibular position on the EMG activity of the masseter, temporalis, sternocleidomastoid, and trapezius muscles. *Cranio*. 2006 Oct;24(4):237-44.
9. Chandu A, Suvinen TI, Reade PC, Borromeo GL. The effect of an interocclusal appliance on bite force and masseter electromyography in asymptomatic subjects and patients with temporomandibular pain and dysfunction. *J Oral Rehabil*. 2004 Jun;31(6):530-7.
10. Chen CY, Palla S, Erni S, Sieber M, Gallo LM. Nonfunctional tooth contact in healthy controls and patients with myogenous facial pain. *J Orofac Pain*. 2007 Summer;21(3):185-93.

¹ De acordo com o estilo Vancouver.

- 11.Christensen, LV. Experimental teeth clenching in man. *Swed Dent J Suppl.* 1989 60:1-66.
- 12.Clark GT, Carter MC. Electromyographic study of human jaw-closing muscle endurance, fatigue and recovery at various isometric force levels. *Arch Oral Biol.* 1985;30(7):563-9.
- 13.Clark GT, Jow RW, Lee JJ. Jaw pain and stiffness levels after repeated maximum voluntary clenching. *J Dent Res.* 1989 Jan;68(1):69-71.
- 14.Clarys JP, Cabri J. Electromyography and the study of sports movements: a review. *J Sports Sci.* 1993 Oct;11(5):379-448. Review.
15. Crider AB, Glaros AG. A meta-analysis of EMG biofeedback treatment of temporomandibular disorders. *J Orofac Pain.* 1999 Winter;13(1):29-37.
- 16.Dao TT, Lavigne GJ. Oral splints: the crutches for temporomandibular disorders and bruxism? *Crit Rev Oral Biol Med.* 1998;9(3):345-61. Review.
- 17.De Felício CM, Mazzetto MO, de Silva MA, Bataglioni C, Hotta TH. A preliminary protocol for multi-professional centers for the determination of signs and symptoms of temporomandibular disorders. *Cranio.* 2006 Oct;24(4):258-64.
- 18.De Luca, CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics.* 1997. 13:135-163.
- 19.Delsys. Neuromuscular Research Center. Boston University. Disponível em: <http://www.delsys.com/library/papers>. Acesso em 31 março 2006.
- 20.Drost G, Blok JH, Stegeman DF, van Dijk JP, van Engelen BG, Zwarts MJ. Propagation disturbance of motor unit action potentials during transient paresis in generalized myotonia: a high-density surface EMG study. *Brain.* 2001 Feb;124(Pt 2):352-60.
- 21.Dworkin SF, Huggins KH, LeResche L, Von Korff M, Howard J, Truelove E, Sommers E. Epidemiology of signs and symptoms in temporomandibular disorders: clinical signs in cases and controls. *J Am Dent Assoc.* 1990 Mar;120(3):273-81.
- 22.Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord.* 1992 Fall;6(4):301-55. Review.
- 23.Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol.* 1992 May;72(5):1631-48. Review.

24. Enoka, RM. Bases neuromecânicas da cinesiologia. São Paulo: Manole. 2000.
25. Felício CM, Mazzetto MO, Perri Angote Dos Santos C. Masticatory behavior in individuals with temporomandibular disorders. *Minerva Stomatol.* 2002 Apr;51(4):111-20.
26. Felício, CM. Desordem temporomandibular: avaliação e casos clínicos. In: JUNQUEIRA, P; DAUDEN, MTBC. Aspectos atuais em terapia fonoaudiológica. São Paulo: Pancast, 2002. cap. 3, p. 33-63.
27. Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehabil.* 2000 Jan;27(1):33-40.
28. Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM, Dellavia C. Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. *J Oral Rehabil.* 2002 Sep;29(9):810-5.
29. Ferrario VF, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM. Maximal bite forces in healthy young adults as predicted by surface electromyography. *J Dent.* 2004 Aug;32(6):451-7.
30. Ferrario VF, Sforza C. Biomechanical model of the human mandible in unilateral clench: distribution of temporomandibular joint reaction forces between working and balancing sides. *J Prosthet Dent.* 1994 Aug;72(2):169-76.
31. Ferrario VF, Sforza C. Coordinated electromyographic activity of the human masseter and temporalis anterior muscles during mastication. *Eur J Oral Sci.* 1996 Oct-Dec;104(5-6):511-7.
32. Glaros AG, Burton E. Parafunctional clenching, pain, and effort in temporomandibular disorders. *J Behav Med.* 2004 Feb;27(1):91-100.
33. Glaros AG, Tabacchi KN, Glass EG. Effect of parafunctional clenching on TMD pain. *J Orofac Pain.* 1998 Spring;12(2):145-52.
34. Green HJ. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *J Sports Sci.* 1997 Jun;15(3):247-56. Review.
35. Gurney B, Milani J, Pedersen M. Role of fatigue on proprioception of the ankle. *J Exerc Physiol.* 2000. 3(1):8-13.
36. Hautier C, Arsac L, Deghdegh K, Souquet J, Belly A, Lacour J. Influence of fatigue on EMG/force ratio and cocontraction in cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2000. 32(4):839-843.

37. Hermens HJ, Freriks B. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000. 10(5):361-74.
38. Hicks A, Kent-Braun J, Ditor D. Sex differences in human skeletal muscle fatigue. *Exerc Sports Sci Rev.* 2001. 29(3):109-112
39. Hicks NA. An efficient method for constructing a soft interocclusal splint. *J Prosthet Dent.* 1989 Jan;61(1):48-50.
40. Huang GJ, LeResche L, Critchlow CW, Martin MD, Drangsholt MT. Risk factors for diagnostic subgroups of painful temporomandibular disorders (TMD). *J Dent Res.* 2002 Apr;81(4):284-8.
41. Johnston III R, Howard M, Cawley G, Losse G. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1998. 30(12):1703-1707
42. Kent-Braun J, Miller R. Central fatigue during isometric exercise in amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle and Nerve.* 2000. 23:909-914.
43. Klasser GD, Okeson JP. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc.* 2006 Jun;137(6):763-71. Review.
44. Koutris M, Lobbezoo F, Naeije M, Wang K, Svensson P, Arendt-Nielsen L, Farina D. Effects of intense chewing exercises on the masticatory sensory-motor system. *J Dent Res.* 2009 Jul;88(7):658-62.
45. Kurita H, Ikeda K, Kurashina K. Evaluation of the effect of a stabilization splint on occlusal force in patients with masticatory muscle disorders. *J Oral Rehabil.* 2000 Jan;27(1):79-82.
46. Landulpho AB, E Silva WA, E Silva FA, Vitti M. Electromyographic evaluation of masseter and anterior temporalis muscles in patients with temporomandibular disorders following interocclusal appliance treatment. *J Oral Rehabil.* 2004 Feb;31(2):95-8.
47. Lindeman E, Spaans F, Reulen J, Leffers P, Drukker J. Progressive resistance training in neuromuscular patients. Effects on force and surface EMG. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999. 9(6):379-384.
48. Littell, R.C., Milliken, G. A. Sroup, W.W., and Wolfinger, R.D. 1996. *SAS System for Mixed Models*, Cary, NC: SAS Institute Inc.

49. Lund JP, Widmer CG, Feine JS. Validity of diagnostic and monitoring tests used for temporomandibular disorders. *J Dent Res.* 1995 Apr;74(4):1133-43. Review.
50. Macfarlane TV, Gray RJM, Kinney J, Worthington HV. Factors associated with the temporomandibular disorder, pain dysfunction syndrome (PDS): Manchester case-control study. *Oral Dis.* 2001 Nov;7(6):321-30.
51. Maillou P, Cadden SW, Lobbezoo F. The inhibitory effect of a chewing task on a human jaw reflex. *Muscle Nerve.* 2010 Jun;41(6):845-9.
52. Marchiori SC, Vitti M. Eletromiografia na fala: como e por quê? In: Marchesan IQ, Zorzi J, Dias Gomes I. *Tópicos em fonoaudiologia.* São Paulo: Lovise, 1996, Cap. 19, p. 289-293.
53. McKenna M. The roles of ionic processes in muscular fatigue during intense exercise. *Sports Med.* 1992. 13(2):134-145.
54. Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E, Daily D. Effect of fatigue on leg kinematics and impact acceleration in long distance running. *Human Movement Sciences.* 2000. 19:139-151.
55. Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Fatigue-induced changes in decline running,. *Clinical Biomechanics.* 2001. 16:207-212.
56. Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Fatigue-related loading imbalance on the shank in running: A possible factor in stress fractures. *Annals of Biomedical Engineering.* 2000. 28:463-469.
57. Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Shock accelerations and attenuation in downhill and level running. *Clinical Biomechanics.* 2000. 15:15-20.
58. Mongini F, Conserva E, Tempia-Valenta G. Analisi della masticazione, *Dental Cadmos.* 1989. Feb;57(2):54-70.
59. Myers J, Guskiewicz K, Schneider R, Prentice W. Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. *J Athletic Training.* 1999. 34(4):362-367.
60. Naeije M, McCarroll RS, Weijs WA. Electromyographic activity of the human masticatory muscles during submaximal clenching in the inter-cuspal position. *J Oral Rehabil.* 1989 Jan;16(1):63-70.
61. Noakes TD. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2000. 10(3):123-145.

62. Okeson JP. Fundamentos de oclusão e desordens temporomandibulares. Tradução de Milton Edson Miranda, São Paulo: Artes Médicas, 1992. 449p.
63. Okeson JP. The effects of hard and soft occlusal splints on nocturnal bruxism. J Am Dent Assoc. 1987 Jun;114(6):788-91.
64. Okeson, JP. Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão. São Paulo: Artes Médicas, 2006. 4. ed.
65. Pagala M, Nandakumar N, Venkatachari S, Ravindran K, Amaladevi B, Namba T, Grob D. Mechanisms of fatigue in normal intercostal muscle and muscle from patients with myasthenia gravis. Muscle and Nerve. 1993. 16:911-921.
66. Pagala M, Ravindran K, Namba T, Grob D. Skeletal muscle fatigue and physical endurance of young and old mice. Muscle and Nerve. 1998. 21:1729-1739.
67. Paiva G, Mazzetto MO. Atlas de placas interoclusais. São Paulo: Ed. Santos, 2008.
68. Pincivero D, Gear W, Sterner R, Karunakara R. Gender differences in the relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. J Strength and Conditioning Research. 2000. 14(2):202-206.
69. Pincivero D, Green R, Mark J, Campy R. Gender and muscle differences in EMG amplitude and median frequency, and variability during maximal voluntary contractions of the quadriceps femoris. J Electromyogr Kinesiol. 2000. 10:189-196.
70. Pinniger G, Steele J, Groeller H. Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function? Med Sci Sports Exerc. 2000. 32(3):647-653.
71. Pullinger AG, Seligman DA, Solberg WK. Temporomandibular disorders. Part II: Occlusal factors associated with temporomandibular joint tenderness and dysfunction. J Prosthet Dent. 1988 Mar;59(3):363-7.
72. Ramfjord S, Ash MM. Transtornos funcionales de las articulaciones y los músculos temporomaxilares. In:_____ Oclusión. Trad. de Irina Coll. México: Saunders Company, 1972, 166-174.
73. Robertson, DGE; Caldwell, GE; Hamill, J; Kamen, G; Whittlesey, SN. Research methods in biomechanics. United States: Human Kinetics. 2004.
74. Rodrigues da Silva, AMB. Efeito do uso da placa oclusal resiliente em indivíduos portadores de disfunção temporomandibular – avaliação clínica e

- eletromiográfica. 2009. Dissertação de Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.
75. Schall R. Estimation in generalized linear models with random effects, *Biometrika*, 1991. 78(4):719-727.
 76. Scopel V, Alves da Costa GS, Urias D. An electromyographic study of masseter and anterior temporalis muscles in extra-articular myogenous TMJ pain patients compared to an asymptomatic and normal population. *Cranio*. 2005 Jul;23(3):194-203.
 77. Semmler J, Kutzscher D, Enoka R. Gender differences in the fatigability of human skeletal muscle. *J Neurophysiol*. 1999. 82:3590-3593.
 78. Sforza C, Zanotti G, Mantovani E, Ferrario VF. Fatigue in the masseter and temporalis muscles at constant load. *Cranio* 2007;25:30–6.
 79. Sheikholeslam A, Holmgren K, Riise C. A clinical and electromyographic study of the long-term effects of an occlusal splint on the temporal and masseter muscles in patients with functional disorders and nocturnal bruxism. *J Oral Rehabil*. 1986 Mar;13(2):137-45.
 80. Shi CS, Wang HY. Postural and maximum activity in elevators during mandible pre- and post-occlusal splint treatment of temporomandibular joint disturbance syndrome. *J Oral Rehabil*. 1989 Mar;16(2):155-61.
 81. Sinderby C, Beck J, Spahija J, Weinberg J, Grassino A. Voluntary activation of the human diaphragm in health and disease. *J Appl Physiol*. 1998 Dec;85(6):2146-58.
 82. Singh BP, Berry DC. Occlusal changes following use of soft occlusal splints. *J Prosthet Dent*. 1985 Nov;54(5):711-5.
 83. Soderberg GL, Cook TM. Electromyography in biomechanics. *Physical Therapy*. 1984. Dec;64(12):1813-1820.
 84. Sunnerhagen K, Carlsson U, Sandberg A, Stålberg E, Hedberg M, Grimby G. Electrophysiologic evaluation of muscle fatigue development and recovery in late polio. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000. 81:770-776.
 85. Suvinen TI, Kemppainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil*. 2007 Sep;34(9):631-44. Review.

- 86.Svensson P, Arendt-Nielsen L. Effects of 5 days of repeated submaximal clenching on masticatory muscle pain and tenderness: an experimental study. *J Orofac Pain*. 1996 Winter;10(4):330-8.
- 87.Svensson P, Burgaard A, Schlosser S. Fatigue and pain in human jaw muscles during a sustained, low-intensity clenching task. *Arch Oral Biol*. 2001 Aug;46(8):773-7.
- 88.Tartaglia GM, Moreira Rodrigues da Silva MA, Bottini S, Sforza C, Ferrario VF. Masticatory muscle activity during maximum voluntary clench in different research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD) groups. *Man Ther*. 2008 Oct;13(5):434-40.
- 89.Tartaglia GM, Lodetti G, Paiva G, Felicio CM, Sforza C. Surface electromyographic assessment of patients with long lasting temporomandibular joint disorder pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011 Aug;21(4): 659–664.
- 90.Velly AM, Gornitsky M, Philippe P. Contributing factors to chronic myofascial pain: a case-control study. *Pain*. 2003 Aug;104(3):491-9.
- 91.Vieira e Silva, CA. Aplicação do protocolo FARC de tratamento de DTM com placa oclusal e controle eletromiográfico. 2008, 91 folhas, Dissertação [Mestrado em Odontologia Restauradora]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.
- 92.Voloshin A, Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Dynamic loading on human musculoskeletal system -effect of fatigue. *Clinical Biomechanics*. 1998. 13:515-520.
- 93.Zarb AG, Carlsson EG, Sessle JB, Mohl DN. Disfunções da articulação temporomandibular e dos músculos da mastigação. São Paulo: Santos; 2000, 624p.

Anexos

5. Ruídos articulares (palpação)

a. abertura

	Direito	Esquerdo
Nenhum	0	0
Estalido	1	1
Crepitação grosseira	2	2
Crepitação fina	3	3

Medida do estalido na abertura ___ mm ___ mm

b. Fechamento

	Direito	Esquerdo
Nenhum	0	0
Estalido	1	1
Crepitação grosseira	2	2
Crepitação fina	3	3

Medida do estalido de fechamento ___ mm ___ mm

c. Estalido recíproco eliminado durante abertura protrusiva

	Direito	Esquerdo
Sim	0	0
Não	1	1
NA	8	8

6. Excursões

- a. Excursão lateral direita ___ mm
 b. Excursão lateral esquerda ___ mm
 c. Protrusão ___ mm

Tabela abaixo: Para os itens “a”, “b” e “c”

DOR MUSCULAR				DOR ARTICULAR			
nenhuma	direito	esquerdo	ambos	nenhuma	direito	esquerdo	ambos
0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3	0	1	2	3

d. Desvio de linha média ___ mm

direito	esquerdo	NA
1	2	8

7. Ruídos articulares nas excursões

Ruídos direito

	nenhum	estalido	Crepitação grosseira	Crepitação leve
Excursão Direita	0	1	2	3
Excursão Esquerda	0	1	2	3
Protrusão	0	1	2	3

Ruídos esquerdo

	nenhuma	estalido	Crepitação grosseira	Crepitação leve
Excursão Direita	0	1	2	3
Excursão Esquerda	0	1	2	3
Protrusão	0	1	2	3

INSTRUÇÕES, ÍTENS 8-10

O examinador irá palpar (tocando) diferentes áreas da sua face, cabeça e pescoço. Nós gostaríamos que você indicasse se você não sente dor ou apenas sente pressão (0), ou dor (1-3). Por favor, classifique o quanto de dor você sente para cada uma das palpações de acordo com a escala abaixo. Circule o número que corresponde a quantidade de dor que você sente. Nós gostaríamos que você fizesse uma classificação separada para as palpações direita e esquerda.

0 = Sem dor / somente pressão

1 = dor leve

2 = dor moderada

3 = dor severa

8. Dor muscular extra-oral com palpação

	DIREITO	ESQUERDO
a. Temporal (posterior) “parte de trás da têmpora”	0 1 2 3	0 1 2 3
b. Temporal (médio) “meio da têmpora”	0 1 2 3	0 1 2 3
c. Temporal (anterior) “parte anterior da têmpora”	0 1 2 3	0 1 2 3
d. Masseter (superior) “bochecha/abaixo do zigoma”	0 1 2 3	0 1 2 3
e. Masseter (médio) “bochecha/lado da face”	0 1 2 3	0 1 2 3
f. Masseter (inferior) “bochecha/linha da mandíbula”	0 1 2 3	0 1 2 3
g. Região mandibular posterior (estilo-hióide/região posterior do digástrico)	0 1 2 3	0 1 2 3

“mandíbula/região da garganta”		
h. Região submandibular (pterigoide medial/supra-hióide/região anterior do digástrico) “abaixo do queixo”	0 1 2 3	0 1 2 3
9. Dor articular com palpação	DIREITO	ESQUERDO
a. Polo lateral “por fora”	0 1 2 3	0 1 2 3
b. Ligamento posterior “dentro do ouvido”	0 1 2 3	0 1 2 3
10. Dor muscular intra-oral com palpação	DIREITO	ESQUERDO
a. Área do pterigoide lateral “atrás dos molares superiores”	0 1 2 3	0 1 2 3
b. Tendão do temporal “tendão”	0 1 2 3	0 1 2 3

ANEXO B

EXAME DOS MODELOS ARTICULADOS (anotar na ficha de mapeamento)

Classificação de Angle (relação molar):

Sobrepasse vertical (____ mm) Sobrepasse horizontal (____ mm)

Distância Intercondilar: () P () M () G

Ângulo de Bennett:

Dir.: _____

Esq.: _____

Inclinação Condilar:

Dir.: _____

Esq.: _____

a) Análise dos modelos desocluidos:

Legenda:

- X - Falha dental
- EI - Espaço Interdental
- M - Mesialização
- D - Distalização
- GV - Giroversão
- VV - Vestibuloversão
- LV - Linguoversão
- A - Apinhamento
- SO - Supra - oclusão
- IO - Infra - oclusão
- EN - Extranumerário
- RR - Raiz residual
- T - Transposição
- <> - Diastema
- PF - Prótese fixa
- PR - Prótese removível
- PT - Prótese total

b) Análise dos modelos ocluídos:

Legenda:

- DLM - Desvio da linha mediana
- SH - Sobremordida horizontal
- SV - Sobremordida vertical
- CHO - Primeiro molar em chave de oclusão
- MC - Mordida cruzada
- CSI - Curva de Spee irregular
- CW1 - Curva de Wilson irregular
- CP - Contato prematuro
- GC - Guia canina
- FG - Função em grupo
- IB - Interferência em balanceio
- GAI - Guia anterior irregular
- IO - Interferências oclusais

ODONTOGRAMA:

ARTICULADOR ABERTO
(vista oclusal)

ARTICULADOR FECHADO (vista lateral)

ARTICULADOR FECHADO
(vista frontal)