FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

**EFEITO DO DIABETES *MELLITUS*, TIPO 2, NA MUSCULATURA DO
SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO - AVALIAÇÃO
ELETROMIOGRÁFICA, ESPESSURA MUSCULAR E FORÇA DE
MORDIDA**

RICHARD HONORATO DE OLIVEIRA

Ribeirão Preto - SP

2014

RICHARD HONORATO DE OLIVEIRA

**EFEITO DO DIABETES *MELLITUS*, TIPO 2, NA MUSCULATURA DO
SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO - AVALIAÇÃO
ELETROMIOGRÁFICA, ESPESSURA MUSCULAR E FORÇA DE
MORDIDA**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Odontologia
Restauradora

Área de Concentração: Dentística

Orientadora: Profa. Dra. Simone Cecílio Hallak Regalo

“Versão Corrigida”

Ribeirão Preto

2014

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.

Catálogo da Publicação

Serviço de Documentação Odontológica

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Oliveira, Richard Honorato

Efeito do diabetes *mellitus*, tipo 2, na musculatura do sistema estomatognático - avaliação eletromiográfica, espessura muscular e força de mordida / Richard Honorato de Oliveira; orientadora Simone Cecílio Hallak Regalo - Ribeirão Preto, 2014.

91 p.: il.; 30cm

“Versão corrigida da Tese. A versão original se encontra disponível na Unidade que se aloja o Programa”

Tese (Doutorado)—Universidade de São Paulo, 2014.

1. Diabetes *mellitus* tipo 2. Músculos da mastigação. 3. Eletromiografia de superfície. 3. Espessura muscular. 4. Força de mordida. I. Regalo, Simone Cecilio Hallak. II. Título: Efeito do diabetes *mellitus*, tipo 2, na musculatura do sistema estomatognático.

CDD

Nome: Oliveira, Richard Honorato de

Título: Efeito do diabetes *mellitus*, tipo 2, na musculatura do sistema estomatognático - avaliação eletromiográfica, espessura muscular e força de mordida.

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Odontologia
Restauradora.

Área de concentração: Dentística

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus**, por tudo que sou e tenho pois, nada ocorre sem a permissão dele!

Aos meus pais, **Levi** e **Nice**, pelo apoio incondicional a todos os meus sonhos e ao meu irmão **Davis**, amo vocês!

À **Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo**, minha querida orientadora, amiga e “mãe”. Obrigado por todo encorajamento, apoio e por sempre me receber com alegria e disposição. Obrigado também ao **Carlos Alberto Regalo** pela amizade e pelas palavras simples e sábias, além dos momentos de descontração.

À **Profa. Dra. Marisa Semprini**, pelo apoio em minha tese, por me incentivar a continuar meus estudos no pós-doutorado e pelo exemplo de determinação e empolgação pelas novas tecnologias.

À **Profa. Dra. Selma Siéssere**, minha amiga que sempre acrescentou em minha carreira universitária. Obrigado também ao **Luiz Gustavo de Sousa**, pela amizade e pelos trabalhos realizados juntos.

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto** pela amizade, liberdade e apoio incondicional à minha pesquisa.

À **Tânia de Freitas Borges**, pela amizade e companheirismo nas centenas de prontuários analisados, nos vários exames realizados e nos trabalhos apresentados.

À **Clélia Aparecida Celino**, pela amizade e simpatia constante.

Ao **Carlos Feitosa dos Santos**, pela amizade e pelo atendimento impecável sempre.

Ao **Prof. Dr. Mathias Vitti** pela amizade e pelo exemplo de pesquisador.

Ao **Marcelo Palinkas** pela amizade e pelo apoio em diversos trabalhos científicos.

Ao **Paulo Batista de Vasconcelos**, pela amizade e por sempre se mostrar prestativo nos trabalhos do laboratório de eletromiografia.

Às secretárias **Isabel Cristina Galino Sola, Regiane Cristina Moi Sacilotto e Mary Possani Carmessano**, pela amizade e ótimo atendimento.

Ao **Prof. Dr. César Bataglione e família**, pela amizade sincera e pelas oportunidades de crescimento como pessoa e na carreira universitária.

À **Isabela Ganga Buzoli**, pelo carinho e apoio.

Aos **professores e colegas do doutorado**, pela amizade e crescimento mútuo.

Ao **Sandoval Mateus da Silva, Maria Amélia Sallum, Bruno e Fernanda Sallum**, família do coração, a qual está ao meu lado em todos os momentos.

À **USP** e à **FORP**, pela magnífica infraestrutura física e corpo docente que me permitiu crescer em vários aspectos de minha vida acadêmica e pessoal.

À **FAPESP**, pela compra do mais novo aparelho de ultrassom de nosso laboratório, processo número: 2012/00928-0.

À **CAPES**, pelo apoio financeiro.

RESUMO

Considerando-se a relevância da influência da musculatura na funcionalidade do sistema estomatognático, buscou-se com este trabalho realizar avaliação do comportamento e atuação da musculatura mastigatória em indivíduo diabético, tipo 2. Este estudo teve como objetivo comparar a atividade eletromiográfica, a espessura dos músculos masseter e temporal e a força de mordida entre indivíduos portadores de diabetes (GD) e um grupo controle (GC), saudáveis. A atividade eletromiográfica foi avaliada utilizando o eletromiógrafo Myosystem BR-1 nas condições posturais da mandíbula e na mastigação não-habitual de Parafilme M[®] e habitual de uvas passas e amendoins. Para a análise da espessura muscular foram adquiridas imagens dos músculos masseter e temporal no repouso e na contração voluntária máxima utilizando o aparelho de ultrassom SonoSite Titan. A força de mordida molar máxima direita e esquerda foi obtida por meio do dinamômetro digital Kratos. Os dados coletados foram submetidos ao tratamento estatístico utilizando testes de comparação (teste *t* de Student), considerando o intervalo de confiança de 95% (SPSS 20.0). Os resultados obtidos nesta pesquisa revelaram que os indivíduos com diabetes apresentaram na atividade eletromiográfica diferença estatisticamente significativa apenas na condição de mastigação de Parafilme M[®] para os músculos temporais esquerdo e direito ($p < 0,05$). Na análise ultrassonográfica verificou-se maior espessura muscular para os masseteres e menor espessura para os temporais no grupo diabético quando comparado ao grupo controle, estatisticamente significativa. Com relação à força de mordida, observou-se que nos indivíduos diabéticos, a força de mordida foi menor, sem significância estatística. Concluiu-se que, os músculos masseteres e temporais dos diabéticos, tipo 2, sofreram alterações eletromiográficas e em suas espessuras, o que requer do cirurgião-dentista oferecer tratamentos odontológicos que reabilitem com maior eficiência seus pacientes diabéticos.

ABSTRACT

Considering the importance of the influence of the muscles in the functionality of the stomatognathic system, we sought to carry out this work evaluation of the behavior and performance of the masticatory muscles in diabetic subjects, type 2. This study aimed to compare the electromyographic activity, the thickness of masseter and temporalis muscles and bite force among individuals with diabetes (GD) and healthy control group (GC). The electromyographic activity was assessed using electromyography Myosystem BR-1 in postural conditions of the jaw and non-habitual chewing Parafilm M® and habitual chewing of raisins and peanuts. For the analysis of muscle thickness were acquired images of the masseter and temporal muscles at rest and at maximum voluntary contraction using the SonoSite Titan ultrasound machine. The maximum bite force, right and left molar, was obtained through digital dynamometer Kratos. The data collected were subjected to statistical analysis using comparison tests (Student's t test), considering a confidence interval of 95% (SPSS 20.0). The results obtained in this study revealed that individuals with diabetes showed the statistically significant difference electromyographic activity only on condition chewing Parafilm M® for left and right in temporal muscles ($p < 0.05$). On ultrasound examination, there was greater muscle thickness for the masseter and temporal thickness less for the diabetic group compared to controls, statistically significant difference. With respect to bite force, it was observed that in diabetic patients, the bite force was lower without statistical significance. It was concluded that the masseter and temporal muscles of diabetics, type 2, suffered electromyographic changes and their thicknesses, which requires the dentist to provide dental treatments that more effectively rehabilitate their diabetic patients.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
PROPOSIÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	29
RESULTADOS	43
DISCUSSÃO	71
CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	93

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O diabetes *mellitus* (DM) dentre as doenças endócrinas é a mais comum e é tão antiga quanto a própria humanidade. A prevalência do diabetes está aumentando em todo o mundo (WILD et al., 2004). No Brasil observa-se elevação significativa do número de indivíduos portadores da doença. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, tal dado é confirmado pelo CENSO-IBGE (2010) demonstrando que a população brasileira atingiu o número estimado de aproximadamente doze milhões de diabéticos. O International Diabetes Federation (2013) diz que há mais de 270 milhões de diabéticos e estima 552 milhões de diabéticos mundialmente, para 2030.

A grande maioria dos casos de diabetes pertence a duas categorias etiológicas, ou seja, o diabetes tipo 1 e o tipo 2. O diabetes do tipo 1, é descrito como doença autoimune onde há destruição das células produtoras de insulina, ou seja, não há produção de insulina suficiente nesses indivíduos, e possui fator hereditário. No diabetes do tipo 2, encontra-se a insulina, porém sua ação é dificultada pela obesidade, o que é caracterizado como resistência insulínica, resultando em hiperglicemia. Além disso, no tipo 2 da doença, há grande relação com a obesidade, sedentarismo e idade. Estima-se que 60% a 90% dos portadores da doença sejam obesos. A incidência é maior após os quarenta anos e tem como peculiaridade a contínua produção de insulina pelo pâncreas (WILD et al., 2004; ADA, 2008) e, ainda, está associado a várias desordens músculo esqueléticas, e apesar da fisiopatologia não ser ainda bem elucidada sugere-se que alterações no tecido conjuntivo, vascular e nervoso ou a combinação de vários desses fatores sejam os responsáveis por essas alterações (ARKKILA; GAUTIER, 2003).

O diabetes *mellitus* tipo 2 define-se como condição patológica potencialmente capaz de provocar alterações nas propriedades metabólicas e neurais do músculo esquelético, e,

consequentemente, no processo de modulação da força muscular devido ao fato de compor um dos grupos de doenças que causam distúrbios metabólicos caracterizado por hiperglicemia em consequência da deficiência na secreção e ação inadequada da insulina (ADA, 2010). Dessa forma, os indivíduos portadores de diabetes apresentam controle metabólico inadequado e podem desenvolver lesões e disfunções nos tecidos muscular e neural, que os levam a desenvolver padrão de ativação muscular inadequado expondo-os a risco aumentado para o surgimento e agravamento de complicações crônicas, redução das capacidades físicas e redução na qualidade de vida (ANDERSEN et al., 1998; SACCO; AMADIO, 2003; MEIJER et al., 2008; ALMEIDA et al., 2008; ONODERA et al., 2011; GOMES et al., 2011).

A prática regular de atividade física tem sido recomendada para a prevenção e reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas por diferentes associações de saúde no mundo, como o American College of Sports Medicine, os Centers for Disease Control and Prevention, a American Heart Association, os National Institutes of Health, o US Surgeon General, a Sociedade Brasileira de Cardiologia, entre outras. Estudos epidemiológicos têm demonstrado relação direta entre inatividade física e a presença de múltiplos fatores de risco como os encontrados na síndrome metabólica. Entretanto, tem sido demonstrado que a prática regular de exercício físico apresenta efeitos benéficos na prevenção e tratamento da hipertensão arterial, resistência à insulina, diabetes, dislipidemia e obesidade. Com isso, o condicionamento físico deve ser estimulado para todos, indivíduos saudáveis e, também, naqueles com múltiplos fatores de risco, desde que sejam capazes de participar do programa de treinamento físico. Assim como a terapêutica clínica cuida da manutenção da função dos órgãos, a atividade física promove adaptações fisiológicas favoráveis, resultando na melhora da qualidade de vida (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

As complicações músculo esqueléticas intrínsecas do diabetes incluem a mobilidade limitada, mão enrijecida e o infarto. Outras desordens músculo esqueléticas têm incidência

aumentada relacionada ao diabetes *mellitus* como a doença de Dupuytren, a capsulite de ombro, a artropatia neuropática, osteopenia (no caso do diabetes tipo 1), a tenossinovite dos flexores, a artrite séptica, neuropatia proximal aguda, a piomiosite e há possível associação com osteoartrite e síndrome do túnel do carpo (ARKKILA; GAUTIER, 2003). No entanto, trabalhos relacionados ao sistema estomatognático do indivíduo portador de diabetes não tem sido explorados.

A função do sistema estomatognático é integrada por órgãos e tecidos, cuja biologia e fisiopatologia são interdependentes de seus constituintes, dentre eles a maxila, mandíbula, articulações temporomandibulares, arcos dentais (superior e inferior), relação oclusal, língua e músculos esqueléticos que atuam de forma harmônica e dinâmica (MONGINI, 1998, GALO et al, 2006).

Desde a década de 1950, a técnica eletromiográfica tem sido utilizada para análise da função da musculatura relacionada ao sistema estomatognático. Como procedimento de avaliação clínica, a eletromiografia envolve a detecção e registro dos potenciais elétricos das fibras musculares esqueléticas (O' SULLIVAN; SCHMITZ, 1993) e, ainda, segundo Cyrillo e Torriani (2003) o exame eletromiográfico (EMG) de superfície registra os potenciais de ação que ocorrem por meio da ativação voluntária do músculo ou da resposta à estimulação elétrica. O exame eletromiográfico é definido, também, como método seguro e eficaz para a avaliação da atividade muscular em indivíduos saudáveis ou disfuncionados, podendo ser utilizado tanto em adultos quanto em crianças (PANCHERZ, 1980; FERRARIO et al, 2002).

A avaliação da atividade mioelétrica dos músculos da mastigação torna-se cada vez mais útil ao clínico, contribuindo para o conhecimento do desempenho destes músculos no repouso mandibular, nos movimentos dos reflexos reguladores e nas mudanças do padrão muscular, possibilitando, meio não só de avaliação, como também de acompanhamento de tratamentos (REGALO et al., 2003; SANTOS et al., 2005).

Dessa forma, por exemplo, a hipertoncidade muscular de um músculo da mastigação (elevada atividade elétrica) pode ser monitorada por meio da eletromiografia, tornando a eletromiografia ferramenta insubstituível para a verificação das condições fisiológicas ou patológicas do músculo sobre o sistema estomatognático (COOPER, 1997). Na Odontologia moderna, frente à crescente valorização do aspecto funcional do sistema estomatognático, o diagnóstico das maloclusões e a avaliação dos tratamentos não devem se restringir apenas ao exame clínico e radiográfico. O tratamento é considerado integral se as relações forem estáveis e houver harmonia entre forma e função (SANTOS et al., 2008). Assim se explica o importante papel que a análise eletromiográfica constitui para o término do tratamento do indivíduo e no seu acompanhamento pós tratamento.

No entanto, no que se referem a estudos eletromiográficos sobre a relação músculos da mastigação e indivíduos diabéticos pouco se sabe, pois pouco se estuda. Encontramos trabalhos realizados por meio da eletromiografia tais como os desenvolvidos por Chopra (1969) em músculo tibial anterior de portadores de diabetes, sendo que os achados desse autor revelaram que a duração média do potencial de ação foi significativamente maior em comparação a de indivíduos não diabéticos e que houve aumento na incidência de potenciais polifásicos, maior sincronização dos potenciais de ação e menor ativação muscular em situação de esforço máximo induzido por eletroestimulação. Dados semelhantes foram encontrados por Lamontagne e Buchthal (1970) quando investigaram diferentes músculos esqueléticos, por eletrofisiologia, em portadores de diabetes *mellitus* com neuropatia e, observaram maior perda de unidades motoras nos músculos do membro inferior.

Andersen et al. (1998), Sacco e Amadio (2003), Akashi et al. (2008) e Sacco, et al. (2010) mostraram possíveis alterações das propriedades das fibras musculares em indivíduos com diabetes portadores de neuropatia periférica o que sugere que distúrbios e lesões neurogênicas podem estar presentes antes mesmo do diagnóstico do diabetes (DYCK et al.,

2011). Onodera et al. (2011) e Gomes et al. (2011) investigaram o perfil de ativação muscular de portadores do diabetes *mellitus* neuropatas em diferentes protocolos por meio de eletromiografia de superfície e, concluíram que embora os resultados mostrem perfil de ativação muscular diferente de indivíduos não diabéticos, apenas o comportamento da variação da magnitude dos sinais eletromiográficos foi considerada para caracterizar as alterações no padrão de ativação.

O sistema muscular tem papel fundamental na vida do indivíduo. Juntamente com o sistema ósseo e articular constitui entre outras funções a formação do aparelho locomotor responsável pela forma, estrutura e função do organismo. A constituição muscular relacionada ao sistema estomatognático, particularmente os músculos relacionados à articulação temporomandibular têm sido motivo de estudo em diversos grupos de indivíduos que apresentam alteração neste sistema. Outro método de estudo que fornece informações essenciais da função mastigatória é a força de mordida, a qual está relacionada com o desempenho da mastigação, podendo ser afetada pela idade, estado clínico dos dentes, fluxo salivar, disfunção temporomandibular e/ou dor orofacial (OKIYAMA et al., 2003; IKEBE et al., 2005). Complementando a análise integral dos músculos da mastigação a ultrassonografia é o método utilizado para análise da espessura do músculo, sendo observada correlação significativa da espessura muscular com a força de mordida máxima (RAADSHEER et al., 1999). Estudos relacionados à eletromiografia e ultrassonografia dos músculos da mastigação em indivíduos diabéticos são de extrema relevância, já que pesquisas anteriores apontam indícios de que o diabetes pode estar associado a condições de dor orofacial, especialmente da disfunção temporomandibular (COLLIN et al., 2000; HATCH et al. 2001).

PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

O presente estudo avaliou a atividade bilateral dos músculos masseter e temporal de indivíduos dentados totais pertencentes a dois Grupos experimentais pareados por idade e gênero: **Grupo Diabéticos (GD)** e **Grupo Controle (GC)**. A avaliação ocorreu por meio das seguintes análises:

- ✓ Eletromiografia (EMG): observando o padrão de comportamento muscular (morfológico e funcional) em diferentes condições clínicas como repouso, protrusão, lateralidades direita e esquerda, apertamento dental e apertamento dental com Parafilme M[®], mastigação com Parafilme M[®], mastigação com uvas passas e mastigação com amendoins.
- ✓ Ultrassonografia: observando a espessura muscular dos músculos masseteres e temporais de ambos os lados nas diferentes condições clínicas de repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima.
- ✓ Força de mordida molar máxima direita e esquerda.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Amostra

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Eletromiografia do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP. Trata-se de um estudo observacional de corte transversal que avaliou a atividade muscular, eficiência mastigatória, espessura muscular e força de mordida em indivíduos portadores de diabetes comparados a indivíduos controles não portadores de doença crônica (GC).

De uma amostra inicial de 300 indivíduos da população de Ribeirão Preto e região, foram selecionados para participar desse estudo 28 indivíduos de ambos os sexos, divididos em dois grupos, o GD, constituído por 14 indivíduos, com diagnóstico de diabetes e o GC constituído por 14 indivíduos dentados completos, sem alterações sistêmicas (Grupo Controle) (Fig. 1). A pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da FORP/USP. Todos os participantes da pesquisa foram informados sobre os propósitos e etapas do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), previamente aprovado pelo Comitê de Ética de acordo, com a Resolução 466/12 e Complementares do Conselho Nacional de Saúde. A seleção da amostra e os critérios de inclusão e exclusão foram determinados por meio de exame clínicos e anamnese. Na anamnese foram obtidos os dados de histórico médico e dental, presença de hábitos parafuncionais e possíveis sinais e sintomas clínicos de disfunção temporomandibular, utilizando o questionário e formulário de exame Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD). Para o GD (Diabéticos), os indivíduos deveriam

ter diagnóstico médico de diabetes há no mínimo cinco anos, estarem medicados e controlados (Hemoglobina glicada = 6,5 a 7, avaliada pelos 3 últimos exames) e possuírem dentes hígidos na região posterior. Os indivíduos pertencentes ao GC (controle) tiveram ainda que obedecer aos seguintes critérios de inclusão:

- ✓ Possuir dentição completa;
- ✓ Não apresentar alteração sistêmica.

Para os critérios de exclusão, seria necessário que os indivíduos apresentassem uma das seguintes situações, para que fossem eliminados de participarem da pesquisa:

- ✓ Distúrbios de origem sistêmica ou local que pudessem comprometer o crescimento craniofacial ou o sistema estomatognático, como distúrbios neurológicos ou paralisia cerebral, entre outros;
- ✓ Histórico de convulsão não controlada ou desordem do SNC ou psiquiátrica julgada pelos pesquisadores como clinicamente relevante antes da assinatura do TCLE;
- ✓ Utilização de próteses dentais;
- ✓ Indisposição física ou mental no ato do exame;
- ✓ Utilização de medicamentos que pudessem interferir na atividade muscular, direta ou indiretamente, como anti-histamínicos, sedativos, xaropes e homeopatia;
- ✓ Realização de tratamentos que interferem na atividade muscular, direta ou indiretamente, durante o período da realização da pesquisa, como tratamento ortodôntico, terapia fonoaudiológica e tratamento otorrinolaringológico;
- ✓ Disfunções temporomandibulares.

Figura 1. Delineamento da fase de captação dos indivíduos convidados para participarem da pesquisa.

Material utilizado para realização dos exames

- ✓ Álcool
- ✓ Gel condutor à base de água
- ✓ Esparadrapos
- ✓ Guardanapos de papel
- ✓ Dedeiras de látex descartáveis (Wariper/SP)
- ✓ Parafilme M[®] (Pechinery Plastic Packaging, Batavia, IL,USA): é um material inerte, que se constitui em uma folha de parafina (Parafilm M[®]) que foi dobrada (18x17x4mm, peso 245mg) e colocada em ambos os lados da arcada dental (Fig. 2).

Figura 2: Folha de Parafilme M[®] e folha de parafina dobrada (18x17x4mm, peso 245mg).

MÉTODOS

Exames Realizados

Eletromiografia de superfície para a análise da atividade muscular e eficiência mastigatória do sistema estomatognático

A avaliação dos registros da atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal foram realizadas durante as condições de atividades que envolvem efetiva participação desta musculatura em condições clínicas e tempo de avaliação pré-estabelecidos como indica o quadro abaixo.

Quadro 1. Condições clínicas e tempo de avaliação preestabelecidos.

Condições Clínicas	Tempo
Repouso	05 segundos
Protrusão máxima da mandíbula sem contato dental	05 segundos
Lateralidades direita e esquerda sem contato dental	05 segundos
Máxima Intercuspidação Habitual com e sem Parafilme M [®]	04 segundos
Mastigação de Parafilme M [®] entre os dentes posteriores, mastigação de amendoins (5gr) e de uvas passas (5gr)	10 segundos

Foi utilizado o Eletromiógrafo MyoSystem-I de doze canais, versão portátil, acoplado a um laptop, com bateria própria (Fig. 3A). Os conectores possuem saídas de tensão CC de $\pm 12V @ \pm 100 \text{ mA}$, CMRR (relação de rejeição em modo comum) de 112dB @ 60dB, impedância de entrada para eletrodos passivos 10^{10} Ohms/6pf , correntes bias de entrada para eletrodos ativos de $\pm 2\text{nA}$, proteção contra sobretensões e filtros passa baixa para eliminação

de ruídos de 5Hz a 5KHz. Foram utilizados eletrodos ativos simples diferenciais de prata, com duas áreas de contatos 10,0 x 1,0 mm e distância de 10,0 mm entre eles e fixos em um encapsulamento de resina de 40x20x5 mm para avaliação dos registros da atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal (Fig. 3B). Como eletrodo de referência (eletrodo terra), utilizou-se um eletrodo com três centímetros de diâmetro (Fig. 3C).

Figura 3. Em A o eletromiógrafo utilizado na pesquisa e seus respectivos eletrodos; em B o eletrodo ativo simples e em C o eletrodo passivo de referência.

Os eletrodos foram posicionados com esparadrapos sobre o ventre dos músculos masseter e na porção anterior do temporal, bilateralmente, seguindo as recomendações de Cram et al., 1997, onde a região mais adequada para a colocação dos eletrodos de captação é a região intermediária entre o centro da zona de inervação (ponto motor) e, o tendão do músculo, alinhados longitudinalmente e paralelos ao sentido das fibras musculares, guardando sempre uma distância entre cada par de 1,5 cm, a partir do centro dos eletrodos (Fig. 4A e 4B). Para garantir a localização precisa dos músculos, foi realizada palpação quando em contração voluntária máxima. Um eletrodo de referência (passivo - Terra) foi posicionado sobre a pele da região do pulso do participante utilizando gel condutor à base de água e fixado também com esparadrapos (Fig. 4B).

Figura 4. Em A peça anatômica dissecada evidenciando os músculos utilizados nas avaliações eletromiográficas e ultrassonográficas sendo que a seta azul indica a porção anterior do músculo temporal e a seta vermelha a porção superficial do músculo masseter e em B o posicionamento dos eletrodos ativos para os músculos temporais e masseteres e o eletrodo passivo na região do punho.

Devemos lembrar que previamente à colocação dos eletrodos, foi realizada a assepsia da pele, com álcool, nas regiões que receberiam os eletrodos. Durante o registro eletromiográfico, procurou-se manter o ambiente calmo e silencioso e solicitou-se a colaboração do participante para que se sentasse, permanecesse o mais calmo possível, respirando lenta e pausadamente e mantivesse a postura ereta, com as plantas dos pés apoiadas no solo, e os braços colocados junto ao tronco e as palmas das mãos apoiadas nas coxas. A cabeça foi posicionada de forma ereta e sem apoio posterior de tal forma que os olhos estivessem voltados para a linha do horizonte. As instruções e explicações eram sempre oferecidas ao participante previamente a cada etapa do experimento.

Eficiência mastigatória

A eficiência do ciclo mastigatório foi verificada por meio da integral da envoltória do sinal eletromiográfico, sendo este valor em microvolts/segundo, durante a unidade de tempo,

fornecido pelo software Myosystem Br 1. Os valores eletromiográficos foram obtidos pela média de cinco ciclos mastigatórios centrais da coleta do sinal. Os quatro ciclos mastigatórios iniciais foram desprezados, visto que no início do processo mastigatório os primeiros ciclos apresentam considerável variação no padrão de movimento mandibular.

Ultrassonografia – Análise da espessura muscular

Para a análise da espessura muscular, foi utilizado o equipamento de ultrassonografia SonoSite Titan Nacionalizado com transdutor linear 56 mm de 10 MHz (Fig. 5A). Foram adquiridas imagens ultrassonográficas dos músculos temporal e masseter, de ambos os lados, na posição mandibular de repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima. O transdutor linear foi posicionado transversalmente à direção das fibras musculares, considerando-se a porção anterior do músculo temporal, cerca de 1,0 a 1,5 cm para trás e para cima da comissura palpebral externa (Fig. 5B) e para captação do ventre do músculo masseter, utilizou-se aproximadamente, 1,5 a 2,0 cm acima do ângulo da mandíbula para que fosse possível obter a imagem da porção média dos músculos referidos. A localização foi confirmada pela palpação muscular e movimentação do transdutor para se obter a imagem otimizada

Figura 5. Em A ultrassom sonosite Titan e em B transdutor posicionado sobre o músculo temporal.

Durante o exame, os indivíduos permaneceram sentados e recostados, sem fixação da cabeça. As mensurações foram realizadas diretamente sobre a imagem no momento da sua aquisição, com aproximação de 0,1 mm. Foram realizados três mensurações para cada condição clínica estudada, ou seja, repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima, com intervalo de dois minutos entre cada mensuração. Foram obtidas, nos dois grupos analisados, imagens ultrassonográficas dos músculos masseter direito e esquerdo em repouso, masseter direito e esquerdo em apertamento dental em contração voluntária máxima, porção anterior do músculo temporal direito e esquerdo em repouso e porção anterior do músculo temporal direito e esquerdo em apertamento dental em contração voluntária máxima (Fig. 6A, 6B, 6C e 6D). As mensurações foram realizadas diretamente sobre a imagem no momento da sua aquisição. Para evitar qualquer alteração deste exame, utilizava-se sempre o mesmo avaliador.

Figura 6. Em A e B imagens ultrassonográficas do músculo masseter esquerdo, nas condições clínicas de repouso e de apertamento dental em contração voluntária máxima, respectivamente. Em C e D imagens ultrassonográficas do músculo temporal direito, nas condições clínicas de repouso e de apertamento dental em contração voluntária máxima, respectivamente. Os números evidenciam (1) superfície do transdutor; (2) ramo da mandíbula; (3) espessura do músculo masseter e temporal.

Força de Mordida

Os registros da força de mordida foram realizados após os exames eletromiográficos. O aparelho que foi utilizado para a determinação da força de mordida foi o dinamômetro digital, modelo IDDK (Kratos, Cotia, SP- Brasil), com capacidade até 100 Kgf, com escala em Kgf ou N, adaptado às condições bucais (Fig. 7A). É constituído de duas hastes que apresentam em suas extremidades discos de teflon capazes de receber e registrar a força de mordida aplicada. Sua célula de carga de precisão elevada e circuito eletrônico para indicar a força fornecem medidas precisas e de fácil leitura no seu visor digital. As medidas foram realizadas na região dos primeiros molares permanentes direito e esquerdo, área onde desenvolve-se a maior força de mordida (REGALO et al., 2008). Para a coleta dos dados da força de mordida os indivíduos permaneceram sentados e recostados, sem fixação da cabeça, com os braços estendidos ao longo do corpo e as mãos estendidas sobre as coxas. Para cada exame o dinamômetro foi limpo com álcool e protegido com dedeiras de látex descartáveis (Wariper-SP), posicionadas nas hastes de mordida do aparelho como medida de biossegurança. Os indivíduos foram orientados e treinados para realizar o teste de morder as hastes, para assegurar a confiabilidade no procedimento. Foram obtidas três medidas de cada lado (tomadas em Kgf), alternando o lado direito e esquerdo, com intervalo de dois minutos entre cada mordida (Fig. 7B).

Figura 7. Em A dinamômetro digital modelo IDDK e em B a mensuração da força de mordida.

Análise dos resultados e estatística

Neste estudo, a atuação dos músculos da mastigação nos indivíduos dentados, controles e portadores de diabetes foi verificada por meio da RMS do sinal eletromiográfico sendo que esses sinais eletromiográficos foram processados no programa Myosystem - Br1 versão 3.5. Após a digitalização, os sinais foram analogicamente amplificados (com um ganho de 1000x), filtrados (filtro passa-banda de 0,01-1,5kHz) e amostrados por uma placa conversora A/D de 12 bites com frequência de aquisição de 2KHz. O sinal eletromiográfico bruto foi utilizado para derivar valores de amplitude eletromiográfica, obtidos pelo cálculo da raiz quadrada da média (RMS). Os dados eletromiográficos foram submetidos à análise estatística utilizando o software SPSS versão 20.0 (SPSS Inc.; Chicago, IL, USA). Os resultados foram obtidos por meio da análise descritiva (médias, desvios padrão, valor máximo e valor mínimo), para cada variável. Os valores foram comparados pelo teste *t* para amostras independentes ($p < 0,05$). A eficiência do ciclo mastigatório entre os grupos foi verificada por meio da integral da envoltória do sinal eletromiográfico, sendo este valor em microvolts/segundo.

O erro de método (S_e) na técnica de ultrassom foi calculado pela tripla gravação de imagens e tripla mensuração da espessura dos músculos masseter direito e esquerdo e porção anterior do músculo temporal dos lados direito e esquerdo nos indivíduos, em duas ocasiões distintas, por meio do uso da fórmula de Dahlberg's (KILIARIDIS; KALEBO, 1991; RAADSHEER et al., 1996).

$$S_e = \sqrt{\sum (m1 - m2)^2 / 2n}$$

S_e = erro de método

$m1$ = primeira repetição

$m2$ = segunda repetição

n = número de sujeitos com duas medições

RESULTADOS

RESULTADOS

Os dados obtidos neste trabalho foram analisados por meio do Teste *t de Student*.
Abaixo segue a sequência utilizada para a exposição dos dados.

Análise eletromiográfica (RMS) – Padrões Posturais

- ✓ Condição de Repouso
- ✓ Condição de Protrusão
- ✓ Condição de Lateralidade Direita
- ✓ Condição de Lateralidade Esquerda
- ✓ Apertamento Dental em Contração Voluntária Máxima
- ✓ Apertamento com Parafilme M[®]

Função Mastigatória

- ✓ Mastigação de Parafilme M[®] (não habitual)
- ✓ Mastigação de Uvas Passas
- ✓ Mastigação de Amendoins

Espessura Muscular (Ultrassonografia)

- ✓ Repouso
- ✓ Contração Voluntária Máxima

Força de Mordida

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA (RMS) – PADRÕES POSTURAIS

Condição de Repouso

Na condição de repouso, para a atividade eletromiográfica (RMS), não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) dos dados eletromiográficos (μV) na condição de repouso dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para cada músculo avaliado.

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) – RMS	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	5,2760	3,087	0,086
	GC	6,0664	2,550	
Músculo masseter esquerdo	GD	4,7789	3,059	0,314
	GC	6,4724	1,800	
Músculo temporal direito	GD	7,3053	4,741	0,588
	GC	9,7267	7,445	
Músculo temporal esquerdo	GD	10,3446	12,202	0,410
	GC	8,5126	2,728	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$)

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de repouso, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão ilustradas nas figuras 8 e 9 respectivamente.

Figura 8. Médias eletromiográficas (RMS) na condição de repouso, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 9. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de repouso para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Condição de Protrusão

Na condição de Protrusão, para a atividade eletromiográfica (RMS), não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) dos dados eletromiográficos (μV) na condição de Protrusão dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para cada músculo avaliado.

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) – RMS	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	17,0216	12,015	0,410
	GC	21,7744	17,518	
Músculo masseter esquerdo	GD	18,6221	12,362	0,372
	GC	14,5672	11,218	
Músculo temporal direito	GD	7,6573	5,687	0,582
	GC	8,7333	4,454	
Músculo temporal esquerdo	GD	11,0426	11,458	0,613
	GC	9,3643	4,423	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$)

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de protrusão, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão ilustradas nas figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 10. Médias eletromiográficas (RMS) na condição de protrusão, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 11. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartil das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de protrusão para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Condição de Lateralidade Direita

Na condição de Lateralidade Direita, para a atividade eletromiográfica (RMS), não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) dos dados eletromiográficos (μV) na condição de Lateralidade Direita dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para cada músculo avaliado.

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) – RMS	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	10,9326	18,292	0,912
	GC	10,3120	9,694	
Músculo masseter esquerdo	GD	8,5621	4,638	0,195
	GC	11,0913	5,389	
Músculo temporal direito	GD	10,9335	6,538	0,778
	GC	10,2517	6,149	
Músculo temporal esquerdo	GD	10,6591	12,179	0,431
	GC	7,9656	3,257	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$)

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de lateralidade direita, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão ilustradas nas figuras 12 e 13, respectivamente.

Figura 12. Médias eletromiográficas (RMS) na condição de lateralidade direita, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 13. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de lateralidade direita para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Condição de Lateralidade Esquerda

Na condição de Lateralidade Esquerda, para a atividade eletromiográfica (RMS), não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados (Tabela 4).

Tabela 4. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) dos dados eletromiográficos (μV) na condição de lateralidade esquerda dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para cada músculo avaliado.

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) – RMS	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	11,3805	8,353	0,657
	GC	13,0077	10,683	
Músculo masseter esquerdo	GD	8,9639	8,482	0,821
	GC	8,4145	2,955	
Músculo temporal direito	GD	6,9274	4,363	0,661
	GC	7,5434	2,812	
Músculo temporal esquerdo	GD	13,8318	14,008	0,368
	GC	10,3125	3,151	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$)

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartil das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de lateralidade esquerda, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão ilustradas nas figuras 14 e 15, respectivamente.

Figura 14. Médias eletromiográficas (RMS) na condição de lateralidade esquerda, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 15. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de lateralidade esquerda para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Apertamento Dental em Contração Voluntária Máxima

Na condição de apertamento dental em contração voluntária máxima, para a atividade eletromiográfica (RMS), não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) dos dados eletromiográficos (μV) na condição de apertamento dental em contração voluntária máxima dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para cada músculo avaliado.

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) – RMS	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	72,9190	74,692	0,963
	GC	71,8829	37,544	
Músculo masseter esquerdo	GD	56,0089	45,463	0,147
	GC	81,0271	42,990	
Músculo temporal direito	GD	78,4622	86,254	0,762
	GC	86,5500	48,006	
Músculo temporal esquerdo	GD	66,9216	41,369	0,227
	GC	89,2793	53,489	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$)

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartil das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de apertamento dental em contração voluntária máxima, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão ilustradas nas figuras 16 e 17, respectivamente.

Figura 16. Médias eletromiográficas (RMS) na condição de apertamento dental em contração voluntária máxima, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 17: Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de apertamento dental em contração voluntária máxima para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Apertamento com Parafilme M®

Na condição de apertamento com Parafilme M®, para a atividade eletromiográfica (RMS), não houve diferença estatisticamente significante entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados (Tabela 6).

Tabela 6. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) dos dados eletromiográficos (μV) na condição de apertamento com Parafilme M® dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para cada músculo avaliado.

Músculos	Grupos	N	Médias EMG (μV) – RMS	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	14	92,2484	78,648	0,589
	GC	14	107,3221	66,678	
Músculo masseter esquerdo	GD	14	87,9311	73,698	0,428
	GC	14	110,9371	77,359	
Músculo temporal direito	GD	14	83,3989	62,843	0,446
	GC	14	101,8857	63,695	
Músculo temporal esquerdo	GD	14	82,0892	53,912	0,305
	GC	14	105,2864	63,086	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$)

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de apertamento com Parafilme M®, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão ilustradas nas figuras 18 e 19, respectivamente.

Figura 18. Médias eletromiográficas (RMS) na condição de apertamento com Parafilme M®, para os músculos avaliados, nos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 19. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartil das médias da atividade eletromiográfica (RMS) na condição de apertamento com Parafilme M® para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Função Mastigatória

Após a obtenção dos dados aplicou-se o teste *t* de Student para amostras independentes. Foi realizada a análise estatística da eficiência dos ciclos mastigatórios, entre o Grupo Diabéticos (GD) e o Grupo Controle (GC), pelas médias eletromiográficas da Integral da Envoltória (*fenv*) dos músculos masseter e temporal, direito e esquerdo, durante a mastigação de Parafilme M[®] (Tabela 7), das uvas passas (Tabela 8), dos amendoins (Tabela 9) por 10 segundos.

Mastigação de Parafilme M[®] (não habitual)

A análise estatística dos dados referentes aos músculos masseteres e temporais durante a mastigação não habitual de Parafilme M[®] por 10 segundos demonstrou que houve diferença estatisticamente significativa somente para os músculos temporais, direito e esquerdo, quando comparados os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) (Tabela 7).

Tabela 7. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) da Integral da Envoltória (*fenv*) na mastigação de Parafilme M[®] durante 10 segundos, para cada músculo avaliado, no Grupo Diabéticos (GD) e no Grupo Controle (GC).

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) - <i>fenv</i>	Desvio Padrão	Significância estatística (<i>p</i>)
Músculo masseter direito	GD	260,5054	298,238	0,442
	GC	329,0064	138,048	
Músculo masseter esquerdo	GD	237,0737	239,903	0,116
	GC	353,1029	116,428	
Músculo temporal direito	GD	219,6487	153,690	0,027*
	GC	340,1693	115,884	
Músculo temporal esquerdo	GD	205,2826	131,608	0,005*
	GC	354,3950	122,628	

*Diferença estatisticamente significativa - Teste *t* de Student para amostras independentes ($p < 0,05$).

As figuras 20 e 21 ilustram, respectivamente, as médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartil das médias da Integral da Envoltória (*fenv*) durante a mastigação não

habitual de Parafilme M[®] no período de 10 segundos, para os músculos masseteres e temporais dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 20. Médias EMG da Integral da Envoltória (fenv) dos músculos masseteres e temporais na mastigação não habitual de Parafilme M[®] durante 10 segundos, para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 21. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (fenv) na mastigação não habitual de Parafilme M[®] para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Mastigação de Uvas Passas

A análise estatística dos dados referentes à mastigação habitual de uvas passas, por 10 segundos, demonstrou (Tabela 8) que não houve diferença estatisticamente significativa entre os músculos mastigatórios quando comparados os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC), exceto para o músculo temporal esquerdo ($p=0,031$).

Tabela 8. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p<0,05$) da Integral da Envoltória (f_{env}) na mastigação de uvas passas durante 10 segundos, para cada músculo avaliado, no Grupo Diabéticos (GD) e no Grupo Controle (GC).

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) - f_{env}	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	236,4662	184,708	0,623
	GC	209,6879	79,698	
Músculo masseter esquerdo	GD	237,6429	149,810	0,879
	GC	245,6271	123,429	
Músculo temporal direito	GD	213,9607	147,776	0,410
	GC	256,7900	121,468	
Músculo temporal esquerdo	GD	174,4494	142,203	0,031*
	GC	306,5764	163,304	

*Diferença estatisticamente significativa - Teste t de Student para amostras independentes ($p<0,05$).

As figuras 22 e 23 ilustram, respectivamente, as médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico das médias da Integral da Envoltória (f_{env}) durante a mastigação habitual de Uvas Passas no período de 10 segundos, para os músculos masseteres e temporais dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 22. Médias EMG da Integral da Envoltória (fenv) dos músculos masseteres e temporais na mastigação de uvas passas durante 10 segundos, para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 23. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (fenv) na mastigação de uvas passas para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Mastigação de Amendoins

A análise estatística dos dados referentes à mastigação habitual de Amendoins, por 10 segundos, demonstrou (Tabela 9) que não houve diferença estatisticamente significativa entre os músculos mastigatórios quando comparados os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Tabela 9. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) da Integral da Envoltória (f_{env}) na mastigação de amendoins durante 10 segundos, para cada músculo avaliado, no Grupo Diabéticos (GD) e no Grupo Controle (GC).

Músculos	Grupos	Médias EMG (μV) - f_{env}	Desvio Padrão	Significância estatística (p)
Músculo masseter direito	GD	301,2806	219,350	0,619
	GC	334,4757	113,599	
Músculo masseter esquerdo	GD	324,6684	155,057	0,244
	GC	386,5829	116,891	
Músculo temporal direito	GD	265,7041	197,844	0,158
	GC	357,9243	131,171	
Músculo temporal esquerdo	GD	282,6992	194,643	0,098
	GC	422,2479	234,239	

Teste t de Student para amostras independentes ($p < 0,05$).

As figuras 24 e 25 ilustram, respectivamente, as médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico das médias da Integral da Envoltória (f_{env}) durante a mastigação habitual de Amendoins no período de 10 segundos, para os músculos masseteres e temporais dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 24. Médias EMG da Integral da Envoltória (fenv) dos músculos masseteres e temporais na mastigação de amendoins durante 10 segundos, para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 25. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da atividade eletromiográfica (fenv) na mastigação dos amendoins para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Espessura Muscular (Ultrassonografia)

Os dados da espessura muscular (centímetros) foram tabulados e submetidos à análise estatística, sendo comparado os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) pelo teste *t* de Student para amostras independentes.

Repouso

Na análise da espessura dos músculos masseteres e temporais na condição de repouso houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados, com maiores valores de espessura para o Grupo Diabéticos (GD) considerando os músculos masseteres e menores valores de espessura considerando os músculos temporais (Tabela 10).

Tabela 10. Média, desvio padrão, valor de *p* (nível de significância) da espessura muscular (cm) na condição de repouso para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Músculos	Grupos	Espessura Muscular Condição de Repouso		
		Média	Desvio Padrão	Valor de <i>p</i>
Masseter Direito	GD	1,2386	0,201	0,000*
	GC	0,9379	0,180	
Masseter Esquerdo	GD	1,1414	0,117	0,012*
	GC	0,9657	0,214	
Temporal Direito	GD	0,4093	0,107	0,001*
	GC	0,6321	0,184	
Temporal Esquerdo	GD	0,3929	0,065	0,000*
	GC	0,6200	0,193	

*Diferença estatisticamente significativa para $p < 0,05$ (teste *t* de Student para amostras independentes).

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico das médias das espessuras musculares, na condição de repouso, dos músculos masseteres e temporais, dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão representadas nas figuras 26 e 27, respectivamente.

Figura 26. Médias da espessura muscular (cm) na condição de repouso para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 27. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da espessura muscular (cm) na condição de repouso para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Contração Voluntária Máxima

Na análise da espessura muscular, condição de contração voluntária máxima, dos músculos masseteres e temporais, houve diferença estatisticamente significante entre os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) para todos os músculos avaliados, com maiores valores de espessura para o Grupo Diabético (GD) considerando os músculos masseteres e menores valores de espessura considerando os músculos temporais (Tabela 11).

Tabela 11. Média, desvio padrão, valor de p (nível de significância) da espessura muscular (cm) na condição de contração voluntária máxima para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Músculos	Grupos	Espessura Muscular Condição de Contração Voluntária Máxima		
		Média	Desvio Padrão	Valor de p
Masseter Direito	GD	1,4493	0,222	0,005*
	GC	1,1864	0,232	
Masseter Esquerdo	GD	1,4143	0,161	0,034*
	GC	1,2400	0,243	
Temporal Direito	GD	0,5036	0,079	0,000*
	GC	0,7193	0,182	
Temporal Esquerdo	GD	0,5050	0,074	0,002*
	GC	0,6914	0,193	

*Diferença estatisticamente significante para $p < 0,05$ (teste t de Student para amostras independentes).

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico das médias das espessuras musculares, na condição de contração voluntária máxima, dos músculos masseteres e temporais, dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão representadas nas figuras 28 e 29, respectivamente.

Figura 28. Médias da espessura muscular (cm) na condição de contração voluntária máxima dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Figura 29. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartílico das médias da espessura muscular (cm) na condição de contração voluntária máxima para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Força de Mordida

Na análise estatística aplicou-se o teste *t* de Student para amostras independentes ($p < 0,05$). O teste foi realizado comparando, entre o Grupo Diabéticos (GD) e o Grupo Controle (GC), a força de mordida da região molar direito e a força de mordida da região molar esquerdo. A análise, representada na Tabela 12, mostrou que para a força de mordida do lado direito e esquerdo, apesar das médias mais elevadas para o Grupo Controle (GC), não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 12. Médias, desvio padrão e significância estatística ($p < 0,05$) da força de mordida (Kgf) região molar dos lados direito e esquerdo dos Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

Força de Mordida	Grupos	Médias (Kgf)	Desvio Padrão	Significância estatística (<i>p</i>)
Região Molar Direito	GD	25,33	15,91	0,688
	GC	27,65	14,40	
Região Molar Esquerdo	GD	26,90	18,64	0,587
	GC	30,23	12,78	

Teste *t* de Student para amostras independentes ($p < 0,05$).

As médias e mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartilico das médias da força de mordida para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC) estão representadas nas figuras 30 e 31, respectivamente.

Figura 30. Médias para a Força de Mordida (Kgf) do hemiarco direito e esquerdo para os Grupos Diabéticos (GD) e o Grupo Controle (GC).

Figura 31. Mediana, mínimo, máximo e intervalo interquartil das médias da força de mordida (Kgf) para os Grupos Diabéticos (GD) e Controle (GC).

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

O diabetes é considerado um grave problema de saúde pública mundial e é classificado como uma enfermidade crônica degenerativa. Sua prevalência mundial foi estimada, em 4,4% da população geral para o ano de 2030, o que significa uma projeção de 366 milhões de diabéticos em todo o mundo (WILD et al., 2004). No Brasil, também se observa elevação significativa do número de indivíduos com a doença segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes. Os portadores de diabetes apresentam inúmeras desordens músculo esqueléticas, muitas delas não compreendidas em sua fisiologia, mas com alterações claras no tecido conjuntivo, vasculopatia, neuropatia, ou a combinação de vários desses fatores que promovem mobilidade limitada das articulações, incluindo também a síndrome da mão enrijecida e o infarto muscular diabético (ARKKILA; GAUTIER, 2003). Em indivíduos portadores de diabetes encontra-se relatado na literatura avaliação da diminuição da força de preensão palmar (OLIVEIRA; MOREIRA, 2009). Várias pesquisas foram realizadas utilizando diferentes músculos esqueléticos do corpo humano como um todo, no entanto, trabalhos relacionados ao sistema mastigatório não tem sido explorados e por ser este sistema influenciado pela musculatura esquelética, procurou-se com essa pesquisa uma avaliação do comportamento e atuação da musculatura mastigatória frente ao diabetes.

O desempenho da musculatura da face nas funções de fonação, deglutição e mastigação pode ser avaliado por meio do exame eletromiográfico, o qual tem sido bastante utilizado desde a década de cinquenta. A avaliação da atividade mioelétrica dos músculos mastigatórios contribui para o conhecimento do desempenho destes músculos no repouso mandibular, assim como nos movimentos reflexos reguladores e nas mudanças do padrão muscular. A atividade eletromiográfica dos músculos levantadores da mandíbula na condição clínica de repouso tem sido analisada em indivíduos saudáveis e portadores de diferentes

disfunções. Alguns autores relataram que a posição de repouso mandibular fisiológica é caracterizada pela ausência de atividade muscular, enquanto outros autores observaram atividade muscular mínima (CASTROFLORIO et al., 2008). A posição de repouso mandibular tem sido usada na Odontologia, principalmente na reabilitação oral como parâmetro clínico para análise de indivíduos portadores de próteses, implantes, cirurgias ortognáticas e desordens temporomandibulares (ARITA, 2000). A eletromiografia é sem dúvida alguma uma metodologia que tem contribuído para a compreensão do desempenho da musculatura mastigatória na deglutição, oclusão, mastigação e fala, como verificamos nos trabalhos de Vitti et al. (1975), Tosello et al. (1998), Regalo et al. (2003), Santos et al. (2005), Galo et al. (2006), Zuccolotto et al. (2007) e Siéssere et al. (2009). A análise eletromiográfica é um método de avaliação e de acompanhamento das alterações promovidas no sistema muscular do aparelho estomatognático (REGALO et al., 2003; SANTOS, 2005; PEPATO et al., 2013).

Tendo em vista o exposto, neste trabalho utilizamos a análise eletromiográfica como instrumento para a avaliação do desempenho da atividade muscular mastigatória em indivíduos portadores de diabetes e em indivíduos controle, saudáveis, considerando a avaliação do padrão de atividade eletromiográfica dos músculos masseteres e temporais no repouso mandibular e nas condições clínicas de protrusão, lateralidade direita e esquerda, e na mastigação não habitual de Parafilme M[®] e na mastigação habitual de alimentos de consistência dura e macia, como amendoins e uvas passas. Na análise dos resultados obtidos, verificou-se para as posições posturais da mandíbula, uma alteração considerável nos valores eletromiográficos encontrados, com uma variabilidade muito grande das médias eletromiográficas nos dois grupos analisados.

Durante o repouso, os baixos níveis de atividade tônica dos músculos mastigatórios são controlados por receptores sensoriais constituintes do sistema nervoso central. Qualquer

alteração no equilíbrio do sistema estomatognático pode causar mudanças na tensão muscular observada no repouso (HARPER et al., 1997), fato este verificado nos resultados desta pesquisa onde os indivíduos do Grupo Diabéticos (GD) apresentaram menores valores de ativação muscular no repouso para os músculos masseteres e temporal direito do que o Grupo Controle (GC). De acordo com Liu et al. (1999) e Pinho et al. (2000), a atividade eletromiográfica dos músculos da mastigação em repouso é maior em indivíduos portadores de disfunções, o que indica aumento do tônus basal da musculatura, resultados discordes dos verificados neste estudo onde o grupo controle apresentou maiores valores eletromiográficos que o grupo de diabéticos, ressaltando que os dois grupos apresentaram atividade no repouso e que para Carr (1991), no repouso mandibular, os músculos que se inserem na mandíbula devem estar relaxados.

Para avaliar a posição de repouso mandibular é necessário manter o correto posicionamento da cabeça avaliando a postura dos indivíduos durante a coleta do sinal eletromiográfico. Deve-se manter também, um ambiente calmo e silencioso durante o exame, protocolo este que foi executado na coleta de dados dos exames eletromiográficos nesta e nas demais condições clínicas desta pesquisa.

Com relação à condição clínica de protrusão os indivíduos do Grupo Diabéticos (GD) e os do Grupo Controle (GC) apresentaram o padrão de contração eletromiográfica esperado para a manutenção desta postura que consiste em maior ativação da musculatura massetérica quando comparada com a atividade da musculatura temporal (BERSANI et al., 2011) para manter a protrusão. Na análise das lateralidades direita e esquerda, baseados nos conceitos de ativação muscular neuroanatômica para a movimentação lateral da mandíbula, deve ocorrer maior atividade eletromiográfica do músculo temporal do lado em que está ocorrendo a excursão da mandíbula (lado de trabalho), enquanto que para o músculo masseter, o lado mais ativado é o contra-lateral à direção desta excursão (KRAUS et al., 1994). Nossos resultados

evidenciaram que durante o movimento de lateralidade direita, o Grupo Diabéticos (GD) não seguiu esse padrão descrito na literatura. Além disso, para quase todos os músculos analisados, durante a execução desta tarefa, verificou-se uma maior ativação muscular para os indivíduos do Grupo Diabéticos (GD) do que os do Grupo Controle (GC).

A máxima atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal foi observada durante o apertamento dental em indivíduos portadores de dentição completa (GIBBS et al., 1984; BLANKSMA; VAN EIJDEN, 1995) dado esse semelhante ao verificado em nosso estudo pois, durante a execução da condição clínica de apertamento dental sem e com Parafilme M®, foi observado maior atividade para os músculos, quando comparado com as outras condições clínicas. Entretanto, cumpre ressaltar que foi observada menor atividade eletromiográfica em todos os músculos mastigatórios para os indivíduos do Grupo Diabéticos (GD), exceto para o músculo masseter direito quando comparado com indivíduos do Grupo Controle (GC). Tais resultados se devem às características morfológicas e funcionais dos músculos avaliados, tendo em vista que o masseter é um músculo potente, com função de força, que carrega e sustenta os ossos protegendo e conduzindo a potência do movimento e elevando a mandíbula antigravitacionalmente durante as diversas funções do sistema estomatognático. O músculo temporal desempenha função relacionada com a velocidade do movimento, sendo o primeiro a se contrair no fechamento da boca ou elevação da mandíbula. É, portanto, considerado posicionador da mandíbula, ou seja, ajusta melhor a direção do movimento, atuando como sincronizador de movimentos (OKESON, 2000; SIMÕES, 2003).

A mastigação, se considerarmos o processo digestório como um todo, é uma das funções mais importantes desenvolvidas pelo sistema estomatognático e constitui-se de um intrincado e complexo mecanismo neurofisiológico (ORCHARDSON; CADDEN, 1998). Durante todo o processo mastigatório a atividade neuromuscular é importante para a contração integrada dos músculos responsáveis pela elevação, abaixamento, lateralidade e

protrusão da mandíbula (MOYERS, 1991), assim como, para a manutenção e estabilidade dos arcos dentais em oclusão, como também, manter o estímulo funcional sobre o periodonto, músculos e articulações (MOLINA, 1989; VAN DER BILT, 2002).

No presente estudo, para o Grupo Diabéticos (GD), a atividade muscular durante a mastigação manteve-se com baixa ativação das fibras musculares quando comparado ao padrão de normalidade do Grupo Controle (GC). Isso ocorreu para todas as mastigações propostas, a não-habitual, com Parafilme M®, ou habitual, com alimento macio, como as uvas passas ou alimento duro, como o amendoim. Sugere-se que isso tenha ocorrido em função da inter-relação entre vários órgãos do sistema estomatognático, propriocepção, centros cerebrais e função oclusal durante o processo mastigatório e qualquer mudança nas informações recebidas por esses órgãos pode levar a alteração do padrão de movimentos e da eficiência mastigatória (OKESON, 2000; KIM et al., 2001).

A análise ultrassonográfica foi o instrumento utilizado para verificar se a presença de diabetes promovia alterações na espessura muscular mastigatória. A análise da espessura muscular é um método difundido na área médica e odontológica por sua simplicidade, baixo custo, diagnóstico rápido e atraumática. Segundo Koopman e van Loon (2009), o declínio da massa e da capacidade oxidativa muscular em combinação com uma maior massa de gordura contribuiu para um maior risco de desenvolver doenças crônicas degenerativas, como, por exemplo, o diabetes.

Na análise pela ultrassonografia foi possível obter imagens dos músculos masseter e porção anterior do músculo temporal e determinar sua espessura entre os dois grupos analisados, GD (diabético) e GC (controle), verificando-se maior espessura muscular dos masseteres e menor espessura dos temporais para o GD (diabéticos), tanto no repouso como no apertamento em contração muscular voluntária máxima. Estes dados são interessantes quando correlacionados com a força de mordida molar máxima, pois verificou-se menores

valores de força de mordida para o GD (diabéticos) observando-se então nesta pesquisa que não existiu uma relação direta entre espessura muscular e força de mordida máxima, contradizendo Raadsheer et al. (1999) que afirmaram que quanto maior a espessura muscular, maior é a força de mordida molar máxima. Um fato determinado no presente estudo é que em todas as mensurações realizadas quando ocorre a contração muscular pelo apertamento dental, a espessura se torna maior nos músculos masseter e temporal. E quando há o relaxamento desses músculos diminui automaticamente a espessura, o que também já foi verificado por outros autores (PEREIRA et al., 2006; PEREIRA et al., 2007).

Nossos resultados estão de acordo com os de Stefano et al. (2012) que, apesar de utilizarem diferentes metodologias e diferentes regiões quando comparadas ao nosso estudo, encontraram densidade muscular, força, potência e qualidade muscular menores em indivíduos diabéticos, além de lentidão na execução dos testes. Estes autores afirmam ainda que em idosos, o diabetes está associado com redução da força muscular e pior qualidade de músculo, dado esse semelhante a esse estudo na análise da força de mordida molar máxima, onde o Grupo de Diabéticos (GD) apresentou menor força.

Park et al. (2006) verificaram em sua pesquisa, com análises em diferentes regiões a deste estudo, que indivíduos diabéticos também apresentavam pior qualidade muscular e concluiu que a diabetes está associada a força muscular esquelética, resultados concordes com os verificados para o músculo masseter dos diabéticos e também para a força de mordida. Estas características podem contribuir para o desenvolvimento de incapacidade física em adultos idosos com diabetes, pois sabe-se que a força muscular adequada é essencial para o funcionamento físico. Indivíduos idosos com diabetes apresentam risco aumentado de deficiência física de duas a três vezes, fato observado por Park et al. (2007) e Park. et al. (2009) que verificaram que em idosos com diabetes tipo 2 há perda acelerada de massa muscular e isto está associado com uma piora na qualidade da força muscular.

Castro (2012), analisando por meio da eletromiográfica os músculos bíceps braquial e reto femoral de portadores de diabetes do tipo 2 observou que para os indivíduos portadores de diabetes *mellitus* tipo 2 houve diferença estatisticamente significativa entre os valores médios maiores de força muscular para os músculos avaliados. Também observou que a maior variabilidade dos valores de força foi encontrado para os músculos extensores da perna, podendo este resultado indicar maior comprometimento dos músculos dos membros inferiores. Com relação aos resultados referentes a análise de distribuição de potência por faixas, os maiores comprometimentos encontram-se nas unidades motoras ativadas em faixas de frequência superiores, tais resultados, referentes a modificação do padrão de ativação muscular podem implicar no surgimento e agravamento de complicações crônicas, na redução da capacidade física para realização das atividades diárias e na intolerância a esforço de alta intensidade. Diante de tais resultados o autor afirma que o emprego do exame eletromiográfico para avaliação diagnóstica precoce de distúrbios no sistema neuromuscular em indivíduos com diabetes *mellitus* tipo 2, além de se caracterizar por ser simples e de baixo risco, mostra-se promissor, pois é capaz de apontar disfunções eletrofisiológicas mesmo em indivíduos onde a doença surgiu há pouco tempo e não houve tempo de manifestação clínica como as disfunções neuromotoras.

O conhecimento das possíveis alterações no sistema estomatognático em indivíduos que apresentam alguma alteração patológica sistêmica, como o diabetes *mellitus*, não só é relevante como imprescindível, visto que a falta de informação pode conduzir a tratamento de forma inadequada podendo ocasionar consequências biológicas, psicológicas e econômicas negativas.

Informações sobre possíveis alterações na musculatura do sistema estomatognático, em indivíduos com esse perfil, podem auxiliar no diagnóstico, prognósticos e tratamento de complicações que estão direta ou indiretamente relacionadas aos distúrbios deste sistema.

Dessa forma, acreditamos que somente a atenção multiprofissional envolvendo dentistas, fisioterapeutas, fonoaudiólogos, médicos dentre outros profissionais, constituído por profissionais esclarecidos sobre o assunto, podem oferecer adequada atenção e apresentar, acima de tudo, solução do problema. E, o cirurgião-dentista fica responsável em propor tratamentos que se obtenha uma melhor eficiência mastigatória naqueles pacientes portadores de diabetes tipo 2 pelo fato deles possuírem uma alteração eletromiográfica, assim como alterações em suas espessuras de seus músculos masseteres e temporais.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa revelaram que os indivíduos com diabetes apresentaram ao:

1. exame eletromiográfico

- diferença quanto a atividade eletromiográfica estatisticamente significativa apenas na condição de mastigação de Parafilme M® para o músculo temporal esquerdo e, direito.
- atividade eletromiográfica reduzida para o Grupo Diabéticos (GD) na mastigação de uvas passas e amendoins apesar de não ser estatisticamente significativa.

2. exame ultrassonográfico:

- maior espessura muscular para os masseteres e menor espessura muscular para os temporais no Grupo Diabéticos (GD) quando comparados ao Grupo Controle (GC).

3. exame com dinamômetro:

- menor força de mordida molar máxima para o Grupo Diabéticos (GD) quando comparado ao Grupo Controle (GC), apesar de não ser estatisticamente significativa.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ADA - American Diabetes Association. Clinical practice recommendations, 2008. Diabetes Care, New York, v. 31, p. s1-s96, Jan. Supplement 1. 2008.

ADA - American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Diabetes Care, v. 31,supl.1, S55-S60, 2010.

Akashi PMH et al. The effect of diabetic neuropathy and previous foot ulceration in EMG and ground reaction forces during gait. Clinical Biomechanics, v. 23, p.: 584–592, 2008.

Almeida S, Riddell MC, Cafarelli E. Slower Conduction Velocity And Motor Unit Discharge Frequency Are Associated With Muscle Fatigue During Isometric Exercise In Type 1 Diabetes Mellitus. Muscle Nerve, v. 37, p.: 231–240, 2008.

Andersen H. et al. Association of Muscle Strength and Electrophysiological Measures of Reinnervation in Diabetic Neuropathy. Muscle Nerve, v. 21, p.: 1647–1654, 1998.

Arita CA. Análise eletromiográfica e eletrognatográfica da Estimulação Elétrica Transcutânea (T.E.N.S.) em pacientes com dor-disfunção miofascial – efeitos sobre os valores da distância interoclusal e posição de repouso mandibular. [Tese de doutorado], Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2000.

Arkkila PE, Gautier J. Musculoskeletal disorders in diabetes mellitus: an update. Best Practice & Research Clinical Rheumatology, v. 17, n. 6, p.: 945–970, 2003.

Bersani E, Regalo SC, Siéssere S, Santos CM, Chimello DT, Oliveira RH, Semprini M. Implant-supported prosthesis following Brånemark protocol on electromyography of masticatory muscles. J. Oral Rehabil. Sep;38(9):668-73, 2011.

Blanksma NG, Van Eijden TM. Electromyographic heterogeneity in the human temporalis and masseter muscles during static biting, open/close excursions, and chewing. J. Dent. Res., v.74, n.6, p.1318-1327, jun. 1995.

Canché KAM, González BCS. Ejercicio de Resistencia muscular en adultos con diabetes mellitus tipo 2. Rev Latino-am Enfermagem 2005 janeiro-fevereiro; 13(1):21-6.

Carr AB. Postural contractile activities of human jaw muscles following use of an occlusal splint. J. Oral Rehabi., v.18, p.185-191, 1991.

Castro APA. Análise eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e reto femoral de portadores de diabetes do tipo 2 durante contração estática voluntária máxima. 2012. 84(Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Castroflorio T, Bracco P, Farina D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil.* 2008 Aug; 35(8):638-45.

Chopra JS. Electromyography in Diabetes Mellitus and Chronic Occlusive Peripheral Vascular Disease. *Brain*, v. 92, p.: 97-108, 1969.

Ciolac EG, GUIMARÃES GV. Síndrome metabólica: abordagem do educador físico. *Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo.* 2004;4:659-70.

Collin HL, Niskanen L, Uusitupa M, Töyry J, Collin P, Koivisto AM, Viinamäki H, Meurman JH. Oral symptoms and signs in elderly patients with type 2 diabetes mellitus: A focus on diabetic neuropathy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* Volume 90, Issue 3, September 2000, Pages 299–305.

Cooper BC. The role of bioelectronic instrumentation in the documentation and management of temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.*, v.83, p.91-100, 1997.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to Surface Electromyography.* Ed. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication; p. 257-258, 1997.

Cyrillo FN, Torriani, C. Biofeedback: Conceitos Básicos e aplicabilidade clínica. *Revista de Fisioterapia da Unifmu, São Paulo.* V.1, n.1, p. 11-18, 2003.

Dyck PJ et al.. Diabetic polyneuropathies: update on research definition, diagnostic criteria and estimation of severity. *Diabetes Metab Res Rev*, v 27, p.: 620–628, 2011.

Ferrario VF, Serrao G, Dellavia C, Caruso E, Sforza C. Relationship between the number of occlusal contacts and masticatory muscle activity in health young adults. *J Craniomandibular Pract.*, v.20, n.2, p.91-97, 2002.

Galo R, Vitti M, Santos CM, Hallak JE, Regalo SC. The effect of age on the function of the masticatory system--an electromyographical analysis. *Gerodontology*, v.23, n.3, p.177-182, sep. 2006.

Gibbs CH, Mahan PE, Wilkinson TM, Mauderli A. EMG activity of the superior belly of the lateral pterygoid muscle in relation to other jaw muscles. *J Prosthet Dent.* May;51(5):691-702, 1984.

Gomes AA et al. Electromyography and Kinematic Changes of Gait Cycle at Different Cadences in Diabetic Neuropathic Individuals. *Muscle Nerve*, v. 44, p.: 258–268, 2011.

Harper RP, Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, v. 55, n. 3, p. 225-233, 1997.

Hatch J, Shinkai R, Sakai S, Rughm JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arc Oral Biol*, 46(7): 641-648. 2001.

Ikebe K, Nokubi T, Morii K, Kashiwagi J, Furuya M. Association of bite force with ageing and occlusal support in older adults. *J Dent.*, v.33, n.2, p.131-137, feb. 2005.

Kiliaridis S, Kalebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J. Dent. Res.*, v.70, n.9, p.1262-1265, sep. 1991.

Kim SK, Kim KN, Chang IT, Heo SJ. A study of the effects of chewing patterns on occlusal wear. *J Oral Rehabil*, v. 28, n. 11, p. 1048-1055, 2001.

Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol* 2009; 106:2040-2048.

Kraus WE, Torgan CE, Taylor DA. Skeletal muscles adaptation to chronic low frequency motor nerve stimulation. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, v. 22. p. 313-360, 1994.

Lamontagne A, Buchthal F. Electrophysiological studies in diabetic neuropathy. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, v. 33, p.: 442-452, 1970.

Liu ZJ et al. Electromyographic examination of jaw muscles in relation to symptoms and occlusion of patients with temporomandibular joint disorders. *J. Oral Rehab.*, v. 26, n. 1, p. 33-47, 1999.

Meijer JWG et al. Muscle fiber conduction abnormalities in early diabetic polyneuropathy. *Clinical Neurophysiology*, v. 119, p.: 1379–1384, 2008.

Ministério da Saúde. Sociedade Brasileira de Diabetes. CENSO DE DIABETES. Departamento de Atenção Básica. Diabetes Mellitus. Brasília: Ministério da Saúde. CENSO-IBGE – 2010. Caderno de Atenção Básica.

Molina OF. Fisiopatologia craniomandibular. São Paulo: Pancast, 1989.

Mongini F. The Stomatognathic System. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc.; 1998.

Moyers RE. Ortodontia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1991; p. 64-85.

O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Fisioterapia: avaliação e tratamento. 2.ed. São Paulo: Manole, 1993. 775 p.

Okeson JP. Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão. Trad., ME Miranda. São Paulo: Artes Médicas; 2000.

Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in Young men. J Oral Rehabil.; 30(3):278-282, 2003.

Oliveira FB, Moreira D. Força de preensão palmar e diabetes mellitus. Rev. Bras. Clin. Med. 7: 251-255. 2009.

Onodera AN et al. Lower Limb Electromyography and Kinematics of Neuropathic Diabetic Patients During Real-Life Activities: Stair Negotiation. Muscle Nerve, v. 44, p.: 269–277, 2011.

Orchardson R, Cadden SW. Mastication, in scientific basis of eating. Front Oral Biol, v.9, p. 76-121, 1998.

Pancherz H. Temporal and masseter muscle activity in children and adults with normal occlusion. Acta Odontol Scand., v.38, n.6, p.343-348, 1980.

Park SW et al. Accelerated Loss of Skeletal Muscle Strength in Older Adults With Type 2 Diabetes. The Health, Aging, and Body Composition Study. Diabetes Care, v. 30, n. 6, p.: 1507-1512, 2007.

Park SW et al. Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. Diabetes, v. 55, n. 6, p.:1813-1818, 2006.

Park SW et al. Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, v. 32, n. 11, p.: 1993-1997, 2009.

Pepato AO, Palinkas M, Regalo SCH, Ribeiro MC, Souza TAS, Siessere S, Sousa LG, Sverzut CE, Trivellato AE. Analysis of masticatory efficiency by electromyographic activity of masticatory muscles after surgical treatment of zygomatic-orbital complex fractures. *International Journal of Stomatology and Occlusion Medicine*, v. 1, p. 1, 2013.

Pereira CT, Pereira LJ, Cenci MS, Bonachela WC, Del Bel Cury AA. Maximal bite force and its association with temporomandibular disorders. *Braz. Dent. J.*, v.18, n.1, p.65-68, 2007.

Pereira LJ, Gavião MB, Bonjardim LR, Castelo PM, Andrade AS. Ultrasonography and electromyography of masticatory muscles in a group of adolescents with signs and symptoms of TMD. *J. Clin. Pediatr. Dent.*, v.30, n.04, p.314-319, summer, 2006.

Pinho JC et al. Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. *J. Oral Rehabil.*, v. 27, n. 11, p. 985-990, 2000.

Raadsheer MC, Van Eijden TM, Van Ginkel FC, Prahl-Andersen B. Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude. *J. Dent. Res.*, v.78, n.1, p.31-42 1999.

Raadsheer MC, Kiliards S, Van Eijden TMGJ, Van Eijden FC, Prahl Andersen B. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Archs Oral Biol.*, v.41, n.4, p.323-332, 1996.

Regalo SC, Santos CM, Vitti M, Regalo CA, De Vasconcelos PB, Mestriner WJr, Semprini M, Dias FJ, Hallak JE, Siessere S. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. *Arch Oral Biol.* Mar;53(3):282-6, 2008.

Regalo SCH, Vitti M, Hallak JEC, Semprini M, Mattos MG, Tosello DO, Constancio RF, Pegoraro ME, Lopes RA. EMG analysis of the upper and lower fascicles of the orbicularis oris muscle in deaf individuals. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2003; 43(6):367-72.

Sacco ICN, Akashi PMH, Hennig EM. A comparison of lower limb EMG and ground reaction forces between barefoot and shod gait in participants with diabetic neuropathic and healthy controls. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 11, n. 24, p.: 2-9, 2010.

Sacco ICN, Amadio AC. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. *Clinical Biomechanics*, v. 18, p.: 426-434, 2003.

Santos CM, Vitti M, Matsumoto W, Berro RJ, Semprini M, Hallak JEC, Galo R, Regalo SCH. Using overdenture on implants and complete dentures: Effects on postural maintenance of masticatory musculature. *Brazilian Journal of Oral Science* 7 (25) PP. 1550-1554, 2008.

Santos CM. Efeitos do uso de overdenture sobre implantes e de próteses totais na atividade eletromiográfica da musculatura da mastigação. Dissertação de Mestrado, Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2005.

Siéssere S, Sousa LG, Lima NA, Semprini M, Vasconcelos PB, Watanabe PC, Rancan SV, Regalo SCH. Electromyographic activity of masticatory muscles in women with osteoporosis. *Braz Dent J.* 20(3):237-342, 2009.

Simões, W. A. Ortopedia funcional dos maxilares. 3 ed., São Paulo: Artes Médicas, 1024p, 2003.

Stefano V, Lara B, Fulvio L, Fabrizio L, Stefania B, Jack MG, Giovanni Z and Ferrucci L. Role of Muscle Mass and Muscle Quality in the Association Between Diabetes and Gait Speed. May 17, 2012, doi: 10.2337/dc11-2202. *Diabetes Care* May 17, 2012.

Tosello DO, Vitti M, Bérzin F. EMG activity of the orbicularis oris and mentalis muscles in children with malocclusion, incompetent lips and atypical swallowing--part I. *J Oral Rehabil.*, v.25, n.11, p.838-846, 1998.

van der BILT A. Human oral function: a review. *Braz J Oral Sci.* 2002; 1(1):7-18.

Vaz de Sá G, Castro APA, Rezende EC, Vaz de Sá L, Silva E, Perroux de Lima JR. Resumos apresentados no II Encontro Sul Mineiro de Estudos do Movimento Humano – ESUMEMOH. Associação entre o tempo de exposição ao diabetes mellitus tipo 2 e a força de preensão palmar. Lavras. 2013.

Vitti M, Basmajian JV, Ouellette PL, Mitchell DL, Eastman WP, Seaborn RD. Electromyographic investigations of the tongue and circumoral muscular sling with fine-wire electrodes. *J. Dent. Res.*, v.54, n.4, p.844-849, 1975.

Wild S, Roglic G, Green A, et al. Global prevalence of diabetes. *Diabetes Care*, 2004. 27: 1047-1053.

Zuccolotto MC, Vitti M, Nobilo KA, Regalo SCH, Siessere S, Bataglioni C. Electromyographic evaluation of masseter and anterior temporalis muscles in rest position of edentulous patients with temporomandibular disorders, before and after using complete dentures with sliding plates. *Gerodontology*, v.24, n.2, p.105-110, 2007.

ANEXOS

ANEXOS

RDC/TMD – Exame Clínico

Nome: _____ Data: _____

Formulário de Exame

1. Você tem dor no lado direito da sua face, lado esquerdo ou ambos os lados ?

Em nenhum dos lados 0 No lado direito 1 No lado esquerdo 2 Em ambos os lados 3

2. Você poderia apontar as áreas aonde você sente dor ?

Direito		Esquerdo	
Nenhuma	0	Nenhuma	0
Articulação	1	Articulação	1
Músculos	2	Músculos	2
Ambos	3	Ambos	3

Examinador apalpa a área apontada pelo paciente, caso não esteja claro se é dor muscular ou articular

3. Padrão de Abertura

Sem desvio 0
 Desvio lateral direito (não corrigido) 1
 Desvio lateral direito corrigido ("S") 2
 Desvio lateral esquerdo (não corrigido) 3
 Desvio lateral corrigido ("S") 4
 Outro 5

Tipo _____
(especifique)

4. Extensão de movimento vertical incisivos maxilares utilizados 11 21
- a. Abertura passiva sem dor ____ mm
 b. Abertura máxima passiva ____ mm
 c. Abertura máxima ativa ____ mm
 d. Transpasse incisal vertical ____ mm

Tabela abaixo: Para os itens "b" e "c" somente

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

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 (NA: não apresenta)

	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

NA – não apresenta

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, ÍTEMS 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) "mandíbula/região da garganta"	0 1 2 3	0 1 2 3
h. Região submandibular (ptérigoide 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 ptérigoide 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