



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**  
**DEPARTAMENTO DE CIRURGIA BUCO-MAXILO-FACIAL E PERIODONTIA**



**GUILHERME SPAGNOL**

**Avaliação eletromiográfica, força de mordida e mobilidade mandibular  
em indivíduos com fraturas de terço médio e superior da face**

**Ribeirão Preto - SP**  
**2016**

**GUILHERME SPAGNOL**

**Avaliação eletromiográfica, força de mordida e mobilidade mandibular  
em indivíduos com fraturas de terço médio e superior da face**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade  
de São Paulo para a obtenção do título de  
Mestre em Ciências – Área de concentração:  
Cirurgia Buco-Maxilo-Facial

**Versão Corrigida**

**Ribeirão Preto - SP  
2016**

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**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do Campus da USP – Ribeirão Preto

Spagnol, Guilherme

Versão corrigida da Dissertação  
Avaliação eletromiográfica, força de mordida e mobilidade mandibular em indivíduos com fraturas de terço médio e superior da face, 2016

83 p. il.; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia

Orientador: Alexandre Elias Trivellato

1. Trauma de face 2. Eletromiografia, 3. Força de mordida, 4. Mobilidade mandibular, 5. Músculos mastigatórios.

**CANDIDATO:** SPAGNOL, Guilherme

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:**

Avaliação eletromiográfica, força de mordida e mobilidade mandibular em indivíduos  
com fraturas de terço médio e superior da face

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências – Área de concentração: Cirurgia Buco-Maxilo-Facial.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.(a) Dr.(a).: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof.(a) Dr.(a).: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof.(a) Dr.(a).: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente a *DEUS*, por guiar meus passos até aqui.

Aos meus amados pais, *José Antonio Spagnol* e *Rosa Donini Spagnol*, exemplos de pessoas íntegras e trabalhadoras, pessoas que me apoiaram e me ensinaram os valores da vida, sempre com amor e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao meu orientador *Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato*, pessoa dedicada, competente, agradeço por todas as conversas e conselhos e por acreditar que eu podia chegar até aqui.

À *Profa. Dra. Simone Cecílio Hallak Regalo* e *Prof. Dr. Marcelo Palinkas* pela dedicação e conhecimentos transmitidos.

# AGRADECIMENTOS

À *Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP*, representada pelo digníssimo Diretor *Prof. Dr. Valdemar Mallet da Rocha Barros* e pela Vice-Diretora *Profa. Dra. Léa Assed Bezerra da Silva*, por me acolher e dar oportunidade de conhecimento.

Ao coordenador geral da Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, *Prof. Dr. Arthur Belém Novaes Júnior*.

Ao *Prof. Dr. Cassio Edvard Sverzut*, *Prof. Dr. Adalberto Luis Rosa* e *Prof. Dr. Samuel Porfilio Xavier* do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia de Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, que colaboraram com minha formação.

Ao *Prof. Dr. Marcio Belloti* e *Prof. Dr. Paulo Tambasco* de Oliveira, agradeço pelos ensinamentos e conhecimento cedidos.

Aos amigos e colegas de mestrado *Rafael Tajra*, *Erick Silva*, *Heitor Fontes*, *Patrick Osborne* e *Daniel Galvão* pelo companheirismo durante essa jornada de pós-graduação. Muito obrigado!

Aos amigos e colegas do doutorado *Rafael Dias*, *Gileade Freitas*, *Felipe Shen*, *Evandro Carneiro* e *Helena Lopes* pela colaboração.

A todos os *funcionários* da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP que colaboraram de alguma forma neste caminho percorrido.

Aos *participantes da pesquisa*, pela confiança, compreensão durante as coletas e por doarem parte do dia para esta pesquisa.

Ao *CNPQ* pelo apoio concedendo Bolsa de estudo.

A *todos* que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta pesquisa fosse realizada e concluída.

## RESUMO

SPAGNOL, G. **Avaliação eletromiográfica, força de mordida e mobilidade mandibular em indivíduos com fraturas de terço médio e superior da face.** 2016. 83

p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

O trauma de face pode ser considerado um problema de saúde pública, principalmente pelo elevado número de indivíduos envolvidos em acidentes, com alta incidência de fraturas da face. Este estudo avaliou força de mordida, atividade eletromiográfica (EMG) e mobilidade mandibular em pacientes submetidos à cirurgia para tratamento de fraturas de face que necessitaram de acesso cirúrgico tipo coronal. A amostra foi constituída por 10 indivíduos distribuídos em dois grupos distintos: Grupo 1 – fraturas de face tratadas cirurgicamente com acesso coronal (n=6); e Grupo 2 – fraturas de face tratadas cirurgicamente com acesso coronal com extensão pré-auricular (n=4) e um Grupo Controle demonstrativo composto de pessoas saudáveis pareados em idade e medidas antropométricas com os grupos. Foi avaliada a força de mordida molar máxima por meio de dinamômetro digital; atividade eletromiográfica do músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE) por meio do eletromiógrafo MyoSystem-Br1; e mobilidade mandibular utilizando o paquímetro digital. Os períodos avaliados após tratamento cirúrgico do trauma de face foram de 1, 2, 3 e 6 meses. Os dados eletromiográficos, força de mordida e mobilidade mandibular foram tabulados e submetidos à análise estatística (SPSS 21.0) e foi utilizado o teste de medidas repetidas com nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%. Foi encontrada diferença estatística significativa para atividade EMG na lateralidade esquerda para o músculo TD ( $p=0,02$ ) e contração voluntária máxima para o músculo MD ( $p=0,04$ ) e músculo TD ( $p=0,04$ ); na força de mordida molar máxima direita ( $p=0,00$ ) e esquerda ( $p=0,01$ ) ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses, após o acesso coronal com extensão. Houve diferença estatística significativa ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses, após o acesso coronal para atividade EMG em repouso para o músculo ME ( $p=0,00$ ), lateralidade esquerda para o músculo TD ( $p=0,04$ ), contração voluntária máxima para os músculos: MD ( $p=0,05$ ), ME ( $p=0,00$ ), TE ( $p=0,01$ ) e na força de mordida molar máxima esquerda ( $p=0,01$ ). Os autores concluíram que após fixação interna estável das fraturas utilizando acesso cirúrgico coronal, os indivíduos recuperaram a atividade eletromiográfica mastigatória, aumentaram a força de mordida molar máxima e aumentaram a mobilidade mandibular, ao longo do tempo avaliado.

**Palavras-chave:** Fratura complexa de face, eletromiografia, força de mordida, mobilidade mandibular, músculos mastigatórios.

## ABSTRACT

SPAGNOL, G. **Evaluation electromyographic, bite force and jaw mobility in patients with midface and upper face fractures**. 2016. 83 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

The facial trauma can be considered a public health problem, particularly the large number of individuals involved in accidents, exhibit face and skull fractures. Studies assessing skeletal muscle behavior after surgical treatment of facial fractures and its functional consequences in the stomatognathic system are of great value to clarify suffered changes and their evolution, and thus can indicate an individualized treatment method benefiting individuals who suffered injure of face. This study aimed to evaluate bite force, electromyographic activity and jaw mobility in patients undergoing surgery for facial fractures that required surgical coronal flap. Ten individuals with fractures of facial bone participate this study divided into two distinct groups: Group 1 complex fractures of face surgically treated by coronal flap (n = 6) and Group 2 - complex fractures of face surgically treated by coronal flap with preauricular approach (n = 4). It was evaluated maximum molar bite force through digital dynamometer; electromyographic activity of the masseter right masseter (RM), left masseter (LM), right temporal (RT), left temporal (LT) muscles, through Myosystem-Br1 and mandibular mobility electromyography using digital pachymeter. During postoperative follow-up, bite force, mandible mobility, and electromyographic analysis of the masticatory muscles were evaluated 1, 2, 3 and 6 months and were tabulated and submitted to statistical analysis (SPSS 21.0) and was used the test repeated measurements with 5% significance level and 95% confidence interval. It found statistically significant differences for EMG activity in the left laterality for RT muscle (p = 0.02) and maximal voluntary contraction of the muscle RM (p = 0.04) and muscle RT (p = 0.04); the right (p = 0.00) and left (p = 0.01) maximum molar bite force, over the time of 1, 2, 3 and 6 months, after coronal access with extension. There was no statistically significant difference over time of 1, 2, 3 and 6 months after coronal access to EMG activity at rest for LM muscle (p = 0.00), left laterality for RT muscle (p = 0.04), maximal voluntary contraction of the muscles: RM (p = 0.05), LM (p = 0.00) , LT (p = 0.01) and left maximum molar bite force (p = 0.01). The authors concluded that the stable internal fixation with coronal surgical approach regained masticatory electromyographic activity, increased the maximum molar bite force and increased mandibular mobility of individuals affected by facial fractures medium and upper third, over time.

**Keywords:** Facial trauma, electromyography, bite force, jaw mobility, masticatory muscles.



## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO _____	10
2. PROPOSIÇÃO _____	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS _____	19
4. RESULTADOS _____	30
5. DISCUSSÃO _____	45
6. CONCLUSÕES _____	53
REFERÊNCIAS _____	55
ANEXO _____	61

# **INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

O trauma representa um problema de saúde pública de grande magnitude, sendo de alta morbidade e mortalidade, afetando milhares de indivíduos, com alto custo financeiro (PATEL; KARLIS, 2013). Neste contexto está inserido o trauma de face com alta incidência devido ao aumento da violência urbana e dos acidentes de trânsito, causando morbidade grave como perdas funcionais e deformidade (DEANGELIS et al., 2014; CHRISTENSEN; SAWATARI; PELEG, 2015; JESIN et al., 2015).

A sua etiologia varia a depender da localização geográfica, sendo os acidentes de trânsito a etiologia mais frequente em países desenvolvidos; já em países subdesenvolvidos a violência urbana, como a agressão física, configura-se como principal causa dos traumas de face (BRASILEIRO; PASSERI, 2006; TINO et al., 2010; CURTIS; HORSWELL, 2013).

Os efeitos do trauma no indivíduo dependem da energia do trauma, vetor de impacto e duração, causando uma diversidade de tipos de fraturas faciais que podem ser divididas em fraturas de terço superior, médio e inferior da face (BUEHLER; TANNYHILL, 2003). Fraturas do terço superior compreendem osso frontal e região supraorbitária; as fraturas do terço médio compreendem fraturas orbitárias, fraturas do osso zigomático, fraturas de maxila e fraturas do complexo naso-órbito-etmoidal; e as fraturas do terço inferior compreendem fraturas mandibulares (KIM; HUOH, 2010). Já as fraturas panfaciais são fraturas que acometem mais de um terço da face e geralmente são fraturas graves causadas por impacto de alta energia (HE; ZHANG; ELLIS, 2007).

O esqueleto craniofacial tem a função de proteger o encéfalo e os olhos de lesões e está estreitamente relacionada com os sentidos da visão, olfato, fonação e mastigação. O trauma de alto impacto gera padrões de fraturas complexas no terço médio, que incluem: fraturas zigomático-maxilar, orbital, naso-órbito-etmoidal (NOE) e Le Fort (GENTILE et al., 2013). As fraturas Le Fort, descritas por Rene Le Fort em 1901, são bem difundidas entre as classificações de fratura de face e foram baseadas em sua descoberta de que trauma contuso tende a causar fraturas em três linhas específicas de fraqueza inerente ao desenho do esqueleto facial: Le Fort I, II e III. As fraturas NOE são fraturas complexas acometendo a região central da face, cujo tratamento tardio ou inadequado resulta em deformidades como nariz em “sela”, diminuição da fissura

palpebral, telecanto traumático, enoftalmo, epífora, distopia ocular (HE; ZHANG; ELLIS, 2007; SARGENT, 2007; FRAIOLI; BRANSTETTER; DELEYIANNIS, 2008).

Bell et al. (2007) reportaram que 6,2% das vítimas de politraumatismo apresentavam fraturas faciais, sendo que de acordo com Kim e Huoh (2010), as fraturas de terço médio são mais comuns, correspondendo a cerca de 70% de todas as fraturas faciais, seguidas das fraturas do terço inferior (25%) e do terço superior (5%). Buehler e Tannyhill (2003) evidenciaram que entre as fraturas Le Fort a incidência seria de Le Fort I 30%, Le Fort II 42% e Le Fort III 28%. Kochhar e Byrne (2013) reportaram que Le Fort III corresponde a cerca de 9% de todas as fraturas de terço médio. De acordo com Stanwix et al. (2010), fraturas do seio frontal compreendem de 5% a 15% de todas as fraturas de face, com a maioria resultante de trauma de alta energia. Já as fraturas panfaciais representam de 4% a 10% de todas as fraturas faciais.

Brasileiro e Passeri (2006) referiram que a maioria dos pacientes acometidos com fratura facial era do gênero masculino (818 homens e 206 mulheres, proporção 4:1).

O tratamento das fraturas faciais começa com o estabelecimento de um diagnóstico preciso, que requer um exame físico completo e exames de imagem. As fraturas de face podem ser tratadas de diferentes maneiras, e, em muitos casos, há mais de uma opção para lidar com uma determinada situação clínica, podendo variar de simples observação à redução aberta e fixação (EHRENFELD; MANSON; PREIN, 2012). Geralmente, todas as opções de tratamento para fraturas faciais podem ser associadas com complicações específicas e efeitos adversos. Além de planejamento meticuloso, o tratamento da fratura, quando feito cirurgicamente, envolve quatro passos sequenciais: exposição adequada, redução dos fragmentos ósseos, fixação interna adequada e fechamento adequado da ferida (KOCHHAR; BYRNE, 2013).

A estabilidade de uma fixação não depende somente do tamanho da placa ou do parafuso, mas também do local de sua instalação, propriedades do material, técnica de aplicação e da condição do tecido ósseo, observando o tamanho, densidade e orientação celular (FONSECA et al., 2013). Sob condições favoráveis e com a aplicação adequada do dispositivo, o osso serve como um pilar e proporciona um caminho para forças funcionais, mantendo-se estável diante das forças mastigatórias, o suficiente para reparação sem complicações. Assim, o principal objetivo do tratamento de fratura é uma reparação previsível, segura, imperturbável e sem complicação (KIM; HUOH, 2010; EHRENFELD; MANSON; PREIN, 2012).

Além dos itens descritos anteriormente, o tratamento das fraturas de face também envolve a escolha de uma exposição adequada e da abordagem cirúrgica, que é escolhida de acordo com a localização e gravidade das fraturas (RUIZ et al., 2010). Em geral, o acesso cirúrgico deve ser tão pequeno quanto possível e escondido, mas deve dar acesso adequado para a manipulação óssea e colocação de material de osteossíntese (KIM; HUOH, 2010).

A escolha da abordagem depende do padrão de fratura e quantidade de deslocamento. O acesso coronal é considerado padrão-ouro para o acesso à região frontal e complexo naso-órbito-etmoidal, pois a falha na redução ideal é a complicação mais comum no tratamento das fraturas complexas de terço médio de face, resultando em união inadequada, o que pode levar a assimetria, deformidades estéticas, perdas funcionais, como diplopia e dificuldade na mastigação. Essa incisão foi descrita pela primeira vez por Hartley e Kenyon em 1907; no entanto, somente após 1970, Tessier e depois Henderson e Jackson relataram seu uso para tratamento de indivíduos com fraturas Le Fort II e Le Fort III. Entre as morbidades desse acesso se inserem a neuropraxia transitória do nervo facial, que ocorre em maior ou menor grau, e a paresia, que é incomum, com uma incidência relatada entre 2% e 8%. O trismo pós-operatório é mais comum e é atribuído à extensa dissecação do músculo temporal, prejudicando seu suprimento sanguíneo, o que leva a uma fibrose e ao encurtamento do músculo no pós-operatório (SHEPHERD; WARD-BOOTH; MOOS, 1985; KERAWALA et al., 2000).

Dependendo da necessidade de expor completamente o arco zigomático ou a região temporomandibular, uma extensão da incisão em direção abaixo e anterior ao nível do ponto craniométrico denominado tragos pode ser necessária (ELLIS; ZIDE, 2008).

O trauma e o processo de reparo modificam a atividade dos músculos da face. Um entendimento do trauma causado pelo tratamento cirúrgico usando fixação interna, do processo de reparo e de como este interfere na saúde é de grande valor para compreender as mudanças no sistema estomatognático, elucidando, assim, como o corpo humano realiza as adaptações necessárias no sistema estomatognático, sendo essencial para otimizar o tratamento, restaurando a estética e a função dos pacientes (TALWAR; ELLIS; THROCKMORTON, 1998; GRUNHEID et al., 2009; PEPATO et al., 2014; RIBEIRO et al., 2011; POSNICK, 2014).

O esqueleto craniofacial tem papel importante nas funções de mastigação, fonação, visão, olfato, respiração e estética, sendo fundamental no reconhecimento

interpessoal e na percepção da autoimagem (MORRIS; TIWANA, 2013). A mastigação é considerada uma das mais importantes funções do sistema estomatognático, sendo essencial para a manutenção da saúde e qualidade de vida (POSNICK, 2014). Diversos fatores influenciam na eficiência da mastigação, como a força de mordida, oclusão dental, movimentos mandibulares, língua e atividade da saliva, que quando alterados podem gerar problemas de saúde para os indivíduos, como gastrite, diabetes e obesidade (SFORZA et al., 2009; ABREU et al., 2014).

Os músculos esqueléticos são capazes de alterações em sua morfologia a partir de demandas funcionais; sendo assim, todos os tecidos que fazem parte do sistema estomatognático influenciam na demanda funcional dos músculos da mastigação, geometria do esqueleto de suporte, anexos de tecido mole (por exemplo, a fáscia do músculo temporal), que quando danificados, há uma adaptação à nova demanda funcional que poderá ser refletida na velocidade de contração e na força máxima gerada pelo músculo (KOOLSTRA; VAN EIJDEN, 1997; KO et al., 2013).

Para quantificar a função do sistema mastigatório, alguns parâmetros têm sido estudados, como força de mordida, eletromiografia (EMG) e mobilidade mandibular. A EMG é uma técnica que permite o estudo da função muscular por meio do registro do potencial elétrico das fibras musculares esqueléticas geradas durante a função, possibilitando identificar quando e como o músculo é ativado (OLIVEIRA et al., 2014; SILVA et al., 2015). A ativação de um músculo determina a sua mecânica para a produção de força. Outro método muito utilizado é a avaliação da força de mordida, que permite verificar a atividade funcional dos músculos que participam do fechamento da mandíbula, pois a força de mordida traduz a força muscular. Para isto, o dispositivo é colocado entre os arcos dentais, e os indivíduos são encorajados a fechar a boca o mais forte possível (SFORZA et al., 2009; PALINKAS et al. 2010).

A movimentação mandibular é imprescindível para as funções do sistema estomatognático, podendo o trauma alterar a abertura e fechamento e os movimentos excursivos, por isso também se faz a utilização da mobilidade mandibular como um parâmetro de avaliação (PEPATO et al., 2014).

Após os procedimentos cirúrgicos, o exame eletromiográfico permite avaliar o quanto e quando a atividade dos músculos é recuperada, e, por meio dessa técnica auxiliar, o profissional pode guiar a atividade diária do paciente, como o tipo de dieta

alimentar (TALWAR; ELLIS; THROCKMORTON, 1998; REGALO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011).

Ellis e Throckmorton (2005) relataram que as mudanças funcionais causadas pós-traumatismo poderiam ser uma resposta fisiológica para evitar a sobrecarga de uma parte danificada do esqueleto. Em um estudo com EMG em pacientes com fraturas de côndilo, foi observado que, em circunstâncias normais, o lado contralateral ou balanceio da articulação temporomandibular (ATM) leva mais carga que o lado ipsilateral ou de trabalho. Caso a ATM direita seja lesionada, por exemplo, verificou-se que, quando o indivíduo morde com a região molar do lado da fratura, os músculos masseteres têm atividade normal, com igual quantidade de atividade elétrica em ambos os lados; porém, quando morde na região molar do lado sem fraturas, o músculo masseter do lado com fratura foi 1,5 vezes mais ativo que o masseter do lado sem fratura. Este achado ocorreu independentemente de os pacientes serem tratados de forma cirúrgica ou somente por observação.

Hjorth et al. (1997) acreditaram que, depois de fraturas condilares unilaterais, o aumento das atividades EMG dos músculos masseteres e temporais do lado fraturado podem ser uma compensação parcial para os prejuízos causados após fratura condilar.

Sabe-se que há uma diminuição da atividade EMG e diminuição das áreas transversais das fibras dos músculos masseteres e temporais em indivíduos que foram submetidos à cirurgia tanto para redução cirúrgica com osteossíntese ou fechada sem fixação de fraturas de face quanto para tratamento de deformidades dentofaciais. Após um período, há um decréscimo acentuado das atividades EMG dos músculos da mastigação que perdura por vários meses, retornando, entretanto, a valores considerados normais. Porém, esse período necessário é controverso e pode estar relacionado com as diferenças nos métodos de avaliação. Alguns estudos têm demonstrado que a adaptação para a nova oclusão dental requer períodos superiores a seis meses após a cirurgia, e outros relataram que essa adaptação ocorreu apenas dentro de um período de 2 a 3 anos pós-cirurgia (TALWAR; ELLIS; THROCKMORTON, 1998; THROCKMORTON; TALWAR; ELLIS, 1999; ABDEL-GALIL; LOUKOTA, 2010).

Gerlach e Schwarz (2002) relataram que a força de mordida reduzida após tratamento das fraturas é responsável por menos complicações diante do reparo da fratura, possibilitando o uso de material de síntese menos robusto, com menor acesso e menos morbidade.

Não foram verificados na literatura trabalhos que estudem a recuperação funcional dos indivíduos que sofreram trauma de terço médio e superior de face, deixando uma incógnita a ser esclarecida.



# **PROPOSIÇÃO**

## **2. PROPOSIÇÃO**

### **Objetivo geral**

O presente estudo teve por objetivo avaliar a recuperação funcional do sistema estomatognático, ao longo do tempo (1, 2, 3 e 6 meses), de pacientes acometidos por fraturas faciais de terço médio e superior que foram tratadas por meio de fixação interna estável e necessitaram de acesso cirúrgico coronal com ou sem extensão pré-auricular.

### **Objetivos específicos**

Avaliação da recuperação funcional por meio das seguintes análises:

- Eletromiografia (EMG): observando o comportamento dos músculos masseter e temporal (bilateralmente) em diferentes condições clínicas – repouso, lateralidade direita, lateralidade esquerda, protrusão e contração voluntária máxima.
- Força de mordida molar direita e esquerda.
- Mobilidade mandibular: observando a abertura bucal, lateralidade direita, lateralidade esquerda e protrusão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP) sob o número 2007.1.13.71.58.2.

#### **Caracterização da amostra**

Foram analisados pacientes com trauma facial que receberam avaliação inicial e tratamento cirúrgico pelo serviço de residência em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais da FORP/USP nos Hospitais Santa Casa, São Francisco e Beneficência Portuguesa, na cidade de Ribeirão Preto e Santa Casa de Sertãozinho. O período de seleção da amostra ocorreu entre julho de 2014 e setembro de 2015. Após os procedimentos cirúrgicos e antes da alta hospitalar, os pacientes que se encaixavam nos critérios da pesquisa clínica foram convidados a participar do estudo e, após assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1), de acordo com a resolução 466/12 e Complementares do Conselho Nacional de Saúde, foram encaminhados para o Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP-USP, onde foram avaliados.

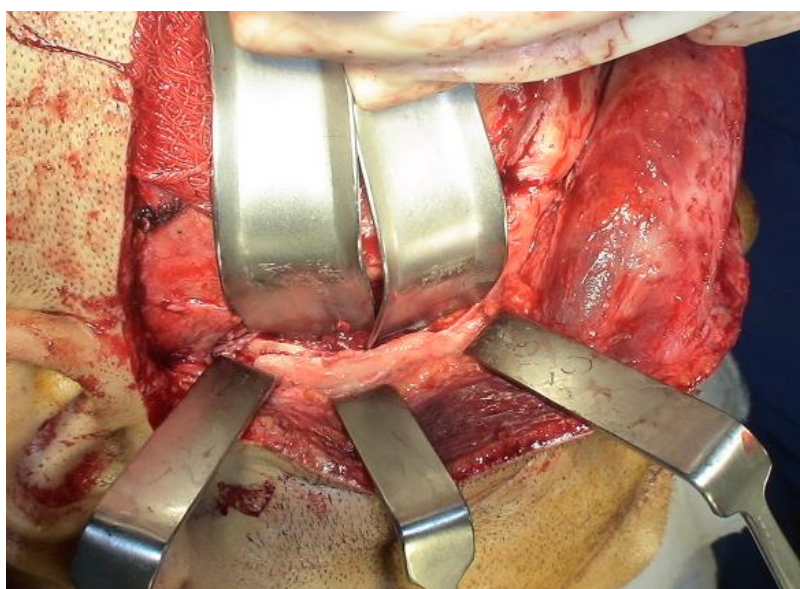
#### **Características da população e amostra**

Participaram desta pesquisa 13 pacientes saudáveis (faixa etária entre 18 e 40 anos), do gênero masculino, com oclusão normal (Classe I de Angle), com presença de todos os dentes permanentes (exceto os terceiros molares), sem lacerações extensas em face que impossibilitassem a fixação dos eletrodos de superfície, sem fraturas em terço inferior de face e ausência de aparelhos ortodônticos. Porém, três pacientes não participaram de determinados períodos preestabelecidos deste estudo (1, 2, 3 e 6 meses). Portanto, os 10 pacientes selecionados foram distribuídos em dois grupos:

✓ GRUPO 1: pacientes (n=4) que apresentaram fraturas de terço médio e superior de face (Tabela 1) tratados cirurgicamente por abordagem coronal com extensão pré-auricular como descrito por Ellis e Zide(2008) (Figura 1).

**Tabela 1** Tabela descritiva dos pacientes com fratura de face com acesso coronal com extensão pré-auricular.

Nome	Idade	Fratura	Etiologia	Acessos associados
S.M.S	38 anos	LE FORT III	Motociclístico	Subciliar e intrabucal
L.M.S	24 anos	ZIGOMÁTICO ORBITÁRIO	Motociclístico	Subciliar e intrabucal
A.F.S	40 anos	LE FORT III	Atropelamento	Subciliar e intrabucal
R.N.S	36 anos	LE FORT III	Agressão física	Subciliar e intrabucal



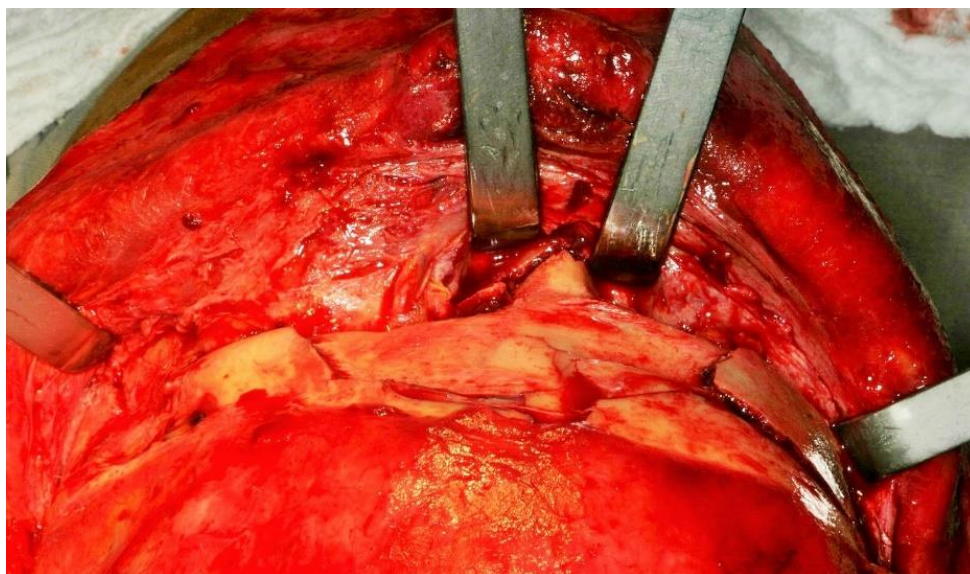
**Figura 1** Acesso coronal com extensão.

Fonte: acervo pessoal.

- ✓ GRUPO 2: pacientes (n=6) que apresentaram fraturas de terço médio e superior de face complexa (Tabela 2) tratados cirurgicamente por abordagem coronal (Figura 2).

**Tabela 2** Tabela descritiva dos pacientes com fratura de face complexa com acesso coronal.

Nome	Idade	Fratura	Etiologia	Acessos associados
R.R.S	33 anos	NOE+ LE FORT II	Queda	Subciliar e intrabucal
I.L.S	18 anos	NOE+ LE FORT II	Atropelamento	Subciliar e intrabucal
D.M.S	19 anos	FRONTAL	Agressão física	Nenhum
A.F.S	30 anos	NOE+ LE FORT II	Atropelamento	Subciliar e intrabucal
M.B	23 anos	FRONTAL	Acidente esportivo	Nenhum
G.M	26 anos	FRONTAL	Automobilístico	Nenhum



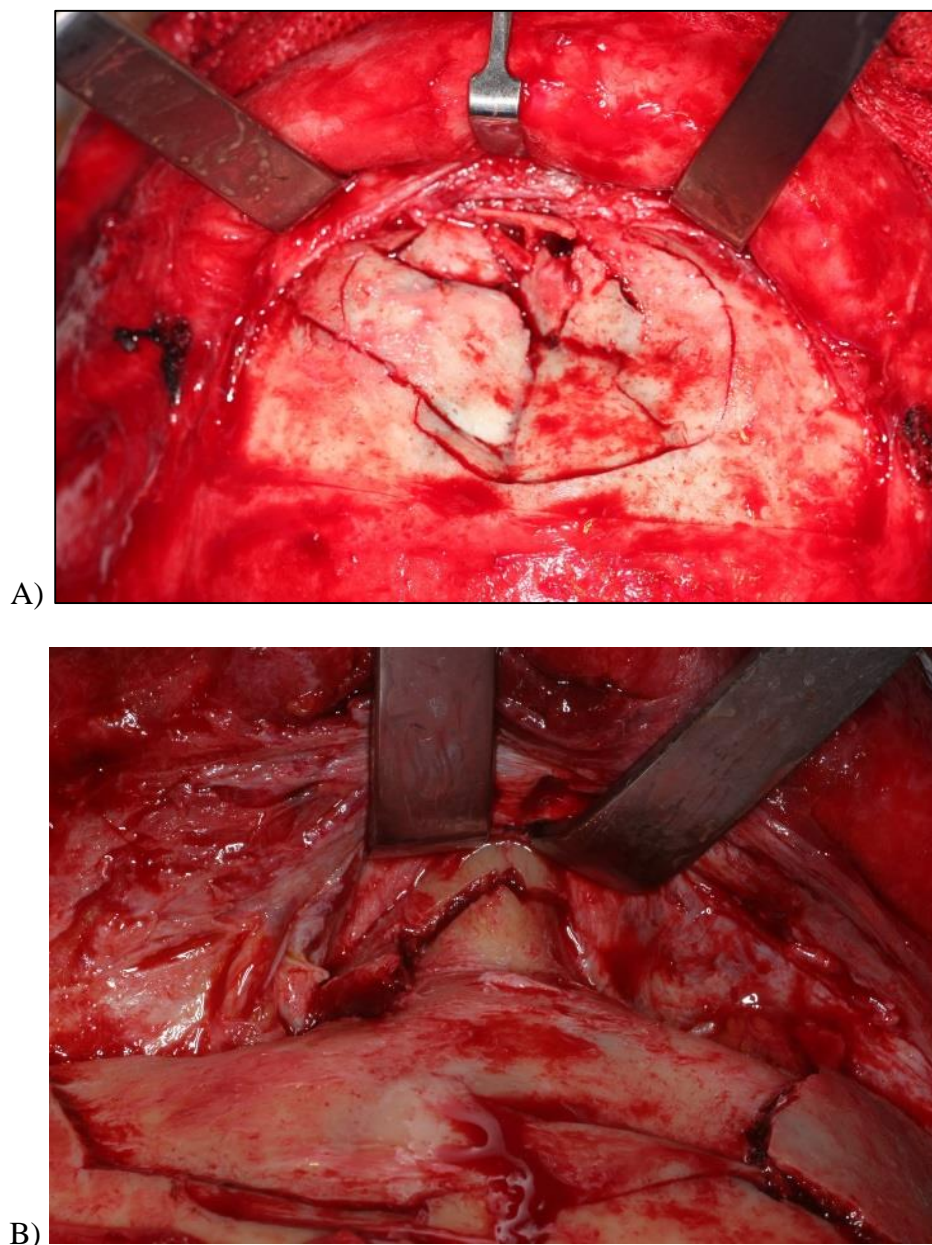
**Figura 2** Acesso coronal.

Fonte: acervo pessoal.

O Grupo Controle deste estudo foi composto de indivíduos saudáveis possuindo parâmetros de normalidade de atividade EMG, força de mordida molar e mobilidade mandibular. Os indivíduos do Grupo Controle foram pareados sujeito a sujeito por idade, gênero e medidas antropométricas (peso e altura) com os Grupos 1 e 2 deste estudo.

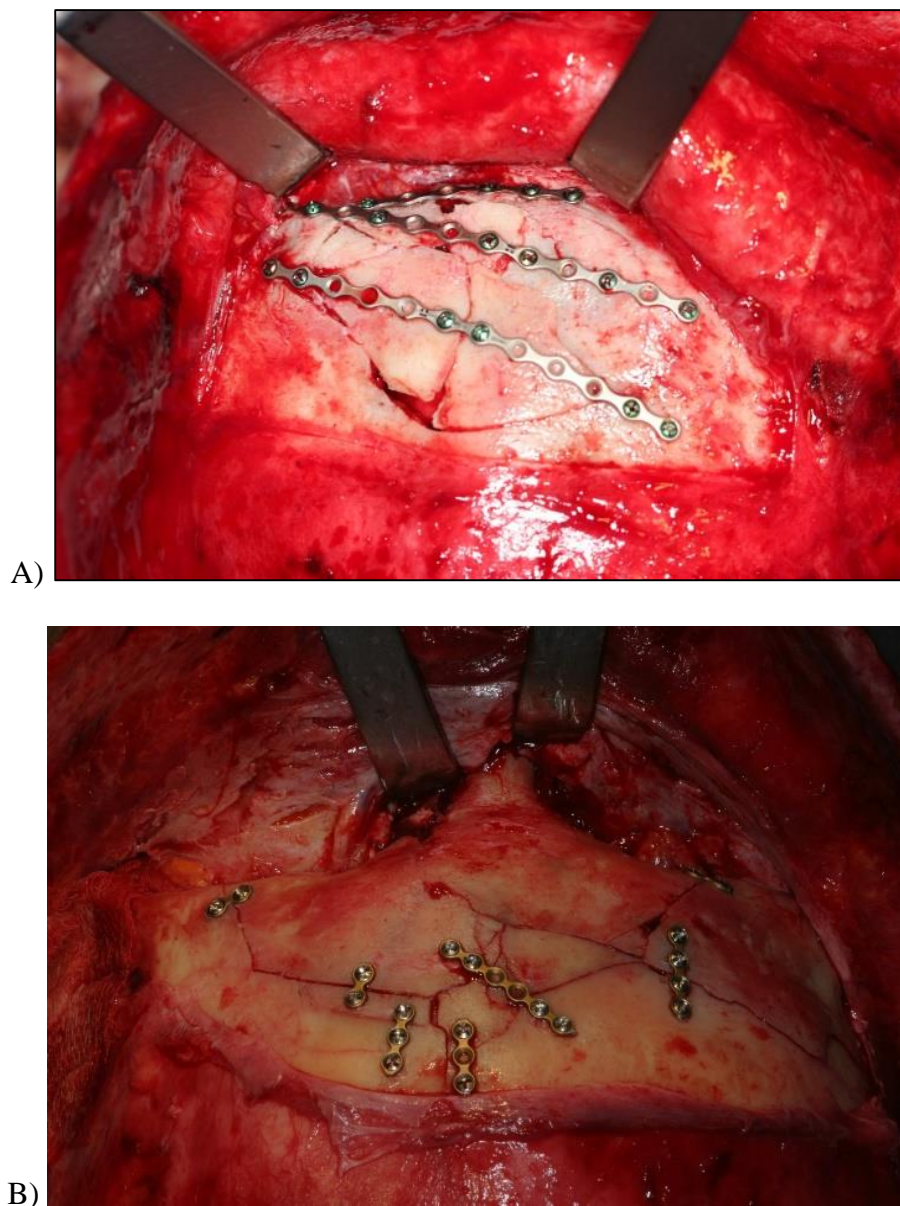
### **Fase cirúrgica**

Após avaliação clínica, exames de imagem (tomografia) e planejamento do caso, a fase cirúrgica foi realizada em âmbito hospitalar sob anestesia geral. Os acessos em terço médio e superior da face (Figura 3) dependeram do tipo de fratura que cada paciente apresentava.



**Figura 3** A) Acesso coronal e exposição da fratura do osso frontal (parede anterior); B) Acesso coronal e exposição da fratura frontal e naso-órbito-etmoidal.

A fixação das fraturas foi realizada por meio de placas e parafusos do sistema 1,5mm (Toride) (Figura 4).



**Figura 4** A) e B) Fixação da fratura do osso frontal (parede anterior).

As suturas de acessos cirúrgicos foram realizadas por planos (Figura 5), e os drenos de sucção (Portovac – sistema fechado) foram deixados para evitar formação de hematomas. Não houve necessidade de cuidados intensivos aos pacientes nem bloqueio maxilo-mandibular. Todos foram extubados, após término do procedimento cirúrgico.





**Figura 5** Sutura do acesso cirúrgico.

### **Acompanhamento pós-operatório dos pacientes e coleta dos dados**

Todos os exames executados fizeram parte do protocolo realizado no Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathia Vitti” do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica. Os pacientes foram acompanhados no pós-operatório pelo serviço de residência em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais e, após avaliação clínica, foram encaminhados para o Laboratório de Eletromiografia para mensuração da força de mordida molar máxima, avaliação eletromiográfica dos músculos masseteres e temporais e mobilidade mandibular. A mensuração de força de mordida, eletromiografia e mobilidade mandibular foram feitas em períodos de retorno para avaliações pós-operatórias, seguindo protocolo da equipe cirúrgica. Esses retornos se deram no primeiro, segundo, terceiro e sexto meses após a cirurgia.

### **Força de mordida**

Para a determinação da força de mordida foi utilizado o dinamômetro digital, modelo IDDK (Kratos, Cotia, São Paulo, Brasil), com capacidade de até 100 Kgf e altura de 16 mm entre as duas hastes que contêm nas extremidades discos de teflon, sobre as quais é aplicada a força a se registrar. O aparelho possui escala em Kgf ou N (Figura 6).



**Figura 6** Dinamômetro Digital IDDK da marca Kratos.

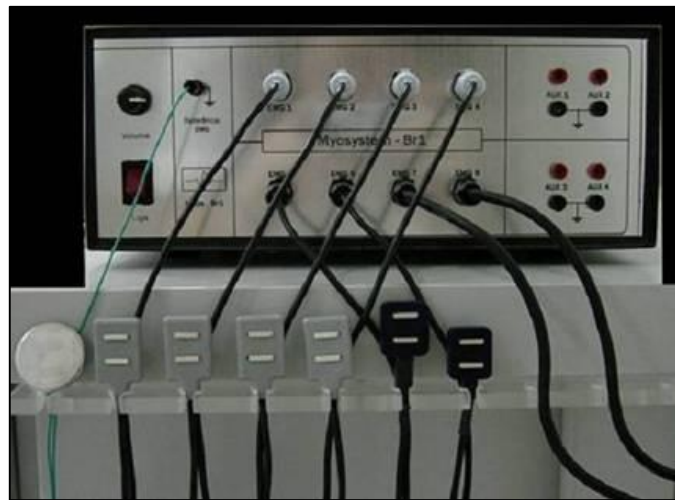
Antes dos exames, as hastes de registro do dinamômetro foram limpas com álcool, e dedeiras descartáveis de látex foram posicionadas nas hastes de mordida para proteção e evitar contato da haste com saliva. Os pacientes foram orientados, e testes foram realizados mordendo as hastes do equipamento antes que os registros reais fossem obtidos. Em seguida, foi pedido para cada paciente morder as hastes do dispositivo por três vezes, até o limite de força que conseguiam, com um descanso de dois minutos entre os registros. As avaliações foram feitas nas regiões dos primeiros molares de ambos os lados (REGALO et al., 2008; PALINKAS et al., 2010; PEPATO, 2012). O maior valor entre os três registros foi considerado a máxima força de mordida do paciente.

### **Eletromiografia**

A análise eletromiográfica foi realizada por um único profissional capacitado e registrou a atividade elétrica do músculo masseter (direito e esquerdo) e músculo temporal (direito e esquerdo) durante a condição de repouso mandibular, lateralidade direita e esquerda e protrusão por cinco segundos e contração voluntária máxima por quatro segundos.

O exame eletromiográfico foi realizado utilizando eletrodos diferenciais ativos de superfície (dois de 10 mm x 2 mm) com impedância de entrada de 1010  $\Omega$ /6 pf, viés de entrada de  $\pm 2$  nA, índice de rejeição de modo comum de 110 dB a 60 Hz e ganho

equivalente a 20x. Para condicionamento de sinal e aquisição de dados, foi utilizado um aparelho portátil de alto desempenho de doze canais (Myosystem-Br1 de DataHominis Tec. Ltda, Brasil) (Figura 7). Os sinais eletromiográficos foram ainda amplificados por 50x (1000x total de ganho), filtro de banda (20 Hz-1 kHz) a uma frequência de 2 kHz com resolução de 16 bits (REGALO et al., 2008; PALINKAS et al., 2010; PEPATO, 2012).



**Figura 7** Myosystem BR-1 – DataHominis Tecnologia Ltda®.

Os eletrodos foram posicionados sobre os músculos seguindo as recomendações de Basmajian e Luca (1985), que consideravam o local mais adequado 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. Para o músculo masseter, o eletrodo foi colocado a aproximadamente 2 cm do ângulo da mandíbula, na porção medial do músculo, no sentido anteroposterior, paralelamente às fibras musculares, e, para o músculo temporal, o eletrodo foi colocado na porção anterior, 1,5cm posterior à região frontozigomática, paralelamente às fibras musculares (Figura 8) (REGALO et al., 2008; PALINKAS et al., 2010; PEPATO, 2012).

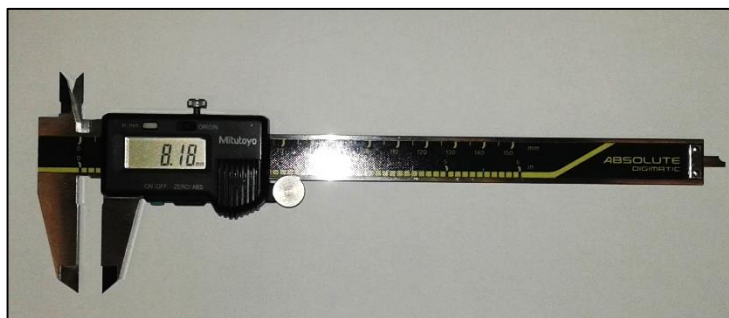


**Figura 8** Posição dos eletrodos para captar os sinais EMG.

Para localizar precisamente os músculos, foi realizada manobra de contração voluntária máxima acompanhada de palpação (CRAM; KASMAN; HOLTZ, 1998). Um eletrodo de referência, para evitar *crosstalking*, foi colocado em região distante dos músculos a serem testados. Antes da colocação dos eletrodos, a pele dos locais em estudo foi limpa com álcool, removendo a oleosidade da pele. Durante o registro eletromiográfico.

### **Mobilidade mandibular**

Os movimentos mandibulares foram avaliados utilizando um paquímetro digital Mitutoyo® (Suzano, São Paulo, Brasil) (Figura 9). Foi avaliada a abertura bucal máxima, lateralidade direita, lateralidade esquerda e protrusão mandibular. Foram dadas as instruções e explicações necessárias. Os padrões de referência da mobilidade mandibular foram as linhas médias dentais. Posicionou-se o paquímetro na região incisal e mesial do incisivo central superior direito e região incisal e medial do incisivo central inferior direito (REGALO et al., 2008; PALINKAS et al., 2010; PEPATO, 2012).



**Figura 9** Paquímetro digital.

### **Análise estatística dos dados**

O sinal eletromiográfico bruto foi utilizado para derivar valores de amplitude eletromiográfica, obtidos pelo cálculo da raiz quadrada média (RMS). Os dados EMG, força de mordida e mobilidade mandibular foram tabelados e submetidos à análise estatística pelo teste de medidas repetidas ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SPSS, versão 21.0 para Windows.

# **RESULTADOS**

## 4.RESULTADOS

### GRUPO 1 (ACESSO CORONAL COM EXTENSÃO)

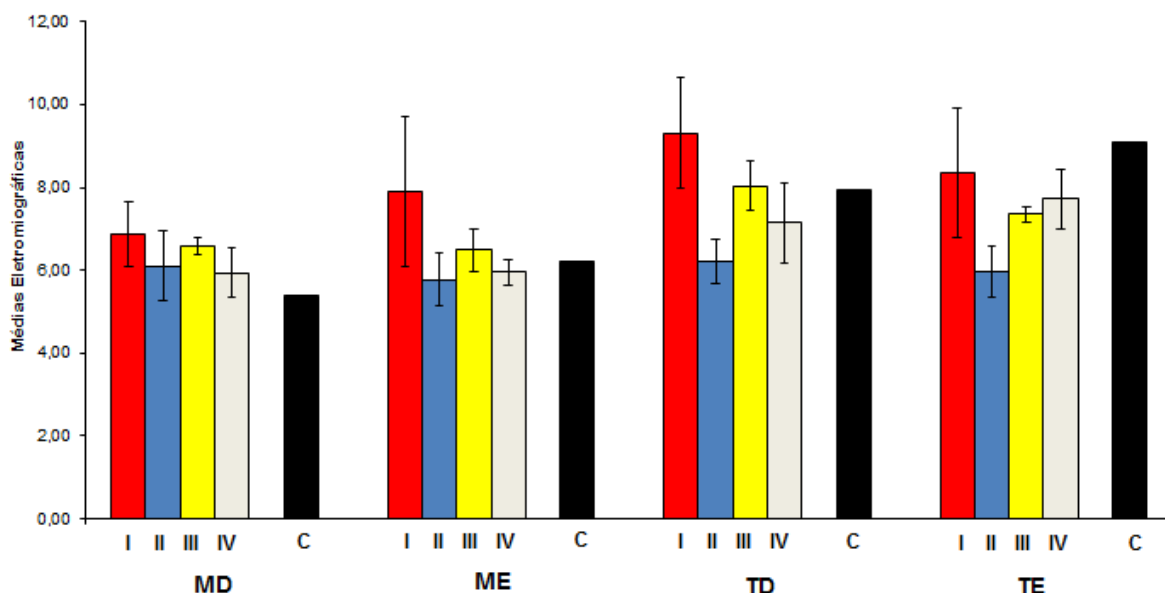
#### ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA (RMS) – PADRÕES POSTURAIS

#### CONDIÇÃO DE REPOUSO

Na condição de repouso, não houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os músculos mastigatórios analisados, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 3 e Figura 10).

**Tabela 3** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu\text{V}$ ) na condição de repouso, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Músculos	Tempos				<i>p</i> -valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	6,89 ± 0,78	6,11 ± 0,85	6,58 ± 0,21	5,93 ± 0,60	0,74	5,38
ME	7,91 ± 1,80	5,77 ± 0,63	6,49 ± 0,52	5,95 ± 0,30	0,40	6,23
TD	9,31 ± 1,34	6,21 ± 0,54	8,04 ± 0,58	7,15 ± 0,97	0,16	7,93
TE	8,36 ± 1,57	5,95 ± 0,62	7,36 ± 0,19	7,72 ± 0,72	0,35	9,11



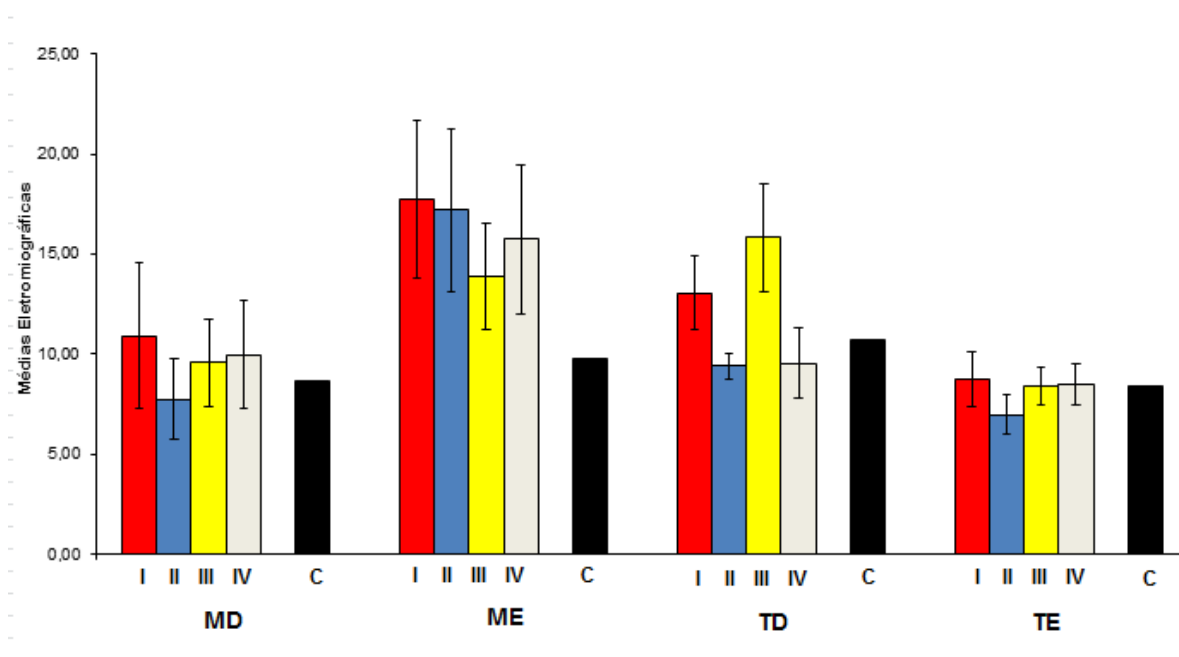
**Figura 10** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de repouso para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face.

## CONDIÇÃO DE LATERALIDADE DIREITA

Na condição de lateralidade direita, não houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os músculos mastigatórios analisados, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 4 e Figura 11).

**Tabela 4** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu\text{V}$ ) na condição de lateralidade direita, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	10,92 ± 3,64	7,73 ± 2,02	9,57 ± 2,98	9,97 ± 2,70	0,83	8,69
ME	17,44 ± 3,90	17,22 ± 4,07	13,89 ± 2,67	15,75 ± 3,72	0,75	9,79
TD	13,05 ± 1,83	9,40 ± 0,65	15,84 ± 2,69	9,54 ± 1,74	0,17	10,73
TE	8,74 ± 1,34	6,97 ± 0,97	8,43 ± 0,94	8,53 ± 1,03	0,67	8,43



**Figura 11** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de lateralidade direita para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face.

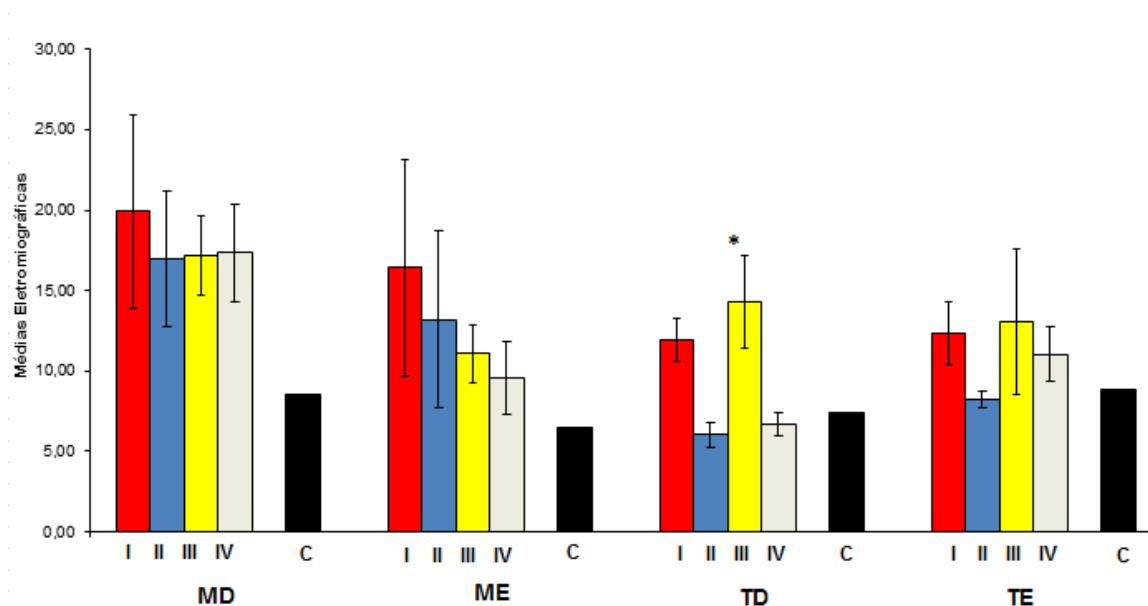


## CONDIÇÃO DE LATERALIDADE ESQUERDA

Na condição de lateralidade esquerda, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o músculo temporal direito, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 5 e Figura 12).

**Tabela 5** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de lateralidade esquerda, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	19,93 ± 6,00	16,94 ± 4,23	17,21 ± 2,45	17,35 ± 3,98	0,93	8,52
ME	16,45 ± 6,74	13,20 ± 5,74	11,10 ± 1,80	9,58 ± 2,26	0,78	6,45
TD	11,93 ± 1,34	6,05 ± 0,78	14,31 ± 2,90	6,72 ± 0,70	<b>0,02</b>	7,41
TE	12,34 ± 1,97	8,24 ± 0,51	13,02 ± 4,52	11,03 ± 1,69	0,63	8,89



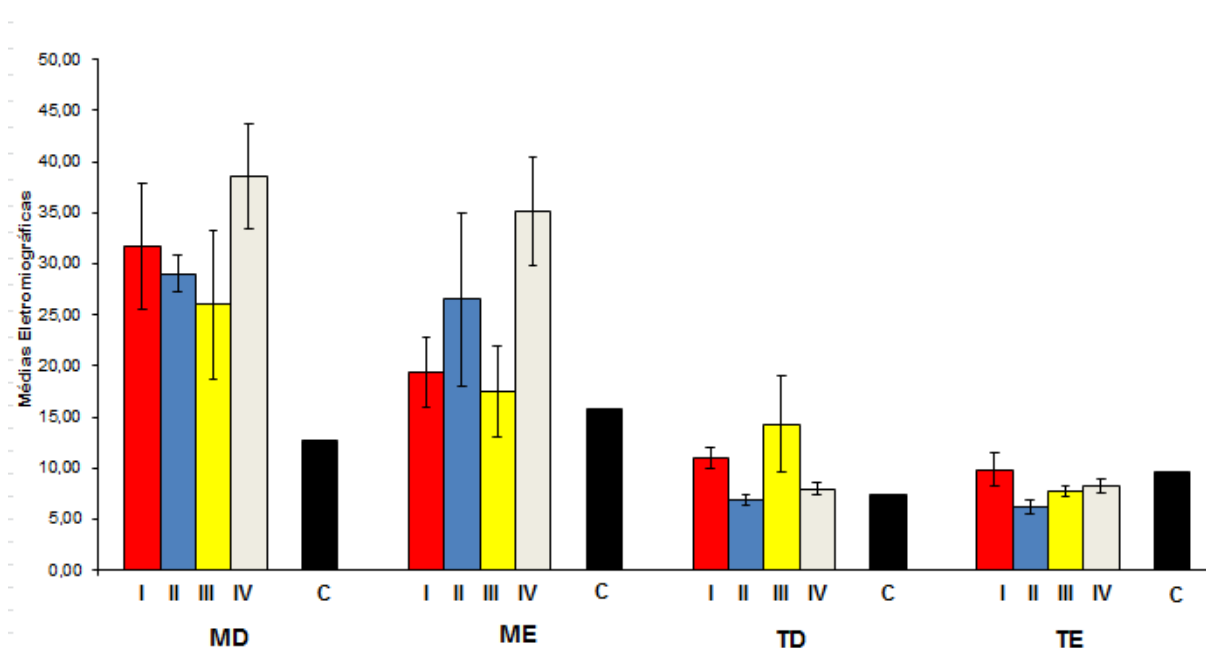
**Figura 12** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de lateralidade esquerda para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face.

## CONDIÇÃO DE PROTRUSÃO

Na condição de protrusão, não houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os músculos mastigatórios analisados, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 6 e Figura 13).

**Tabela 6** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de protrusão, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	31,75 ± 6,21	29,05 ± 1,85	25,98 ± 7,33	38,50 ± 5,15	0,41	12,74
ME	19,30 ± 3,43	26,53 ± 8,52	17,47 ± 4,79	35,09 ± 5,32	0,06	15,7
TD	10,94 ± 1,03	6,91 ± 0,52	14,32 ± 4,64	7,96 ± 0,63	0,22	7,39
TE	9,87 ± 1,64	6,26 ± 0,69	7,74 ± 0,46	8,27 ± 0,68	0,16	9,67



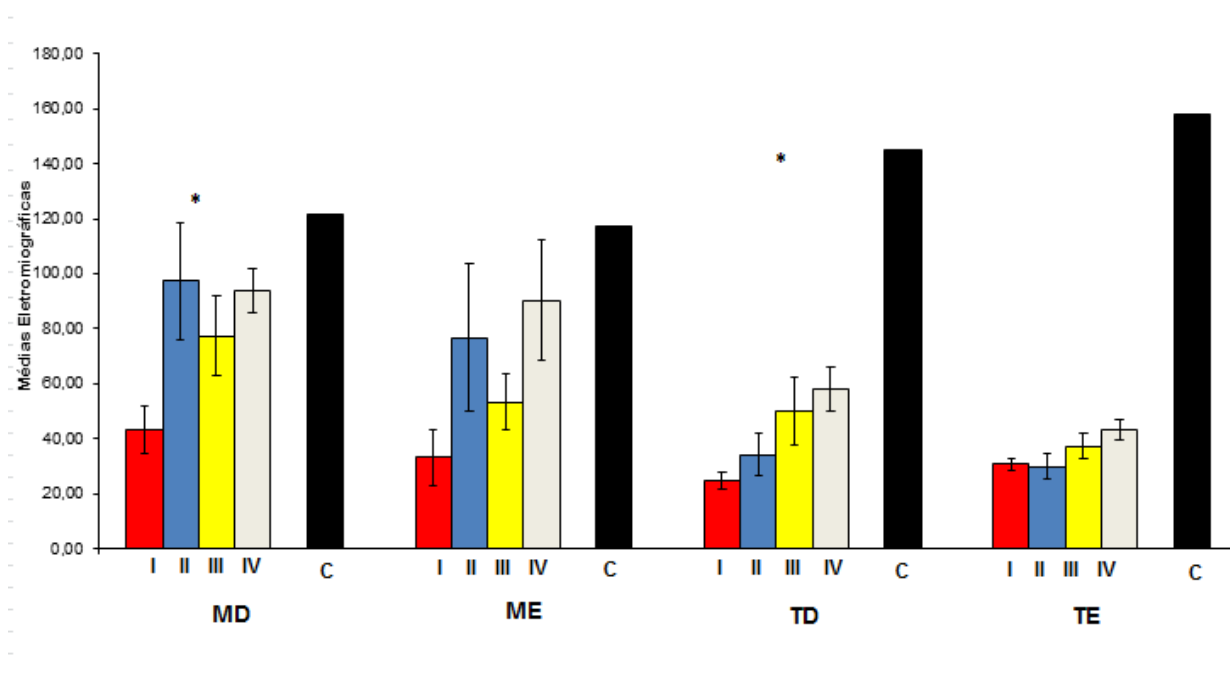
**Figura 13** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de protrusão para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face.

## CONDIÇÃO DE CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA

Na condição de contração voluntária máxima, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o músculo masseter direito e músculo temporal direito, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 7 e Figura 14).

**Tabela 7** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de contração voluntária máxima para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	43,35 $\pm$ 8,66	97,23 $\pm$ 21,43	77,47 $\pm$ 14,73	93,62 $\pm$ 8,08	<b>0,04</b>	121,51
ME	33,11 $\pm$ 10,16	76,64 $\pm$ 26,87	53,23 $\pm$ 10,20	90,23 $\pm$ 21,96	0,09	116,99
TD	24,65 $\pm$ 2,89	34,23 $\pm$ 7,78	49,93 $\pm$ 12,44	57,88 $\pm$ 7,81	<b>0,04</b>	144,80
TE	30,76 $\pm$ 2,23	29,75 $\pm$ 4,57	37,26 $\pm$ 4,50	43,25 $\pm$ 3,89	0,13	157,87



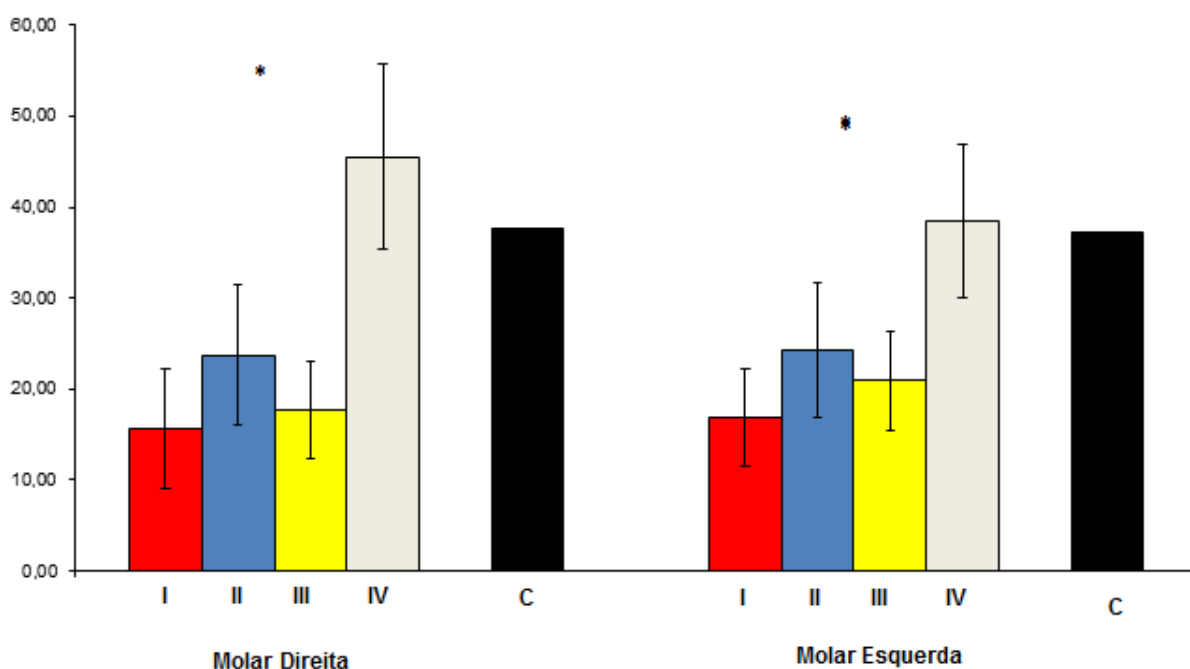
**Figura 14** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de contração voluntária máxima para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face.

## FORÇA DE MORDIDA MOLAR

Na análise da força de mordida molar máxima direita e esquerda, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para força de mordida molar direita e molar esquerda ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 8 e Figura 15).

**Tabela 8** Valores médios máximos, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) da força de mordida máxima (Kgf) na região molar dos lados direito e esquerdo, ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Força de mordida	Tempos				<i>p</i> -valor	Controle
	I	II	III	IV		
Molar direita	15,61 ± 6,65	23,75 ± 7,66	17,75 ± 5,35	45,53 ± 10,12	<b>0,00</b>	37,62
Molar esquerda	16,95 ± 5,34	24,27 ± 7,32	20,90 ± 5,42	38,46 ± 8,50	<b>0,01</b>	37,19



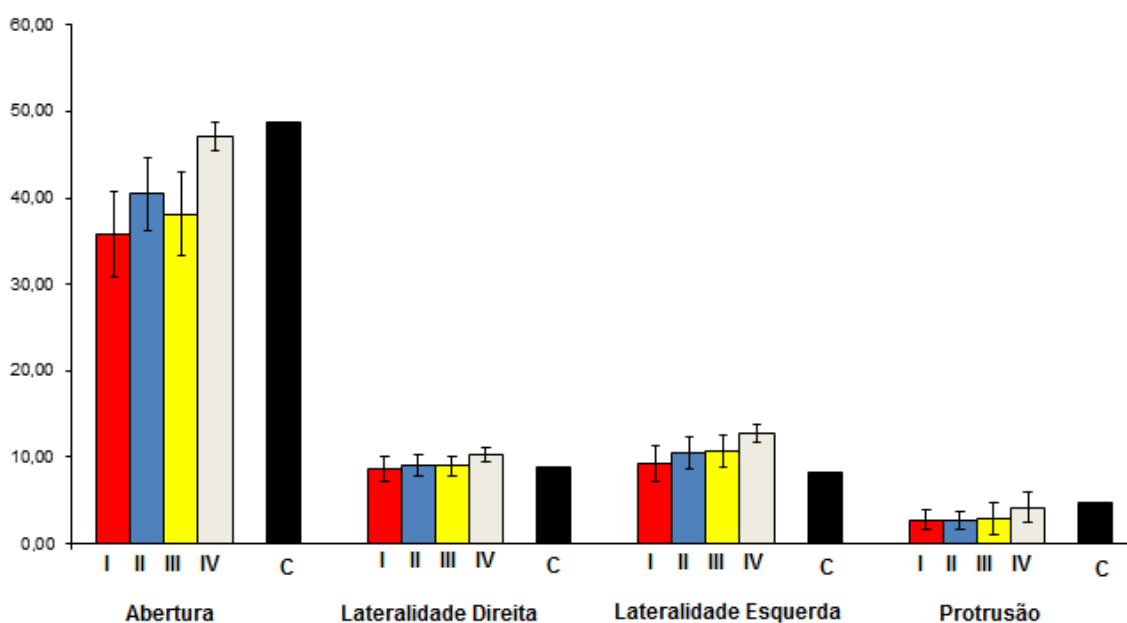
**Figura 15** Médias da força de mordida molar máxima dos lados direito e esquerdo ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face e controles (C).

## MOBILIDADE MANDIBULAR

Na análise da mobilidade mandibular, não houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) nas condições clínicas analisadas, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 9 e Figura 16).

**Tabela 9** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) da mobilidade mandibular (mm) na abertura da boca (AB), lateralidade direita (LD), lateralidade esquerda (LE) e protusão (PROt), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal com extensão.

Mobilidade	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
AB	35,54 ± 4,91	40,44 ± 4,16	38,16 ± 4,93	47,02 ± 1,65	0,06	48,85
LD	8,66 ± 1,38	9,02 ± 1,27	9,01 ± 1,13	10,28 ± 0,78	0,37	8,90
LE	9,24 ± 2,00	10,48 ± 1,90	10,72 ± 1,89	12,68 ± 1,03	0,11	8,32
PROT	2,75 ± 1,49	2,75 ± 1,88	2,88 ± 1,89	4,20 ± 1,76	0,33	4,71



**Figura 16** Médias da mobilidade mandibular ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal com extensão em indivíduos com fratura complexa de face e controles (C).

## GRUPO 2 (ACESSO CORONAL)

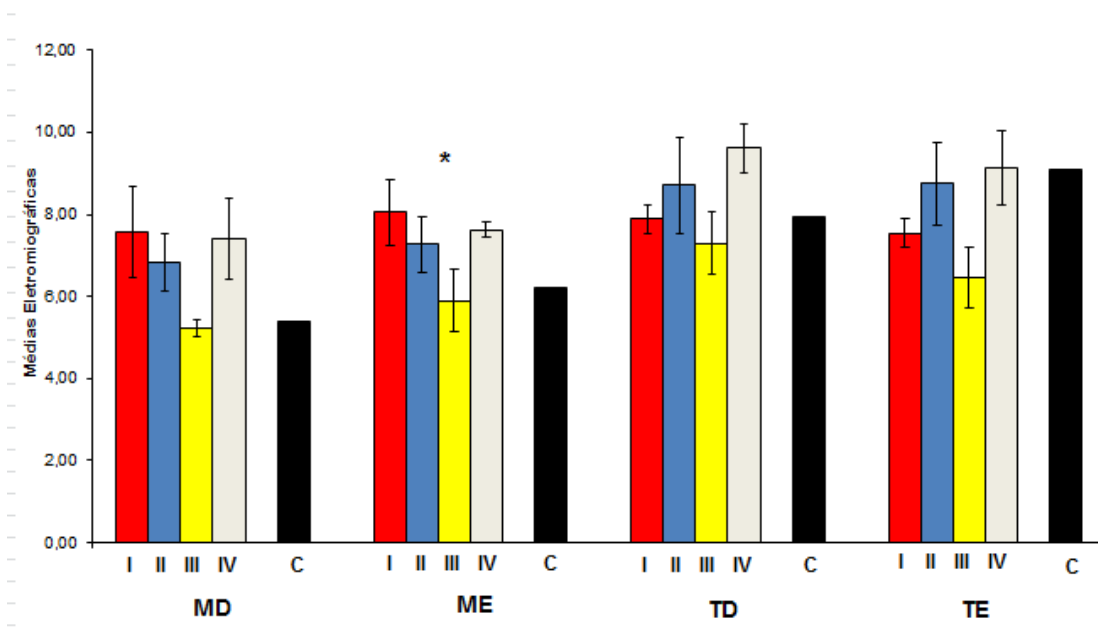
### ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA (RMS) – PADRÕES POSTURAIS

#### CONDIÇÃO DE REPOUSO

Na condição de repouso, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o músculo masseter esquerdo, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 10 e Figura 17).

**Tabela 10** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu\text{V}$ ) na condição de repouso, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	7,56 ± 1,12	6,83 ± 0,71	5,23 ± 0,21	7,41 ± 0,99	0,17	5,38
ME	8,06 ± 0,80	7,28 ± 0,68	5,90 ± 0,75	7,63 ± 0,20	<b>0,00</b>	6,23
TD	7,88 ± 0,34	8,72 ± 1,17	7,30 ± 0,76	9,61 ± 0,61	0,10	7,93
TE	7,55 ± 0,33	8,76 ± 1,01	6,47 ± 0,73	9,12 ± 0,91	0,11	9,11



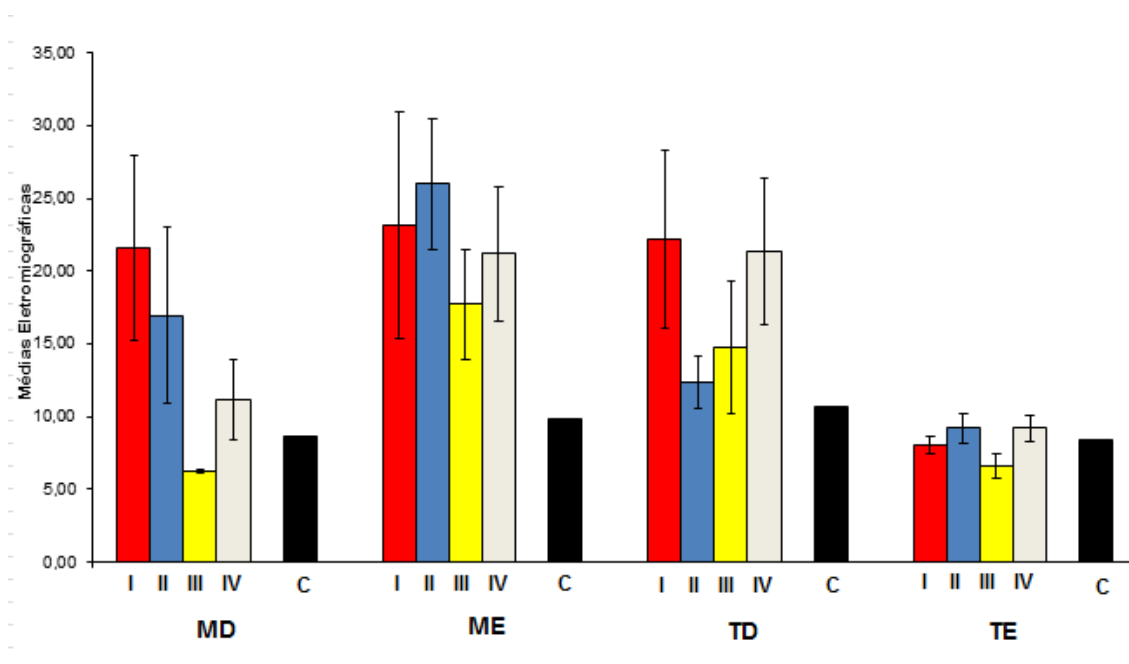
**Figura 17** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de repouso para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal em indivíduos com fratura complexa de face.

## CONDIÇÃO DE LATERALIDADE DIREITA

Na condição de lateralidade direita, não houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os músculos mastigatórios analisados, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 11 e Figura 18).

**Tabela 11** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de lateralidade direita, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	21,61 $\pm$ 6,33	16,98 $\pm$ 6,02	6,28 $\pm$ 0,15	11,14 $\pm$ 2,74	0,07	8,69
ME	23,19 $\pm$ 7,78	26,01 $\pm$ 4,78	17,71 $\pm$ 3,77	21,21 $\pm$ 4,60	0,35	9,79
TD	22,19 $\pm$ 6,14	12,33 $\pm$ 1,81	14,72 $\pm$ 4,57	21,39 $\pm$ 5,01	0,18	10,73
TE	8,07 $\pm$ 0,61	9,20 $\pm$ 1,06	6,63 $\pm$ 0,80	9,23 $\pm$ 0,91	0,14	8,43



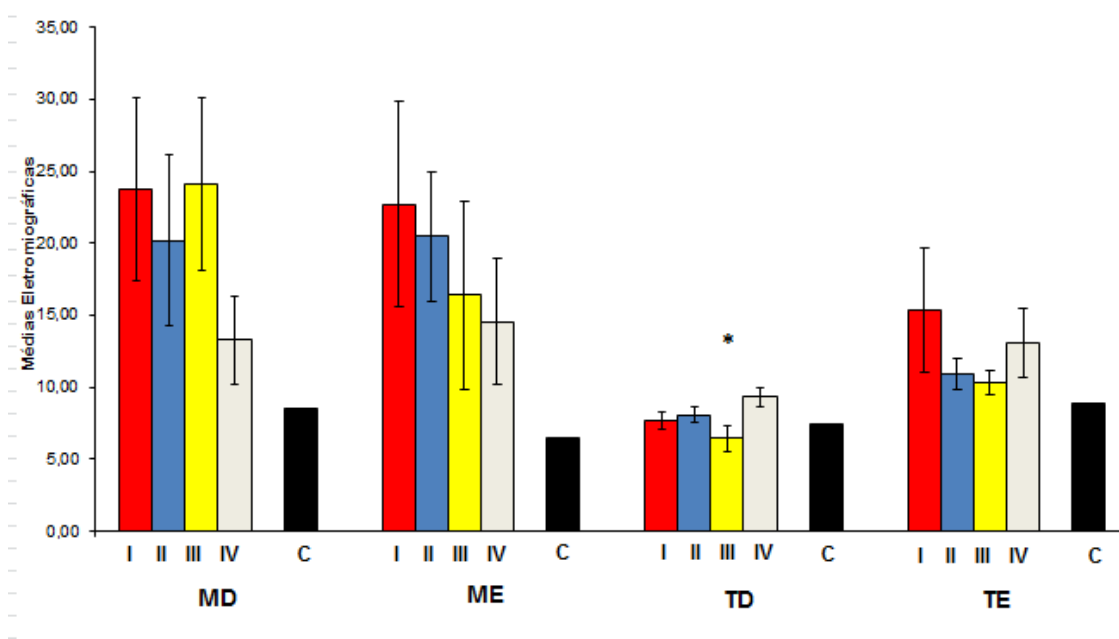
**Figura 18** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de lateralidade direita para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal em indivíduos com fratura complexa de face .

## CONDIÇÃO DE LATERALIDADE ESQUERDA

Na condição de lateralidade esquerda, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o músculo temporal direito, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 12 e Figura 15).

**Tabela 12** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de lateralidade esquerda, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Músculos	Tempos				<i>p</i> -valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	23,79 ± 7,41	20,22 ± 5,95	24,10 ± 6,97	13,28 ± 3,07	0,35	8,52
ME	22,73 ± 7,13	20,48 ± 6,70	16,40 ± 6,60	14,56 ± 4,39	0,59	6,45
TD	7,75 ± 0,60	8,08 ± 0,53	6,45 ± 0,87	9,32 ± 0,63	<b>0,04</b>	7,41
TE	15,37 ± 4,28	10,95 ± 1,09	10,33 ± 0,87	13,11 ± 2,39	0,48	8,89



**Figura 19** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de lateralidade esquerda para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal em indivíduos com fratura complexa de face.

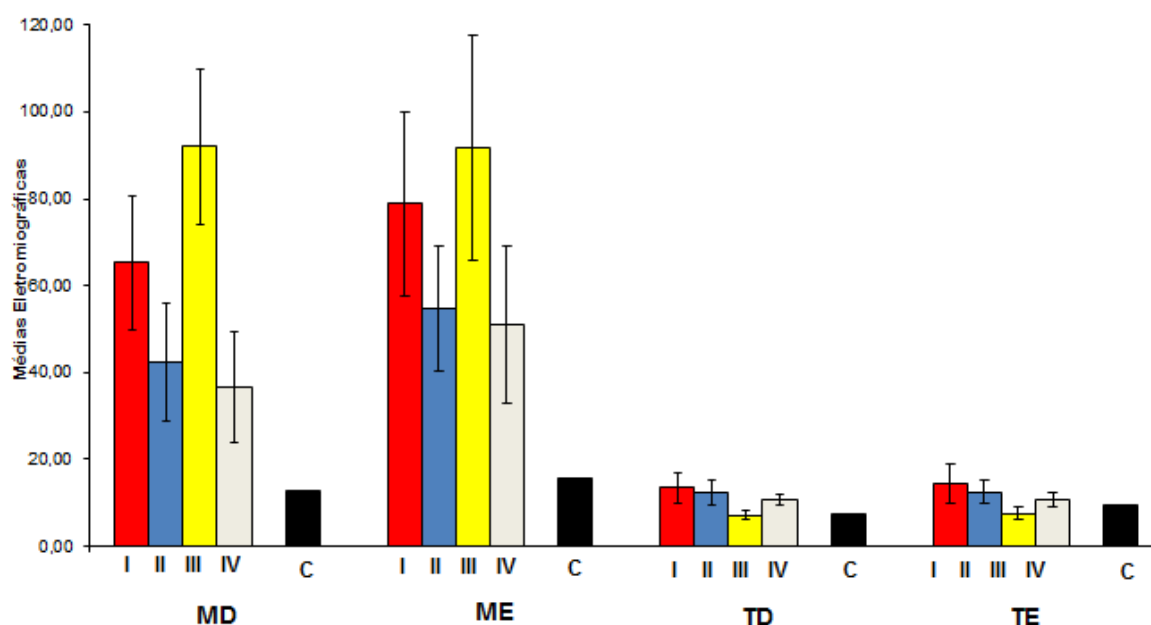


## CONDIÇÃO DE PROTRUSÃO

Na condição de protrusão, não houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os músculos mastigatórios analisados, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 13 e Figura 20).

**Tabela 13** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de protrusão, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	65,31 ± 17,40	42,46 ± 13,57	92,11 ± 17,91	36,60 ± 12,77	0,07	12,74
ME	78,83 ± 21,27	54,84 ± 14,43	91,72 ± 25,89	50,98 ± 18,10	0,28	15,7
TD	13,55 ± 3,49	12,38 ± 2,69	7,20 ± 0,99	10,77 ± 1,16	0,18	7,39
TE	14,46 ± 4,44	12,48 ± 2,68	7,62 ± 1,33	10,72 ± 1,63	0,19	9,67



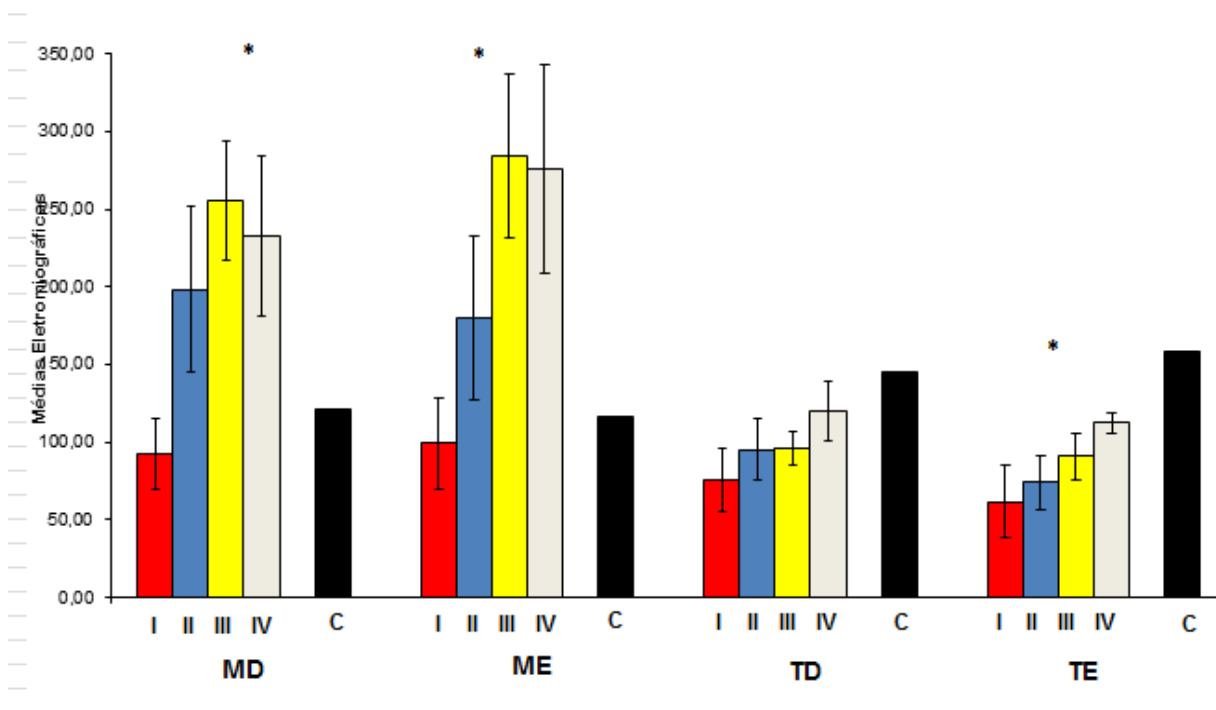
**Figura 20** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de protrusão para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal em indivíduos com fratura complexa de face.

## CONDIÇÃO DE CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA

Na condição de contração voluntária máxima, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o músculo masseter direito, músculo masseter esquerdo e músculo temporal esquerdo, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 14 e Figura 21).

**Tabela 14** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) dos dados eletromiográficos ( $\mu V$ ) na condição de contração voluntária máxima, para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Músculos	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
MD	92,34 ± 22,80	198,44 ± 53,88	255,38 ± 38,13	232,60 ± 51,95	<b>0,05</b>	121,51
ME	99,51 ± 29,39	180,02 ± 52,71	284,43 ± 52,29	275,98 ± 67,69	<b>0,00</b>	116,99
TD	75,70 ± 20,64	95,35 ± 19,61	96,21 ± 10,97	120,18 ± 19,27	0,08	144,80
TE	61,85 ± 22,88	73,94 ± 16,89	90,95 ± 14,94	112,49 ± 6,28	<b>0,01</b>	157,87



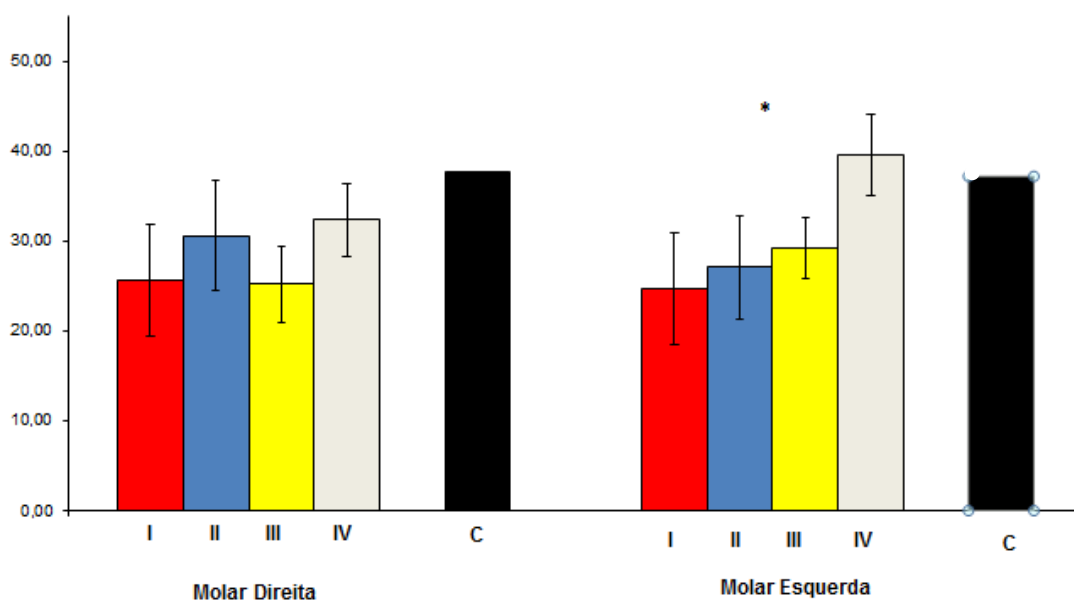
**Figura 21** Médias eletromiográficas (RMS) na condição de contração voluntária máxima para os músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) e controles (C) ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal em indivíduos com fratura complexa de face.

## FORÇA DE MORDIDA MOLAR

Na análise da força de mordida molar máxima direita e esquerda, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para força de mordida molar esquerda ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 15 e Figura 22).

**Tabela 15** Valores médios máximos, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) da força de mordida máxima (Kgf) na região molar dos lados direito e esquerdo, ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Força de mordida	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
Molar direita	25,71 ± 4,53	30,61 ± 6,09	25,22 ± 4,27	32,44 ± 4,05	0,28	37,62
Molar esquerda	24,65 ± 6,20	27,12 ± 5,71	29,22 ± 3,36	39,60 ± 4,60	<b>0,01</b>	37,19



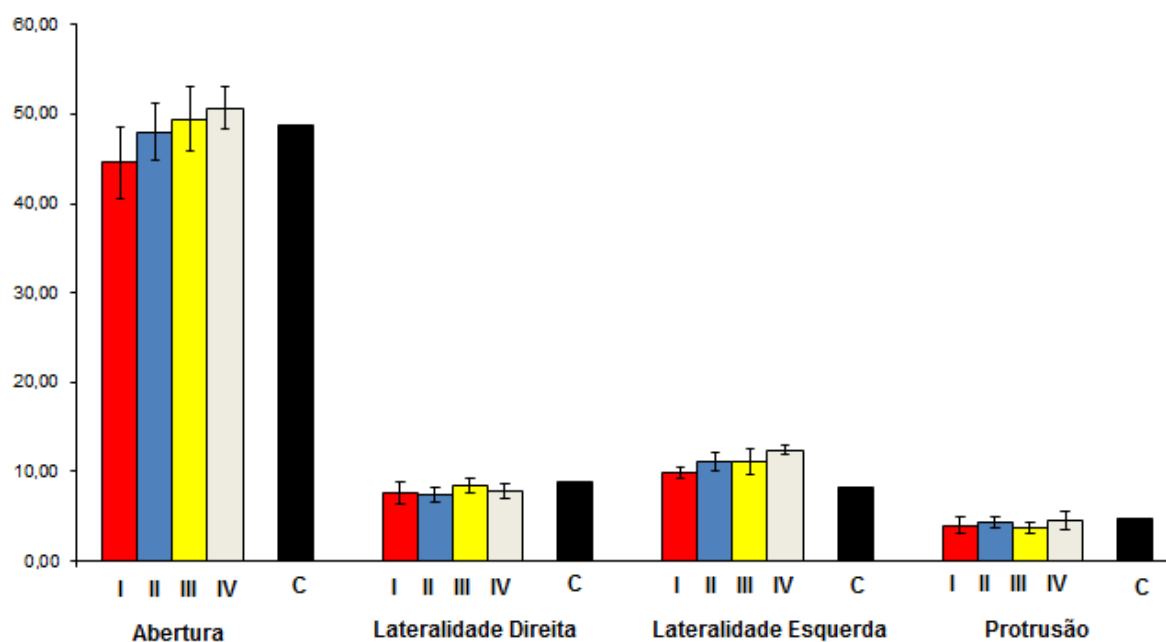
**Figura 22** Médias da força de mordida molar máxima dos lados direito e esquerdo ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal em pacientes com fratura complexa de face e controles (C).

## MOBILIDADE MANDIBULAR

Na análise da mobilidade mandibular, houve diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ) na protrusão, ao longo do tempo de 1, 2, 3 e 6 meses (Tabela 16 e Figura 23).

**Tabela 16** Valores médios, erro padrão e significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) da mobilidade mandibular (mm) na abertura da boca (AB), lateralidade direita (LD), lateralidade esquerda (LE) e protusão (PROt), ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após o acesso coronal.

Mobilidade	Tempos				p-valor	Controle
	I	II	III	IV		
AB	44,57 ± 4,07	47,95 ± 3,21	49,41 ± 3,57	50,66 ± 2,33	0,24	48,85
LD	7,69 ± 1,21	7,48 ± 0,86	8,37 ± 0,82	7,87 ± 0,84	0,89	8,90
LE	9,84 ± 0,65	11,11 ± 1,08	11,13 ± 1,34	12,46 ± 0,60	0,13	8,32
PRO	3,98 ± 0,89	4,32 ± 0,66	3,76 ± 0,64	4,56 ± 0,98	0,61	4,71



**Figura 23** Médias da mobilidade mandibular ao longo do tempo de 1 mês (I), 2 meses (II), 3 meses (III) e 6 meses (IV) após acesso coronal em pacientes com fratura complexa de face e controles (C).

## **DISCUSSÃO**

## 5.DISCUSSÃO

O trauma facial é a principal causa de óbito nas primeiras quatro décadas de vida e representa um enorme e crescente desafio em termos sociais e econômicos aos países desenvolvidos e em desenvolvimento como o Brasil, pois provoca forte impacto na morbidade e na mortalidade da população mundial (KRUG et al., 2000).

Observa-se que a etiologia prevalente neste estudo foi o acidente motociclístico, em que se incluem os atropelamentos por moto. A etiologia é variável a depender da localização geográfica e do tipo de trauma analisado. Brasileiro e Passeri (2006) demonstram que o acidente automobilístico é o fator mais prevalente no surgimento de traumas de face, já Tino et al. (2010) estudaram uma metrópole brasileira e concluíram que a agressão física é a principal causa de trauma facial, que são variáveis dependentes de localização geográfica e do tipo de trauma analisado.

O grupo de pacientes analisados nesta pesquisa foi limitado e heterogêneo, com fraturas faciais diferentes, porém todas de terço médio e superior, causadas por trauma de alta energia, mas sem envolvimento de fraturas mandibulares ou dentais.

Destacamos que todos os pacientes foram submetidos ao acesso coronal para tratamento dessas fraturas, e pela forma complexa como estas se apresentavam, houve a necessidade de uma abordagem ampla para reconstrução dos pilares verticais e horizontais da face, assim como a reconstituição da região frontal da face.

Utilizado como técnica cirúrgica, o acesso coronal foi executado com ou sem extensão pré-auricular, permitindo, assim, a distribuição da amostra em dois grupos. Na técnica de acesso coronal sem extensão, não ocorre a invasão da fáscia nem a secção das fibras do músculo temporal, pois a divulsão foi realizada sobre este. A incisão foi realizada a cerca de 2 cm posteriormente à linha do cabelo, por dissecção por meio da gálea aponeurótica, sendo concluída num plano subgaleal e com cuidados importantes para evitar danos ao ramo frontal do nervo facial (GUY; BRISSETT, 2013).

No acesso coronal com extensão pré-auricular, há a necessidade de expor o arco zigomático e a parede lateral da órbita, sendo necessária a incisão da fáscia do músculo temporal, expondo fibras musculares, porém sem rompê-las. Entretanto, pode ocorrer a desinserção de parte do músculo temporal localizado sob a parede lateral da órbita para acessar as fraturas (ELLIS; ZIDE, 2008; RUIZ et al., 2010; GABRIELLI et al., 2012).

Neste estudo, foi utilizada como metodologia a eletromiografia de superfície, e, pelas análises dos sinais eletromiográficos dos músculos masseteres e temporais nas condições posturais da mandíbula em repouso, lateralidade direita, lateralidade esquerda e protrusão ao longo do tempo, averiguamos o mesmo padrão de atividade mioelétrica em relação aos indivíduos saudáveis (CECÍLIO et al., 2010; PEPATO et al., 2014; REGALO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011).

De maneira geral, foi possível observar que a atividade funcional do músculo masseter e temporal (bilateral), assim como a força de mordida molar máxima e a mobilidade mandibular, ao longo do tempo, apresentaram tendências de equiparação com o Grupo Controle, principalmente na avaliação do período de seis meses.

Na literatura não encontramos estudos com o mesmo perfil deste estudo, porém, podemos relacionar os achados com outras pesquisas que analisaram os músculos da mastigação em outras situações clínicas, por exemplo, a pesquisa direcionada por Van Den Braber et al. (2004) que avaliou 11 indivíduos após avanço mandibular. Com um ano de observação, esses indivíduos retornaram aos parâmetros pré-operatórios. Já Throckmorton, Talwar e Ellis (1999) avaliaram 25 pacientes com fratura bilateral de côndilo por três anos, sendo seis pacientes tratados com fixação cirurgicamente, 14 pacientes com redução fechada sem fixação e dois pacientes com ambas as técnicas. Os autores concluíram que ocorreram alterações na função mastigatória até seis meses do tratamento proposto. Raustia, Oikarinen e Pernu (1997) relataram que, em fraturas de côndilo, a atividade eletromiográfica dos músculos da mastigação ficou alterada por vários meses, retornando geralmente aos valores pré-operatórios após 1 ano de tratamento. Ribeiro et al. (2011) avaliaram cinco pacientes com fratura do osso zigomático, tratados por fixação única com placa via intrabucal, e verificaram que a atividade eletromiográfica diminuiu no primeiro mês, e manteve-se uma melhora até seis meses de tratamento.

Neste estudo, observamos que os pacientes apresentaram atividade eletromiográfica maior quando comparados ao Grupo Controle na maioria das avaliações realizadas nos primeiros meses de pós-operatório. Todavia, na avaliação em contração voluntária máxima, foram verificados valores menores na comparação com o Grupo Controle.

Na análise da condição clínica de repouso, em que é esperada uma baixa ativação das fibras musculares, foi observada, em ambos os grupos e por todos os períodos, uma

ativação um pouco maior dos músculos temporais. Diante desse fato, a hipótese levantada para esse comportamento da musculatura temporal seria uma possível lesão direta ao músculo ou aos seus anexos, sendo inquestionavelmente um fator primário, associado aos efeitos da inflamação após o trauma cirúrgico, presentes no local, assim como das incisões realizadas próximo ou por meio dos músculos durante os procedimentos cirúrgicos. Esses fatores têm potencial para promover alterações da atividade mioelétrica, e esses resultados concordam com o estudo de Koolstra e Van Eijden (1997) que referiram alterações nos músculos quando estes foram separados de suas inserções, alterando o comprimento das fibras musculares, porém, sem evidente atrofia. Interessante foi observar que no estudo de Ribeiro et al. (2011), realizado em fraturas do osso zigomático, cujo tratamento foi por via intrabucal, com descolamento do músculo masseter, foi averiguada maior atividade dos músculos masseteres na condição clínica de repouso. Em nosso estudo, observamos uma maior atividade dos músculos temporais na mesma condição clínica, pois os pacientes sofreram manipulação desses músculos durante o acesso cirúrgico.

As ações nocivas de certos mediadores inflamatórios também podem influenciar os resultados obtidos, assim como a dor presente no local, dados estes não analisados neste estudo.

Segundo Manfredini et al. (2013), a dor não influencia os padrões dos sinais eletromiográficos e também não provoca diferenças detectáveis no indivíduo quando se analisa o lado do mesmo músculo com ou sem sintomatologia dolorosa. Hjorth et al. (1997) observaram que seria pouco provável que os músculos mastigatórios alterariam suas áreas transversais e composições das fibras por longo prazo.

Ko et al. (2013), em estudo com 11 pacientes submetidos à cirurgia ortognática e que realizaram recuo mandibular com reposicionamento maxilar, verificaram que os músculos temporais tiveram mudanças significativas na condição de repouso após o período de uma semana e também aos seis meses após cirurgia. Contudo, as medidas dos músculos masseteres foram menores do que as dos músculos temporais, ainda que as mudanças tenham ocorrido no mesmo padrão e em períodos iguais.

Em alguns estudos, verificou-se que todas as técnicas de tratamento de fraturas de côndilo (com fixação, sem fixação e a combinação de ambas) resultaram em padrões de recuperação funcional muscular (THROCKMORTON; TALWAR; ELLIS, 1999), corroborando o estudo de Sforza et al. (2009), que não encontraram diferenças



significativas no tratamento para tais fraturas. Destacamos que alguns desses estudos avaliaram fraturas de côndilo, em que as modificações poderiam ser explicadas por uma adaptação funcional ou remodelação do côndilo mandibular depois da fratura, juntamente com alterações anatômicas e funcionais, mostrando que vários fatores influenciam a atividade muscular (SFORZA et al., 2009).

Na análise do paciente, seja na condição de lateralidade (direita e esquerda), protrusão e contração voluntária máxima, verificamos que, apesar de a atividade eletromiográfica estar elevada no início das avaliações, esta retorna, ao final dos seis meses, aos valores próximos dos indivíduos saudáveis (Grupo Controle).

Na lateralidade (direita e esquerda) e na protrusão observa-se que, em ambos os grupos, as atividades eletromiográficas seguiram o mesmo padrão desejado para o movimento, mas os músculos que são mais ativos normalmente em cada movimento excursivo produziram maior atividade em relação ao Grupo Controle, porém apresentando valores próximos aos saudáveis com seis meses de avaliação.

Na contração voluntária máxima para o Grupo 1 (acesso coronal com extensão), ocorreu menor atividade eletromiográfica comparativamente ao Grupo Controle, porém, existe uma melhora estatisticamente significativa ao longo do período avaliado para os músculos masseter direito e temporal direito, dado este interessante, pois no Grupo 1 os pacientes foram submetidos ao tratamento cirúrgico de acesso com extensão.

No Grupo 2 (técnica cirúrgica sem extensão), houve maior atividade para os masseteres comparativamente aos indivíduos saudáveis, e os músculos temporais mantiveram o mesmo padrão do Grupo Controle, mantendo menor atividade, com melhora estatisticamente significativa ao longo do período avaliado.

O efeito da intervenção cirúrgica na capacidade mioelétrica ainda não está totalmente esclarecido. Arat et al. (2008), em estudo após a expansão cirúrgica de maxila, encontraram uma diminuição acentuada nas atividades dos músculos masseteres e temporais, que pode ser decorrente do ligamento periodontal em resposta à expansão da maxila, produzindo dor. A estimulação dos proprioceptores periodontais tem um forte impacto nas atividades dos músculos mastigatórios (BORGES et al., 2013). Esses autores afirmaram que a diminuição das atividades musculares foi resultante do mecanismo de defesa, porém, os autores acompanharam os pacientes por somente três meses, referindo que eles apresentaram uma tendência de melhora.

Sforza et al. (2009) avaliaram indivíduos com fraturas condilares tratados por redução cirúrgica com fixação e tratamento sem cirurgia, verificaram que o contato prematuro foi o fator responsável pela assimetria nas mensurações dos dados eletromiográficos, tanto para o músculo temporal como para o músculo masseter quando comparados com indivíduos saudáveis.

Na avaliação da força de mordida molar máxima (direita e esquerda), observa-se uma força de menor intensidade nos períodos de 1, 2 e 3 meses para o Grupo 1 (pacientes com acesso coronal com extensão) em comparação ao Grupo Controle, porém, com melhora acentuada no sexto mês de avaliação, chegando a valores muito próximos ou maiores aos do Grupo Controle, com resultados estatisticamente significantes ao longo do tempo. Os pacientes do Grupo 2 (não submetidos à extensão pré-auricular) tiveram os valores de força de mordida molar máxima próximos aos valores do Grupo Controle para todos os períodos avaliados, entretanto, com aumento de força ao longo do período de 1, 2, 3 e 6 meses. Observa-se que o Grupo 1 teve pior comportamento nos primeiros três meses de avaliação, retornando aos níveis normais após o sexto mês.

A força de mordida molar máxima pode ser maior do que os valores reais utilizados durante as atividades funcionais normais e oscila de indivíduo para indivíduo, em que o gênero masculino tem maior força em relação ao feminino (PALINKAS et al., 2010). Nos homens saudáveis a força de mordida molar é em torno de 53,6 a 64,4 Kgf, e estudos demonstraram que o fator idade influencia essa variável, porém, as medidas de força molar são constantes entre os 20 e 50 anos de idade (PALINKAS et al., 2010).

Ko et al. (2013), em estudo com 11 pacientes de cirurgia ortognática, verificaram que a força de mordida mostrou diminuição significativa no período pós-operatório imediato, porém, recuperou os níveis normais com seis meses de observação após o tratamento cirúrgico. Ribeiro et al. (2011) avaliaram cinco pacientes com fratura de zigomático que foram submetidos ao tratamento cirúrgico com fixação de única placa via intrabucal e observaram aumento da força de mordida ao longo do período de seis meses de avaliação. Tate, Ellis e Throckmorton (1994) encontraram resultados semelhantes na força de mordida em pacientes tratados por fratura de ângulo mandibular, em que a força de mordida reduziu por várias semanas após o tratamento, melhorando ao longo do tempo. Isso explica porque os mecanismos de proteção são semelhantes e ocorrem em todo o corpo. Outro motivo elencado pelos autores seria que a diminuição da força de mordida, após o tratamento de fraturas, seria causada pelo dano traumático do tratamento

cirúrgico nos músculos masseteres e temporais, por exemplo, na colocação de fixação na região do ângulo mandibular que exige o rompimento do músculo masseter e uma porção da inserção do músculo temporal.

A parestesia da região dental causada pelo trauma, assim como a perda de propriocepção, são fatores que podem influenciar na força de mordida. A dor também é vista com um fator limitante, como mostrado em trabalhos de pacientes com disfunções temporomandibulares (GERLACH; SCHWARZ, 2002).

A mobilidade mandibular avaliada nesta pesquisa apresentou valores semelhantes em relação ao Grupo Controle. Na análise do sexto mês, em ambos os grupos, ocorreram melhoras significativas ao longo do tempo estipulado neste estudo. Na abertura bucal dos pacientes do Grupo 1 (acesso com extensão pré-auricular), partiu-se de valores médios de 35,54 mm(milímetros) no primeiro mês, chegando a 47,02 mm no sexto mês. No Grupo 2 foi encontrado o valor máximo de 44,57 mm no primeiro mês de avaliação, chegando a 50,66 mm no sexto mês. Esses resultados demonstram que, nos pacientes em que foi realizado o tratamento de extensão pré-auricular do acesso, houve um maior comprometimento na abertura bucal nos primeiros meses de avaliação, porém, fica enfatizado que no sexto mês houve recuperação dos níveis de mobilidade mandibular para os dois grupos. Provavelmente esse fato está relacionado à maior manipulação para tratamento das fraturas do Grupo 1. Sforza et al. (2009) relataram que, após seis semanas de tratamento cirúrgico, as medidas de abertura bucal foram significativamente maiores no tratamento não cirúrgico de fraturas condilares. A abertura bucal foi em média 4,4 mm maior do que no grupo de tratamento cirúrgico, após seis meses de avaliação. Não ocorreu diferença significativa nas medidas de abertura bucal entre os tratamentos.

A redução pós-operatória dos movimentos mandibulares tem sido correlacionada com edema e sintomas dolorosos causados pelo tratamento cirúrgico (SFORZA et al., 2010).

Existem várias razões pelas quais a dinâmica da mastigação é de difícil análise. O sistema mastigatório consiste de músculos de vários tamanhos e formatos, tornando impossível determinar, sem se equivocar, como eles podem cooperar para executar uma determinada função. Suas ações não podem ser determinadas a partir apenas da sua orientação geral. As partes superior e inferior das arcadas dentais se movimentam por meio de duas complexas articulações, que funcionalmente atuam como uma única articulação. Além disso, fatores como a dieta, a saliva, os dentes e a oclusão podem

influenciar nos resultados obtidos, pois os músculos estriados esqueléticos têm que se adaptar constantemente a toda dinâmica funcional do sistema estomatognático.

## **CONCLUSÃO**

## **6.CONCLUSÃO**

De acordo com a metodologia empregada, pode-se concluir:

- ✓ Observamos que no sexto mês de avaliação os pacientes retornaram à função mastigatória com valores próximos aos do Grupo Controle.
- ✓ Os pacientes que foram submetidos a acesso coronal com extensão pré-auricular tiveram sua função mastigatória mais comprometida nos primeiros três meses, porém, retornando próximo aos valores normais no sexto mês de avaliação.

## **REFERÊNCIAS**

## REFERÊNCIAS

ABDEL-GALIL, K.; LOUKOTA, R. Fractures of the mandibular condyle: Evidence base and current concepts of management. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 2010.

DE ABREU RAM, PEREIRA MD, FURTADO F, PRADO GPR, MESTRINER W, FERREIRA LM. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. **Archives Oral Biology**, v. 59, n. 10, p. 1065–74, 2014.

ARAT, F. E. et al. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 2: Magnetic resonance imaging study of the temporomandibular joint. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 133, n. 1, p. 823–829, 2008.

BASMAIJAN, J.V.; De LUCA, C.J. **Muscles alive: their functions revealed by electromyography**, 5 ed. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore. 1985, p. 276-281.

BELL, R. B. et al. A Protocol for the Management of Frontal Sinus Fractures Emphasizing Sinus Preservation. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 65, n. 5, p. 825–839, 2007.

BRASILEIRO, B. F.; PASSERI, L. A. Epidemiological analysis of maxillofacial fractures in Brazil: a 5-year prospective study. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, v. 102, n. 1, p. 28–34, jul. 2006.

BUEHLER, J. A; TANNYHILL, R. J. Complications in the treatment of midfacial fractures. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 15, n. 2, p. 195–212, 2003.

CHRISTENSEN, J.; SAWATARI, Y.; PELEG, M. High-Energy Traumatic Maxillofacial Injury. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 26, n. 5, p. 1487–1491, 2015.

CRAM J. R.; KASMAN, G. S.; HOLTZ, J. **Introduction to surface electromyography**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication, 1998.

CURTIS, W.; HORSWELL, B. B. Panfacial Fractures. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 25, n. 4, p. 649–660, 2013.

DEANGELIS, A. F. et al. Review article: Maxillofacial emergencies: Maxillofacial



trauma. **Emergency Medicine Australasia**, v. 26, n. 6, p. 530–537, 2014.

ELLIS E., ZIDE, M. F. **Acessos Cirúrgicos ao Esqueleto Facial - 2 Edição**, editora Santos, 2008.

ELLIS, E.; THROCKMORTON, G. S. Treatment of mandibular condylar process fractures: Biological considerations. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 63, n. 1, p. 115–134, 2005.

EHRENFELD, M.; MANSON, N. P.; PREIN, J. **Principles of internal fixation of the craniomaxillofacial skeleton trauma and orthognathic surgery**. 2. ed. New York: Thieme, 2012.

FONSECA, R. et al. **Oral & MaxilloFacial Trauma**. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2013

FRAIOLI, R. E.; BRANSTETTER, B. F.; DELEYIANNIS, F. W.-B. Facial Fractures: Beyond Le Fort. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 41, n. 1, p. 51–76, 2008.

GABRIELLI, M. A. C. et al. Clinical evaluation of the bicoronal flap in the treatment of facial fractures. Retrospective study of 132 patients. **Journal of cranio-maxillo-facial surgery**, v. 40, n. 1, p. 51–4, 2012.

GENTILE, M. A. et al. Management of Midface Maxillofacial Trauma. **Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics**, v. 21, n. 1, p. 69–95, 2013.

GERLACH, K. L.; SCHWARZ, A. Bite forces in patients after treatment of mandibular angle fractures with miniplate osteosynthesis according to Champy. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 31, n. 4, p. 345–348, 2002.

GRUNHEID, T. et al. The adaptive response of jaw muscles to varying functional demands. **The European Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 6, p. 596–612, 2009.

GUY, W. M.; BRISSETT, A. E. Contemporary Management of Traumatic Fractures of the Frontal Sinus. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 46, n. 5, p. 733–748, 2013.

HE, D.; ZHANG, Y.; ELLIS, E. Panfacial Fractures: Analysis of 33 Cases Treated Late. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 65, n. 12, p. 2459–2465, 2007.

HJORTH, T.; MELSEN, B.; MØLLER, E. Masticatory muscle function after unilateral condylar fractures: a prospective and quantitative electromyographic study. **European Journal of Oral Sciences**, v. 105, n. 4, p. 298-304, 1997.

JESIN, M. et al. Predictors of mortality, hospital utilization, and the role of race in outcomes in head and neck trauma. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, p. 1–5, 2015.

KERAWALA, C. J. et al. The bicoronal flap (craniofacial access): an audit of morbidity and a proposed surgical modification in male pattern baldness. **The British journal of oral & maxillofacial surgery**, v. 38, n. 5, p. 441–4, 2000.

KIM, J. J.; HUOH, K. Maxillofacial (Midface) Fractures. **Neuroimaging Clinics of North America**, v. 20, n. 4, p. 581–596, 2010.

KO, E.W.C. et al. Alteration of masticatory electromyographic activity and stability of orthognathic surgery in patients with skeletal class III malocclusion. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 71, n. 7, p. 1249–60, 2013.

KOCHHAR, A.; BYRNE, P. J. Surgical Management of Complex Midfacial Fractures. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 46, n. 5, p. 759–778, 2013.

KOOLSTRA, J. H.; VAN EIJDEN, T. M. G. J. Dynamics of the human masticatory muscles during a jaw open-close movement. **Journal of Biomechanics**, v. 30, n. 9, p. 883–889, 1997.

MANFREDINI, D. et al. Surface electromyography findings in unilateral myofascial pain patients: Comparison of painful vs non painful sides. **Pain Medicine**, v. 14, n. 12, p. 1848–1853, 2013.

MORRIS, C. D.; TIWANA, P. S. **Diagnosis and Treatment of Midface Fractures**. Fourth Edi ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2013.

OLIVEIRA, R. H. et al. Electromyographic analysis of masseter and temporal muscles, bite force, masticatory efficiency in medicated individuals with schizophrenia and mood disorders compared with healthy controls. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 41, n. 6, p. 399–408, 2014.

PALINKAS, M. et al. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. **Archives of Oral Biology**, v. 55, n. 10, p. 797–802, 2010.

PATEL, A. A.; KARLIS, V. Principles of fixation for maxillofacial trauma. In: FONSECA et al. **Oral & Maxillofacial Trauma**. Editora Elsevier, 2013.

PEPATO, A. Recuperação funcional e atividade eletromiográfica durante o período de dois meses após o tratamento cirurgico de fraturas de ângulo mandibular ou côndilo mandibular. 2012. 145f. **Dissertação ( Mestrado em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

PEPATO, A. O. et al. Effect of Surgical Treatment of Mandibular Fracture. **The Journal of Craniofacial Surgery**, v. 25, n. 5, p. 1714–1720, 2014.

POSNICK, J. **Orthognathic Surgery Principles & Practice**. 1. ed. St. Louis: Elsevier, 2014.

RAUSTIA, A. M.; OIKARINEN, K. S.; PERNU, H. Changes in electrical activity of masseter and temporal muscles after temporomandibular joint surgery. A one-year follow up. **Int J Oral Maxillofac Surg.**, v. 26, n. 4, p. 253–257, Aug. 1997.

REGALO, S. C. et al. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. **Arch Oral Biol.**, v. 53, n. 3, p. 282-286, mar. 2008.

REGALO, S. H. et al. Effect of surgically assisted rapid maxillary expansion on masticatory muscle activity: A pilot study. **Annals of Maxillofacial Surgery**, v. 1, n. 1, p. 32, 2011.

RIBEIRO, M. C. et al. Bite force, electromyography, and mandible mobility during the 6-month period after surgical treatment for isolated fractures of the zygomatico-orbital complex. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 111, n. 4, p. e1–e7, 2011.

RUIZ, R. L. et al. The Coronal Scalp Flap: Surgical Technique. **Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics**, v. 18, n. 2, p. 69–75, 2010.

SARGENT, L. A. Nasoethmoid orbital fractures: diagnosis and treatment. **Plastic and**

**reconstructive surgery**, v. 120, n. 7, Suppl. 2, p. 16S–31S, 2007.

SFORZA, C. et al. Mandibular movements at maximum mouth opening and EMG activity of masticatory and neck muscles in patients rehabilitated after a mandibular condyle fracture. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 37, n. 6, p. 327–333, 2009.

SFORZA, C. et al. Mandibular kinematics after orthognathic surgical treatment. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 48, n. 2, p. 110–114, 2010.

SHEPHERD, D. E.; WARD-BOOTH, R. P.; MOOS, K. F. The morbidity of bicoronal flaps in maxillofacial surgery. **The British journal of oral & maxillofacial surgery**, v. 23, n. 1, p. 1–8, 1985.

SILVA, G. P. et al. Functional analysis of the stomatognathic system in individuals infected with human immunodeficiency virus. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 25, n. 3, p. 515–521, 2015.

STANWIX, M. G. et al. Critical Computed Tomographic Diagnostic Criteria for Frontal Sinus Fractures. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 68, n. 11, p. 2714–2722, 2010.

TALWAR, R. M.; ELLIS, E.; THROCKMORTON, G. S. Adaptations of the masticatory system after bilateral fractures of the mandibular condylar process. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 56, n. 4, p. 430–439, abr. 1998.

TATE, G. S.; ELLIS, E.; THROCKMORTON, G. Bite forces in patients treated for mandibular angle fractures: implications for fixation recommendations. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 52, n. 7, p. 734–736, 1994.

THROCKMORTON, G. S.; TALWAR, R. M.; ELLIS, E. Changes in masticatory patterns after bilateral fracture of the mandibular condylar process. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 57, n. 5, p. 500–508, maio 1999.

TINO, M. T.; ANDRADE, F.A; GONÇALVES, A.J; FREITAS, R.R. Epidemiologia do trauma maxilofacial num hospital universitário terciário da cidade de São Paulo. **Rev. Bras. Cir. Cabeça Pescoço**, v. 39, N. 2, p. 139–145, 2010.

VAN DEN BRABER, W. et al. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 62, n. 5, p. 549–554, 2004.

**ANEXO**

## ANEXO

### Anexo A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, \_\_\_\_\_, portador do R.G. \_\_\_\_\_, residente à Rua \_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_, Estado \_\_\_\_\_, aceito o convite para participar do projeto de pesquisa nível mestrado intitulado “Avaliação eletromiográfica, força de mordida e mobilidade mandibular em indivíduos com fraturas de terço médio e superior da face” do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, cujo objetivo é o melhor entendimento da função dos músculos da mastigação frente ao acometimento dos ossos da face por fraturas que receberam tratamento cirúrgico em âmbito hospitalar. Pacientes acometidos por fraturas de face são tratados pela equipe de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial da FORP-USP no hospital Santa Casa de Misericórdia e Hospital São Francisco, ambos em Ribeirão Preto-SP. Após realização do procedimento estes pacientes são acompanhados semanalmente no primeiro mês, mensalmente até o sexto mês e anualmente após esse período até a alta. Assim, nos casos em que forem acometidos por fraturas complexas de face, esses pacientes serão acompanhados seguindo o mesmo protocolo descrito acima, em uma sala do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica da FORP-USP. Nesta sala, além de toda avaliação pós-operatória cuidadosa e rigorosa o paciente se submeterá aos exames propostos pelo projeto. A pesquisa tem por finalidade verificar o funcionamento da musculatura da mastigação, especificamente os músculos masseter e temporal (bilateralmente), em estágios pós-cirúrgicos de pacientes acometidos por fraturas complexas de face por meio do emprego da Eletromiografia (que é um processo que capta sinais elétricos dos músculos) usando para isso fitas adesivas (eletrodos de superfície) sobre a pele dos locais onde estão localizados os músculos; e exame da força de mordida utilizando-se o dinamômetro de 16 e 6 mm de espessura, além da mensuração da movimentação mandibular com paquímetro digital, em abertura máxima, lateralidade direita e esquerda e protrusão. O desconforto a mim causado resume-se à adesão da fita adesiva sobre a pele no local dos músculos a serem estudados na face. Os riscos são inexistentes e os benefícios esperados. Resumem-se em saber a função dos músculos frente ao trauma facial. Entendo também que não há métodos alternativos para a realização desta pesquisa e que farei parte do grupo experimental. Antes de iniciar os

testes, serei instruído sobre os procedimentos a serem seguidos: Os pacientes permanecerão sentados confortavelmente em uma cadeira para a execução de alguns movimentos, por no máximo 15 segundos para cada movimento. As regiões dos músculos serão limpas com álcool para a limpeza dos resíduos gordurosos presentes na pele. Fitas adesivas (eletrodos de superfície) serão colocadas na área dos músculos em estudo (masseter lado direito e esquerdo, e temporal lado direito e esquerdo).

Afirmo que a minha participação é voluntária, e os procedimentos a serem realizados foram apresentados e claramente explicados a mim pelos pesquisadores responsáveis, ficando explícito para mim que nenhum dos procedimentos a serem realizados compromete a minha integridade física ou emocional. O pesquisador Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato e seu aluno de mestrado Guilherme Spagnol se comprometem a prestar assistência integral no decorrer da pesquisa. Entendo que posso fazer qualquer pergunta sobre os procedimentos e que eu sou livre para rescindir meu consentimento e interromper a minha participação nesta pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo de minha parte. Tenho também, por parte dos pesquisadores, a garantia do sigilo que assegura a minha privacidade. Entendo também que este estudo está sendo realizado em benefício das ciências da saúde e concordo com a divulgação dos dados obtidos através de publicação científica. Caso ocorra algum dano à minha saúde, em razão da participação na pesquisa, os pesquisadores serão responsáveis por quaisquer despesas.

Ribeirão Preto, \_\_\_de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

Responsáveis: Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato Mestrando: Guilherme Spagnol

## Anexo B - Parecer do Comitê de ética em pesquisa da FORP-USP



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
 FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO  
 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
 Avenida do Café, s/nº - Telefone: (016) 3602-3963  
 14040-904 - Ribeirão Preto - SP - Brasil  
 Fax: (016) 3633-0999

OF.CEP/013/FORP

Prezado Professor,

**Ref.: Processo nº 2007.1.1371.58.2**  
**CAAE nº 0069.0.138.000-07**

A pedido da Profa. Dra. Simone Cecílio Hallak Regalo, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa desta Faculdade, informamos que o referido Comitê, em sua 85ª Sessão realizada no dia 21 de fevereiro de 2008, deliberou **aprovar** o Projeto de Pesquisa envolvendo seres humanos, intitulado: **"Estudo da força de mordida, eficiência mastigatória, da eletromiografia e movimentação mandibular em pacientes submetidos ao tratamento cirúrgico de fraturas, isoladas da mandíbula e do complexo zigomático-orbitário"**, a ser desenvolvido por Vossa Senhoria, na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, devendo o atestado para publicação final ser expedido pelo Comitê de Ética em Pesquisa, após a entrega e aprovação do Relatório Final pelo referido Comitê.

Na oportunidade, lembramos da necessidade de entregar na Secretaria do Comitê, com o formulário preenchido pelo pesquisador responsável, o **Relatório Parcial** no dia **30 de março de 2009** e o **Relatório Final** no dia **30 de abril de 2010**.

Atenciosamente,

  
**Glauce Della Rosa**

Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilmo. Sr.  
**Prof. Dr. ALEXANDRE ELIAS TRIVELATTO**  
 Professor Doutor do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia -  
 FORP/USP

GDR/gdr



## **Evaluation electromyographic, bite force and jaw mobility in patients with midface and upper face fractures**

**Keywords:** Facial trauma, electromyography, bite force, mandibular mobility, masticatory muscles.

### **Abstract**

The aim of this study was to evaluate the bite force, electromyographic (EMG) activity and mandibular mobility in patients who underwent surgery for facial fracture treatment that required the coronal approach. Ten individuals divided into two groups were analysed: those with facial fractures surgically treated using the coronal approach (GI, n = 6) and those treated using the coronal approach with preauricular extension (GII, n = 4). The maximum molar bite force was measured using a digital dynamometer. The EMG activity of the masseter and the temporalis muscles (bilateral) was evaluated using Myosystem-Br1 electromyography. The mandibular mobility was measured using a digital caliper. The evaluated periods after surgical treatment were 1, 2, 3 and 6 months. Data were tabulated and submitted to statistical analysis (SPSS 21.0) using the repeated measures test ( $p \leq 0.05$ ). A statistically significant difference for EMG activity in the left lateral and maximal voluntary contraction was found; in the maximum molar bite force over 1, 2, 3 and 6 months. There was a statistically significant difference for EMG activity at rest. The stable internal fixation using the coronal approach regained EMG activity, increased the bite force and mandibular mobility of patients affected by facial fractures.

## INTRODUCTION

The craniofacial skeleton has an important role in the functions of chewing, speech, sight, smell, breath and aesthetics and is fundamental in interpersonal recognition and self-image perception<sup>1</sup>. Chewing is considered one of the most important functions of the stomatognathic system and is essential for maintaining health and quality of life<sup>2</sup>.

Various factors influence chewing efficiency, such as bite force, dental occlusion, mandibular movements, tongue and saliva activity<sup>3,4</sup>. Skeletal muscles are able to change in their morphology from functional demands, therefore all tissues that are part of the stomatognathic system influence the functional demands of the masticatory muscles, the support skeleton geometry, soft tissue attachments and muscle fascia. Thus, when damaged, there is an adaptation to new functional demands, which could be reflected in the contraction speed and maximum power generated by the muscles<sup>3,4</sup>.

The trauma and repair process modify facial muscle activity. Analysing the trauma caused by surgical treatment using internal fixation is of great value in terms of understanding the changes in the stomatognathic system, thus showing how the human body undergoes the necessary adjustments in the stomatognathic system to adapt to fractures and treatment. This, in turn contributes to improving surgical techniques and materials used for fixation of facial fractures<sup>5,6,7,8</sup>.

The aim of this research was to evaluate the functional recovery of the stomatognathic system, over time (1, 2, 3 and 6 months), of patients affected by midface and upper face fractures who were treated with stable internal fixation and needed the coronal approach with or without pre-auricular extension.

## **PATIENTS AND METHODS**

The study was approved by the Ethics Committee of the Ribeirão Preto College of Dentistry at the University of São Paulo (process no.2007.1.1371.58.2).

### **Sample**

Thirteen healthy patients (aged between 18 and 40 years old) participated in this study. They were male, normal-occlusion subjects, they had the presence of all teeth (except third molars), they had no comorbidities and did not present extensive excoriations and lacerations of the face, which would prevent the fixation of surface electrodes, absence of fractures in the lower face and absence of braces. However, three patients did not participate in the pre-established periods of this study (1, 2, 3 and 6 months).

Therefore, ten patients were selected and divided into two groups: GI: patients with Le Fort III (n = 3) fractures and zygomatic orbital (n = 1) fracture surgically treated using the coronal approach with preauricular extension Ellis and Zide<sup>12</sup> and GII: patients with frontal bone fractures (n = 3) and naso-orbito-ethmoid fractures associated with Le Fort II (n = 3) surgically treated using the coronal approach Ellis and Zide<sup>12</sup>.

### **Bite Force**

In order to analyse the bite force, a digital dynamometer, model IDDK (Kratos; Cotia, São Paulo, Brazil) was used, with a 1000-N capacity, adapted to the oral cavity. The dynamometer has a high-precision charge cell and electronic circuit to indicate the force and provide precise measurements, easily viewed on a digital display, and bite tests were performed on the first molar (both sides)<sup>11,13,14</sup>. The patients were asked to bite the

dynamometer 3 times with maximum molar bite force. The values of maximum bite force were obtained from the averages of these values<sup>11,13,14</sup>.

### **Electromyographic Data**

The electromyographic analysis was performed by one trained professional. The muscular activity was evaluated using EMG recordings of the masseter and temporal muscles, bilaterally, at rest (5 s), right and left laterality (5 s), protrusion (5 s), as well as maximal voluntary contraction (4 s). The Electromyography was conducted using surface active differential electrodes (two 10 mm-long x 2 mm-wide silver chloride bars 10 mm apart) with input impedance of 1010  $\Omega$ /6 pf, bias current input of  $\pm 2$  nA, common-mode rejection ratio of 110 dB at 60 Hz and gain equal to 20x. For signal conditioning and data acquisition, a portable, high performance twelve channel data acquisition system (Myosystem-Br1 from DataHominis Tec. Ltda, Brazil) was used. The EMG signals were further amplified by 50x (total gain 1000x), bandpass filtered (20 Hz–1 kHz) and sampled at a frequency of 2 kHz with 16-bit resolution<sup>11,13,14</sup>.

The electrodes were placed on the masticatory muscles<sup>15</sup> as this was considered the most suitable place for the intermediate region between the center of the innervation zone (motor point) and the muscle tendon, longitudinally aligned and parallel to the direction of muscle fibers. To ensure precise location of the muscles, specific manoeuvre palpation of maximal voluntary contraction was carried out<sup>16</sup>. A reference electrode, to avoid *crosstalking*, was placed in a region distant from the muscles to be tested. The skin region where electrodes were placed was cleaned with alcohol and shaved when necessary to remove oily residues.

### **Mandibular Mobility**

A digital pachymeter (Mitutoyo, Santo Amaro, São Paulo, Brazil) was used to measure the mandibular mobility, considering the maximum standards for mouth opening as well as the right and left lateral movement and protrusion. The necessary instructions and explanations were given, always asking the patient to remain as calm as possible and breathe slowly. The mandibular mobility benchmarks were the dental midlines. The caliper was positioned in the incisal and mesial region of the maxillary right central incisor and the incisal and medial region of the lower right central incisor<sup>11,13,14</sup>.

### **Statistical analysis**

The raw electromyographic signal was used to derive electromyographic amplitude values obtained by calculating the root mean square (RMS). The EMG data, bite force and mandibular mobility were tabulated and submitted to statistical analysis using the repeated measures test (Statistical Package for the Social Sciences software 21.0, Chicago, IL). A 95% level of significance ( $P < 0.05$ ) was adopted.

## **RESULTS**

Table 1 shows the results of the maximum molar bite force (right and left) for GI and GII. There was a statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) for right molar bite force and left molar for GI and left molar bite force for GII over the 6 months.

The electromyographic data of the masseter and the temporalis muscle (bilateral) for GI in each medical condition analyzed are shown in Table 2. There was no statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) in maximum voluntary contraction and left laterality over the 6 months.

For the GII, there was a statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) in the mandibular rest condition, left laterality and maximal voluntary contraction (Table 3).

Concerning the analysis of the mandibular mobility, there was no statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) in clinical conditions for GI (Table 4) over the six months. Table 5 shows the data of the mandibular mobility GII with a statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) in the protrusion over the 6 months.

## DISCUSSION

In the literature, we no found studies that evaluate the effect of facial fracture treatment using the coronal approach in the the muscles of mastication. However, there is research that analyzed the muscles of mastication in other clinical situations, such as studies related to orthognathic surgery after mandibular advancement. Return to preoperative parameters was observed after one year of observation, and chewing improved with bilateral condylar fracture up to six months after treatment, but up to three years changes were observed<sup>9,17-19</sup>.

Raustia et al.<sup>20</sup> reported that in condylar fractures, the electromyographic activity of the muscles of mastication was changed over several months, returning to preoperative values after one year of treatment. Ribeiro et al.<sup>18</sup> evaluated five patients with zygomatic bone fracture, treated by single fixation with one plate via an intraoral approach and they found that the EMG activity reduced in the first month and remained improved of up to six months of treatment.

In the analysis of the clinical condition of rest, where a low activation of muscle fibers is expected, it is observed in our study that in GI and GII for all periods, there is a slightly higher activation of temporal muscles. Considering this, the hypothesis for this behavior of the temporal muscles would be a possible direct injury to the muscle or to its attachments, which is unquestionably a primary factor, related to the effects of inflammation following surgical trauma, at the site, as well as the incisions carried around or through the muscles during surgical procedures<sup>7</sup>.

These factors have the potential to bring about changes in myoelectric activity. In this research, increased activity of the temporal muscles was observed in the same clinical condition, as the patients underwent manipulation of these muscles during

surgery. The harmful actions of certain inflammatory mediators may also influence the results obtained, as well as localized pain<sup>7,21</sup>.

In some studies, it was observed that all the techniques of condylar fracture treatment (with fixation, without fixation or a combination of both) resulted in muscular functional recovery patterns<sup>9,22</sup>. It should be mentioned that some of these studies evaluated condylar fractures where changes could be explained by a functional adaptation or remodeling of the mandibular condyle after the fracture, together with anatomical and functional changes, showing that many factors influence muscle activity<sup>5</sup>.

When analysing the patient, concerning the laterality condition (right and left) or protrusion and maximum voluntary contraction, we observed that although the electromyographic activity is high when the evaluation began, it comes back after six months, and is compared demonstratively with the control group used.

The maximum voluntary contraction for the GI had lower electromyographic activity compared to the GII, however there is a statistically significant improvement throughout the period evaluated for the right masseter muscles and right temporalis muscles. This is interesting because the GI patients underwent surgical treatment through the coronal approach. Patients in GII showed a higher activity for the masseter muscles, but had a lower activity for the temporalis muscles, with a statistically significant improvement throughout the study period. The effect of surgery on myoelectric capacity is still unclear<sup>23</sup>.

Stimulation of periodontal proprioceptors have a strong impact on the masticatory muscle activities and the reduction of muscle activity is a result of the defense mechanism<sup>24,25</sup>.

When evaluating the maximum bite force (right and left), a lower bite force was observed in periods of 1, 2 and 3 months for the GI, but with a marked improvement in



the sixth month of evaluation, with a statistically significant improvement over time. The maximum molar bite force values of patients from GII were close to the values of healthy individuals for all the periods evaluated.

The maximum molar bite force may be higher than the actual values used during the normal functional activities and varies from individual to individual, where males have a higher bite force compared to women. In healthy men, the molar bite force is around 525,63 to 631,54 newtons and studies have shown that age influences this variable, however the bite force measures are constant between 20 and 50 years old<sup>14</sup>.

The reduced bite force after treating the fractures would be caused by traumatic damage due to surgical treatment in the masseter and temporalis muscles, for example, when putting the fixation in the mandibular angle region which requires rupturing the masseter muscle and part of the temporal muscle insertion<sup>16,25</sup>.

The dental paresthesia region caused by trauma, as well as the loss of proprioception are factors that can influence the bite force. Pain is also seen as a limiting factor as shown in studies of patients with temporomandibular disorders<sup>26</sup>.

In the mouth opening of patients from GI, we started with values of 35.54 mm in the first month reaching 47.02 mm by the sixth month. In patients from GII, the maximum value of 44.57 mm was found in the first month of evaluation reaching 50.66 mm. These results show that in patients who were treated using the coronal approach with pre-auricular extension, there was a greater impairment in the mouth opening in the first months of evaluation. However, it should be emphasized that in the sixth month there was a recovery of mandibular mobility levels in both groups. Probably this fact is related to greater manipulation for treating GI fractures.

The post-operative reduction of mandibular movements has been related to swelling and painful symptoms caused by surgical treatment<sup>27</sup>.

According to the methodology used, it can be concluded that in the sixth month of evaluation, the patients recovered the chewing function, with values close to the healthy group. The patients that were treated using the coronal approach with preauricular extension experienced problems with their chewing function in the first three months, however levels returned to those close to normal in the sixth month of evaluation.

Competing interests: None declared.

Funding: Cnpq (Coordenação Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)

Ethical approval: The study was approved by the Ethics Committee of the Ribeirão Preto College of Dentistry at the University of São Paulo (process no.2007.1.1371.58.2).

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

Cnpq (Coordenação Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)

## **REFERENCES**

1. Morrison AD, Gregoire CE. Management of Fractures of the Nasofrontal Complex. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. Elsevier Inc; 2013;25(4):637–48.

2. Gentile MA, Tellington AJ, Burke WJ, Jaskolka MS. Management of Midface Maxillofacial Trauma. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin*. Elsevier Inc; 2013;21(1):69–95.
3. Buehler J a, Tannyhill RJ. Complications in the treatment of midfacial fractures. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*.2003;15(2):195–212.
4. Morris CD, Tiwana PS. Diagnosis and Treatment of Midface Fractures. Fourth Edi. *Oral and Maxillofacial Trauma*. Elsevier Inc.; 2013. 416-450 p.
5. Sforza C, Tartaglia GM, Lovecchio N, Ugolini A, Monteverdi R, Gianni AB, et al. Mandibular movements at maximum mouth opening and EMG activity of masticatory and neck muscles in patients rehabilitated after a mandibular condyle fracture. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. European Association for Cranio-Maxillofacial Surgery; 2009;37(6):327–33.
6. de Abreu RAM, Pereira MD, Furtado F, Prado GPR, Mestriner W, Ferreira LM. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol*. 2014;59(10):1065–74.
7. Koolstra JH, van Eijden TMGJ. Dynamics of the human masticatory muscles during a jaw open-close movement. *J Biomech*. 1997;30(9):883–9.
8. Ko EW-C, Huang CS, Lo L-J, Chen Y-R. Alteration of masticatory electromyographic activity and stability of orthognathic surgery in patients with skeletal class III malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg* . American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons; 2013;71(7):1249–60.
9. Throckmorton GS, Talwar RM, Ellis E. Changes in masticatory patterns after bilateral fracture of the mandibular condylar process. *J Oral Maxillofac Surg*. 1999 May [cited 2015 Sep 30];57(5):500–8.
10. Grunheid T, Langenbach GEJ, Korfage J a. M, Zentner a., van Eijden TMGJ. The

- adaptive response of jaw muscles to varying functional demands. *Eur J Orthod.* 2009;31(6):596–612.
11. Pepato AO, Palinkas M, Regalo SCH, de Medeiros EHP, de Vasconcelos PB, Svezut CE, et al. Effect of Surgical Treatment of Mandibular Fracture. *J Craniofac Surg.* 2014;25(5):1714–20.
  12. Ellis E. ZMF. *Acessos Cirúrgicos ao Esqueleto Facial - 2 Edição.* editora Santos.2008.
  13. da Silva GP, Machado AA, Ferreira B, Vasconcelos PB, Verri ED, Gonçalves CR, et al. Functional analysis of the stomatognathic system in individuals infected with human immunodeficiency virus. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(3):515–21.
  14. Palinkas M, Nassar MSP, Cecílio FA, Siéssere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP, et al. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol.* 2010;55(10):797–802.
  15. Basmajian JV, De LUCA CJ. *Muscles alive: their functions revealed by electromyography,* 5 Ed. Williams and Wilkins. Baltimore. 1985, p. 276-281.
  16. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to surface electromyography.* Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication, 1998.
  17. Van Den Braber W, van der Glas H, van der Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(5):549–54.
  18. Ribeiro MC, Regalo SCH, Oliveira Pepato A, Siéssere S, de Souza LG, Svezut CE, et al. Bite force, electromyography, and mandible mobility during the 6-month period after surgical treatment for isolated fractures of the zygomatico-orbital complex. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* Elsevier Inc.; 2011;111(4):e1–7.

19. Abdel-Galil K, Loukota R. Fractures of the mandibular condyle: Evidence base and current concepts of management. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2010.
20. Raustia AM, Oikarinen KS, Pernu H. Changes in electrical activity of masseter and temporal muscles after temporomandibular joint surgery. A one-year follow up. *Int J Oral Maxillofac Surg.*, v. 26, n. 4, p. 253–257, Aug. 1997
21. Manfredini D, Cocilovo F, Stellini E, Favero L, Guarda-Nardini L. Surface electromyography findings in unilateral myofascial pain patients: Comparison of painful vs non painful sides. *Pain Med (United States)*. 2013;14(12):1848–53.
22. Ellis E, Throckmorton GS. Treatment of mandibular condylar process fractures: Biological considerations. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005;63(1):115–34.
23. Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S, Erden I. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 2: Magnetic resonance imaging study of the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2008;133(1):823–9.
24. Regalo SH, Sverzut C, Martorelli K, Jabur R, Petri A, Trivellato A, et al. Effect of surgically assisted rapid maxillary expansion on masticatory muscle activity: A pilot study. *Ann Maxillofac Surg*. 2011;1(1):32.
25. Tate GS, Ellis E, Throckmorton G. Bite forces in patients treated for mandibular angle fractures: implications for fixation recommendations. *J Oral Maxillofac Surg*. 1994;52(7):734–6.
26. Gerlach KL, Schwarz a. Bite forces in patients after treatment of mandibular angle fractures with miniplate osteosynthesis according to Champy. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002;31(4):345–8.
27. Sforza C, Ugolini A, Rocchetta D, Galante D, Mapelli A, Gianni AB. Mandibular kinematics after orthognathic surgical treatment. *Br J Oral Maxillofac Surg*.

2010;48(2):110–4.

**Table 1.** Mean (N), standard error mean ( $\pm$ ) and statistical significance ( $P < 0.05$ )\* of the bite force of the right and left side molar regions in the G1 and G2 in the 6 month period.

Time	G1		G2	
	Right Molar	Left Molar	Right Molar	Left Molar
1 month	153.08 $\pm$ 65.21	166.22 $\pm$ 52.36	252.12 $\pm$ 44.42	241.73 $\pm$ 60.80
2 months	232.90 $\pm$ 75.11	238.00 $\pm$ 71.78	300.18 $\pm$ 59.72	265.95 $\pm$ 55.99
3 months	174.06 $\pm$ 52.46	204.95 $\pm$ 53.15	247.32 $\pm$ 41.87	286.55 $\pm$ 32.95
6 months	446.49 $\pm$ 99.24	377.16 $\pm$ 83.35	318.12 $\pm$ 39.71	388.34 $\pm$ 45.11
Sig.	*	*	NS	*

\*significant and NS: not significant for  $P < 0.05$

**Table 2.** Mean, standard error mean ( $\pm$ ) and statistical significance ( $P < 0.05$ )\* of the electromyographic data ( $\mu\text{V}$ ) of the right masseter (RM); left masseter (LM); right temporal (RT) and left temporal (LT) muscles for GI, in the 6-month period for rest mandibular (R) and the clinical conditions: maximum voluntary contraction (MVC); right laterality (RL); left laterality (LL) and protrusion (P).

Clinical Conditions	Muscle	Period				Sig.
		1 month	2 months	3 months	6 months	
R	RM	6.89 $\pm$ 0.78	6.11 $\pm$ 0.85	6.58 $\pm$ 0.21	5.93 $\pm$ 0.60	NS
	LM	7.91 $\pm$ 1.80	5.77 $\pm$ 0.63	6.49 $\pm$ 0.52	5.95 $\pm$ 0.30	NS
	RT	9.31 $\pm$ 1.34	6.21 $\pm$ 0.54	8.04 $\pm$ 0.58	7.15 $\pm$ 0.97	NS
	LT	8.36 $\pm$ 1.57	5.95 $\pm$ 0.62	7.36 $\pm$ 0.19	7.72 $\pm$ 0.72	NS
MVC	RM	43.35 $\pm$ 8.66	97.23 $\pm$ 21.43	77.47 $\pm$ 14.73	93.62 $\pm$ 8.08	*
	LM	33.11 $\pm$ 10.16	76.64 $\pm$ 26.87	53.23 $\pm$ 10.20	90.23 $\pm$ 21.96	NS
	RT	24.65 $\pm$ 2.89	34.23 $\pm$ 7.78	49.93 $\pm$ 12.44	57.88 $\pm$ 7.81	*
	LT	30.76 $\pm$ 2.23	29.75 $\pm$ 4.57	37.26 $\pm$ 4.50	43.25 $\pm$ 3.89	NS
RL	RM	1092 $\pm$ 3.64	7.73 $\pm$ 2.02	9.57 $\pm$ 2.98	9.97 $\pm$ 2.70	NS
	LM	17.44 $\pm$ 3.90	17.22 $\pm$ 4.07	13.89 $\pm$ 2.67	15.75 $\pm$ 3.72	NS
	RT	13.05 $\pm$ 1.83	9.40 $\pm$ 0.65	15.84 $\pm$ 2.69	9.54 $\pm$ 1.74	NS
	LT	8.74 $\pm$ 1.34	6.97 $\pm$ 0.97	8.43 $\pm$ 0.94	8.53 $\pm$ 1.03	NS
LL	RM	19.93 $\pm$ 6.00	16.94 $\pm$ 4.23	17.21 $\pm$ 2.45	17.35 $\pm$ 3.98	NS
	LM	16.45 $\pm$ 6.74	13.20 $\pm$ 5.74	11.10 $\pm$ 1.80	9.58 $\pm$ 2.26	NS
	RT	11.93 $\pm$ 1.34	6.05 $\pm$ 0.78	14.31 $\pm$ 2.90	6.72 $\pm$ 0.70	*
	LT	12.34 $\pm$ 1.97	8.24 $\pm$ 0.51	13.02 $\pm$ 4.52	11.03 $\pm$ 1.69	NS
P	RM	31.75 $\pm$ 6.21	29.05 $\pm$ 1.85	25.98 $\pm$ 7.33	38.50 $\pm$ 5.15	NS
	LM	19.30 $\pm$ 3.43	26.53 $\pm$ 8.52	17.47 $\pm$ 4.79	35.09 $\pm$ 5.32	NS
	RT	10.94 $\pm$ 1.03	6.91 $\pm$ 0.52	14.32 $\pm$ 4.64	7.96 $\pm$ 0.63	NS
	LT	9.87 $\pm$ 1.64	6.26 $\pm$ 0.69	7.74 $\pm$ 0.46	8.27 $\pm$ 0.68	NS

\*significant and NS: not significant for  $p < 0.05$



**Table 3.** Mean, standard error mean ( $\pm$ ) and statistical significance ( $P<0.05$ )\* of the electromyographic data ( $\mu\text{V}$ ) of the right masseter (RM); left masseter (LM); right temporal (RT) and left temporal (LT) muscles for GII, in the 6-month period for rest mandibular (R) and the clinical conditions: maximum voluntary contraction (MVC); right laterality (RL); left laterality (LL) and protrusion (P).

Clinical Conditions	Muscle	Period				Sig.
		1 month	2 months	3 months	6 months	
R	RM	7.56 $\pm$ 1.12	6.83 $\pm$ 0.71	5.23 $\pm$ 0.21	7.41 $\pm$ 0.99	NS
	LM	8.06 $\pm$ 0.80	7.28 $\pm$ 0.68	5.90 $\pm$ 0.75	7.63 $\pm$ 0.20	*
	RT	7.88 $\pm$ 0.34	8.72 $\pm$ 1.17	7.30 $\pm$ 0.76	9.61 $\pm$ 0.61	NS
	LT	7.55 $\pm$ 0.33	8.76 $\pm$ 1.01	6.47 $\pm$ 0.73	9.12 $\pm$ 0.91	NS
MVC	RM	92.34 $\pm$ 22.80	198.44 $\pm$ 53.88	255.38 $\pm$ 38.13	232.60 $\pm$ 51.95	*
	LM	99.51 $\pm$ 29.39	180.02 $\pm$ 52.71	284.43 $\pm$ 52.29	275.98 $\pm$ 67.69	*
	RT	75.70 $\pm$ 20.64	95.35 $\pm$ 19.61	96.21 $\pm$ 10.97	120.18 $\pm$ 19.27	NS
	LT	61.85 $\pm$ 22.88	73.94 $\pm$ 16.89	90.95 $\pm$ 14.94	112.49 $\pm$ 6.28	*
RL	RM	21.61 $\pm$ 6.33	16.98 $\pm$ 6.02	6.28 $\pm$ 0.15	11.14 $\pm$ 2.74	NS
	LM	23.19 $\pm$ 7.78	26.01 $\pm$ 4.78	17.71 $\pm$ 3.77	21.21 $\pm$ 4.60	NS
	RT	22.19 $\pm$ 6.14	12.33 $\pm$ 1.81	14.72 $\pm$ 4.57	21.39 $\pm$ 5.01	NS
	LT	8.07 $\pm$ 0.61	9.20 $\pm$ 1.06	6.63 $\pm$ 0.80	9.23 $\pm$ 0.91	NS
LL	RM	23.79 $\pm$ 7.41	20.22 $\pm$ 5.95	24.10 $\pm$ 6.97	13.28 $\pm$ 3.07	NS
	LM	22.73 $\pm$ 7.13	20.48 $\pm$ 6.70	16.40 $\pm$ 6.60	14.56 $\pm$ 4.39	NS
	RT	7.75 $\pm$ 0.60	8.08 $\pm$ 0.53	6.45 $\pm$ 0.87	9.32 $\pm$ 0.63	*
	LT	15.37 $\pm$ 4.28	10.95 $\pm$ 1.09	10.33 $\pm$ 0.87	13.11 $\pm$ 2.39	NS
P	RM	65.31 $\pm$ 17.40	42.46 $\pm$ 13.57	92.11 $\pm$ 17.91	36.60 $\pm$ 12.77	NS
	LM	78.83 $\pm$ 21.27	54.84 $\pm$ 14.43	91.72 $\pm$ 25.89	50.98 $\pm$ 18.10	NS
	RT	13.55 $\pm$ 3.49	12.38 $\pm$ 2.69	7.20 $\pm$ 0.99	10.77 $\pm$ 1.16	NS
	LT	14.46 $\pm$ 4.44	12.48 $\pm$ 2.68	7.62 $\pm$ 1.33	10.72 $\pm$ 1.63	NS

\*significant and NS: not significant for  $p<0.05$

**Table 4.** Mean mandibular motion range measurements (mm) standard error mean ( $\pm$ ) and statistical significance ( $P < 0.05$ )\* of GI in the 6 month period.

	1 month	2 months	3 months	6 months	Sig.
Mouth opening	35.54 $\pm$ 4.91	40.44 $\pm$ 4.16	38.16 $\pm$ 4.93	47.02 $\pm$ 1.65	NS
Right Laterality	8.66 $\pm$ 1.38	9.02 $\pm$ 1.27	9.01 $\pm$ 1.13	10.28 $\pm$ 0.78	NS
Left Laterality	9.24 $\pm$ 2.00	10.48 $\pm$ 1.90	10.72 $\pm$ 1.89	12.68 $\pm$ 1.03	NS
Protrusion	2.75 $\pm$ 1.49	2.75 $\pm$ 1.88	2.88 $\pm$ 1.89	4.20 $\pm$ 1.76	NS

\*significant and NS: not significant for  $p < 0.05$

**Table 5.** Mean mandibular motion range measurements (mm) standard error mean ( $\pm$ ) and statistical significance ( $P < 0.05$ )\* of GII in the 6 month period.

	1 month	2 months	3 months	6 months	Sig.
Mouth opening	44.57 $\pm$ 4.07	47.95 $\pm$ 3.21	49.41 $\pm$ 3.57	50.66 $\pm$ 2.33	NS
Right Laterality	7.69 $\pm$ 1.21	7.48 $\pm$ 0.86	8.37 $\pm$ 0.82	7.87 $\pm$ 0.84	NS
Left Laterality	9.84 $\pm$ 0.65	11.11 $\pm$ 1.08	11.13 $\pm$ 1.34	12.46 $\pm$ 0.60	NS
Protrusion	3.98 $\pm$ 0.89	4.32 $\pm$ 0.66	3.76 $\pm$ 0.64	4.56 $\pm$ 0.98	NS

\*significant and NS: not significant for  $p < 0.05$