



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**



LÍGIA FRANCO OLIVEIRA

***CROSSFIT*[®]: UMA ABORDAGEM SOBRE FORÇA DE MORDIDA E IMAGEM
ULTRASSONOGRÁFICA DOS MÚSCULOS MASTIGATÓRIOS**



RIBEIRÃO PRETO

2021

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA BÁSICA E ORAL**

LÍGIA FRANCO OLIVEIRA

***CROSSFIT*[®]: UMA ABORDAGEM SOBRE FORÇA DE MORDIDA E IMAGEM
ULTRASSONOGRÁFICA DOS MÚSCULOS MASTIGATÓRIOS**

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências –
Programa: Biologia Oral

Área de Concentração: Biologia Oral

Orientadora: Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo

RIBEIRÃO PRETO

2021

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.

CATALOGAÇÃO DA PUBLICAÇÃO

Serviço de Documentação Odontológica

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Ligia Franco

Crossfit®: uma abordagem sobre força de mordida e imagem ultrassonográfica dos músculos mastigatórios. Ribeirão Preto, 2021.
80p.: il.; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Biologia Oral.

Orientadora: Cecilio Hallak Regalo, Simone

1. Crossfit® 2. Força de Mordida 3. Ultrassom 4. Sistema Estomatognático 5. Músculos Mastigatórios.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Ligia Franco Oliveira

Crossfit®: uma abordagem sobre força de mordida e imagem ultrassonográfica dos músculos mastigatórios.

A Comissão Julgadora dos trabalhos de defesa da Tese de Doutorado, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – Área de Concentração: Biologia Oral , em sessão pública realizada em ____/____/ 20__, considerou a candidata _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a)Dr.(a) _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.(a)Dr.(a) _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.(a)Dr.(a) _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.(a)Dr.(a) _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Fiquei pensando por horas como começar esse agradecimento tão especial, para uma pessoa mais que especial na minha vida. Como explicar o que sinto pela grandiosa **Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo**? A melhor forma e mais sincera é dizer MUITO OBRIGADA por toda essa jornada ao seu lado. Obrigada por todas as oportunidades que me foram concedidas, por todas as broncas, por toda sua dedicação e orientação. São 11 anos ao seu lado, ouvindo e seguindo seus passos. Como eu te admiro! gostaria de ser pelo menos 1/3 parecida com você e ter toda essa garra, força, coragem, inteligência... vou ficar horas acrescentando adjetivos infinitos. Você é uma mãe para mim e sempre estará no meu coração. Obrigada por acreditar em mim, por dedicar o seu tempo para que eu fechasse mais esse ciclo. Confesso que estou sentindo um vazio, difícil entender que acabou depois de tantos anos juntas mas eu sei lá no fundo que esse é apenas o fim desse ciclo. Amo você!

Dedico aos meus pais **Edmilson Bersani** e **Estelamaris Arantes Franco Oliveira** todo apoio, paciência e orientação. Meus irmãos mesmo longe estão sempre apoiando tudo o que faço, muito obrigada **Erica Franco Oliveira** e **Enzo Franco Bersani Oliveira**.

Agradeço ao meu marido **Ivan Pereira de Oliveira** sempre ao meu lado me apoiando. Ao meu filho **Benício Franco Oliveira**, por me tornar um ser humano melhor. Ao meu enteado **Henrique Seleguim Oliveira**, como seu jeitinho tímido mas sempre carinhoso.

Gostaria de agradecer o imenso carinho e apoio do meu sogro **Márcio Ferreira de Oliveira** e minha sogra **Maria de Fátima Pereira de Oliveira**, pessoas do bem, que nos acompanham sempre e nos cercam de amor. Posso dizer também que adquiri uma irmã de coração, que sempre me escuta em silêncio e quando necessário me aconselha, obrigada **Caroline Troca**. Obrigada também ao meu meio irmão de dia mês e ano de nascimento, sempre dividimos o bolo de parabéns, **Alexandre Pereira de Oliveira**.

AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. Marcelo Palinkas você faz parte dessa história, dos 11 anos de jornada na Faculdade de Odontologia/ USP. Quando o conheci, você estava no seu doutorado e durante essa jornada, você sempre foi muito paciente e compartilhou suas experiências e conhecimentos, ensinando e orientando. Quero agradecer toda sua dedicação sem esperar nada em troca, como um bom professor sempre se doando aos seus alunos. Sim, também aprendi muito com você e tenho você como um exemplo. Novamente, seu apoio foi fundamental para esse projeto.

Agradeço a **Profa. Dra. Selma Siessere** por poder contar sempre com você. Nos momentos em que eu sentia aquela insegurança sobre algum trabalho que tinha feito e pedia para você ler, gentilmente você parava o que estava fazendo e pedia para eu sentar ao seu lado. Com toda calma lia palavra por palavra, não deixava passar um acento e no final opinava de forma carinhosa. Como sou privilegiada de ter duas orientadoras na minha vida! Muito obrigada pelo seu carinho e dedicação.

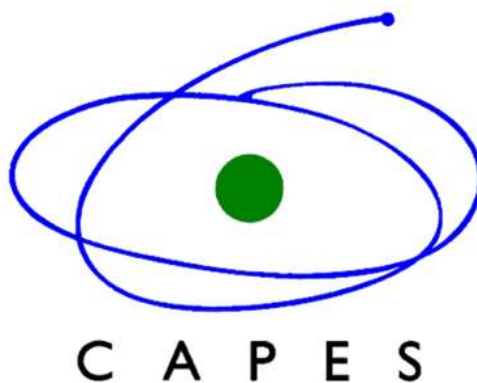
Agradeço a **Imaculada Jainaira Miguel** e a **Clélia Aparecida Celino** pelos seus cuidados com todos nós, nos apoiando sempre que precisássemos.

Agradeço imensamente ao funcionario **Paulo Batista Vasconcelos** por sua disposição e auxílio no desenvolvimento desta pesquisa.

O meu profundo respeito e agradecimento aos **Participantes** da pesquisa que contribuíram para o desenvolvimento e execução desse projeto

O meu obrigada a Universidade de São Paulo, em especial à **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, pela possibilidade de continuar meus estudos e aprimorar meus conhecimentos.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior



À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo



Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



RESUMO

Oliveira, LF. *Crossfit®: uma abordagem sobre força de mordida e imagem ultrassonográfica dos músculos mastigatórios*. 2021. 80p. Tese de Doutorado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Crossfit® é um treinamento que tem como princípio o aprimoramento físico, relacionado com força e resistência. O objetivo desse estudo foi avaliar a força de mordida molar máxima e espessura dos músculos masseteres e temporais dos atletas praticantes de *Crossfit®*. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (processo n. 19828619.5.0000.5419). Foram avaliados 40 indivíduos distribuídos em dois grupos distintos: atletas praticantes há dois anos no mínimo de *Crossfit®* (n=20) e indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (n=20). A força de mordida molar máxima (lados direito e esquerdo) foi mensurada por meio do dinamômetro digital. As espessuras dos músculos masseteres e temporais nas tarefas mandibulares de repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima foram analisadas por meio do equipamento de ultrassom do Sistema NanoMaxx com transdutor linear de 13 MHz. Os dados foram tabulados e analisados estatisticamente (teste t de *Student*, $p < 0,05$). Foram encontradas diferenças significantes nas forças de mordida molar direita ($p = 0,001$) e esquerda ($p = 0,008$) entre os grupos. O grupo *Crossfit®* apresentou maior força de mordida molar em relação ao grupo não praticante do esporte. Na espessura muscular houve diferenças significantes para os músculos masseter direito ($p = 0,032$) e esquerdo ($p = 0,004$) no apertamento dental em contração voluntária máxima e para o músculo masseter esquerdo ($p = 0,015$) no repouso mandibular. O grupo *Crossfit®* apresentou maior espessura muscular em relação ao grupo não praticante do esporte. A partir dos achados deste estudo, sugerimos que o *Crossfit®* produz alterações morfofuncionais no sistema estomatognático quando se observa a força de mordida e espessura dos músculos masseteres e temporais. Este estudo destaca a importância de analisar o sistema estomatognático de atletas que praticam um esporte de força e resistência, mostrando a importância de conhecer as características funcionais do organismo como um todo para melhorar a performance física.

Palavras-Chave: *Crossfit®*; Força de Mordida; Ultrassom; Sistema Estomatognático; Músculos Mastigatórios.

ABSTRACT

Oliveira, LF. **Crossfit®: an approach to bite force and ultrasound imaging of masticatory muscles**. 2021. 80p. Tese de Doutorado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Crossfit® is a training that has as its principle physical improvement, related to strength and endurance. The aim of this study was to evaluate the maximum molar bite force and thickness of the masseter and temporal muscles of athletes practicing Crossfit®. This study was approved by the Research Ethics Committee (process n. 19828619.5.0000.5419). Forty individuals were evaluated, divided into two distinct groups: athletes who practiced Crossfit® for at least two years (n=20) and healthy individuals who did not practice physical exercises (n=20). The maximum molar bite force (right and left sides) was measured using a digital dynamometer. The thickness of the masseter and temporal muscles in the mandibular rest tasks and dental clenching in maximum voluntary contraction were analyzed using the ultrasound equipment of the NanoMaxx System with a 13 MHz linear transducer. The data were tabulated and analyzed statistically (Student's t-test, $p < 0.05$). Significant differences were found in right ($p=0.001$) and left ($p=0.008$) molar bite forces between the groups. The Crossfit® group showed greater molar bite force in relation to the group that did not practice the sport. In muscle thickness, there were significant differences for the right ($p=0.032$) and left ($p=0.004$) masseter muscles in dental clenching in maximum voluntary contraction and for the left masseter muscle ($p=0.015$) in mandibular rest. The Crossfit® group showed greater muscle thickness compared to the group that did not practice the sport. Based on the findings of this study, we suggest that Crossfit® produces morphofunctional changes in the stomatognathic system when observing the bite force and thickness of the masseter and temporal muscles. This study highlights the importance of analyzing the stomatognathic system of athletes who practice a sport of strength and endurance, showing the importance of knowing the functional characteristics of the organism as a whole to improve physical performance.

Keywords: Crossfit®; Bite Force; Ultrasound; Stomatognathic System; Masticatory Muscles.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Dados sobre as características (média \pm erro padrão) entre o grupo de atletas praticantes do treinamento de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).....23
- Tabela 2 - Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da força de mordida molar máxima direita e esquerda entre grupo de atletas praticantes do treinamento de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).....32
- Tabela 3 – Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da espessura dos músculos masseter e temporal durante o repouso entre grupo de atletas praticantes do treinamento de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII)...33
- Tabela 4 – Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da espessura dos músculos masseter e temporal durante o apertamento dental em contração voluntária máxima entre grupo de atletas praticantes do treinamento de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).....34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dinamômetro Digital IDDK da marca Kratos.....	24
Figura 2 - Dinamômetro Digital IDDK da marca Kratos.....	25
Figura 3 – Dinamômetro posicionado na região dos primeiros molares.....	26
Figura 4 – Ultrassom SonoSite NanoMaxx com transdutor linear.....	27
Figura 5 - Localização dos músculos masseter (A) e temporal (B).....	28
Figura 6 – Transdutor linear posicionado sobre o músculo masseter (A) e temporal (B).....	28
Figura 7 – Imagem ultrassonográfica do músculo masseter, na tarefa mandibular de repouso (A) e apertamento dental em contração voluntária máxima (B): superfície do transdutor (1); ramo da mandíbula (2); espessura do músculo masseter (3).....	29
Figura 8 – Imagem ultrassonográfica do músculo temporal, na tarefa mandibular de repouso (A) e apertamento dental em contração voluntária máxima (B): superfície do transdutor (1); osso temporal (2); espessura do músculo temporal(3).....	29
Figura 9 - Gráfico de Q Q normal das variáveis do estudo.....	30
Figura 10 - Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p<0,05$) da força de mordida molar máxima direita e esquerda entre grupo de atletas praticantes do treinamento de <i>Crossfit</i> [®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).....	32
Figura 11 - Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p<0,05$) da espessura dos músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) durante o repouso entre grupo de atletas praticantes do treinamento de <i>Crossfit</i> [®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).....	33
Figura 12 - Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p<0,05$) da espessura dos músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) durante apertamento dental em contração voluntária máxima entre grupo de atletas praticantes do treinamento de <i>Crossfit</i> [®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).....	34

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

FORP/USP - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

DP – Desvio padrão

CEP- Comitê de Ética em Pesquisa

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

IMC – Índice de massa corporal

RDC/TMD – *The Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders*

EPI – Equipamentos de proteção individual

MHz - Megahertz

TD – Temporal Direito

TE – Temporal Esquerdo

MD – Masseter Direito

ME – Masseter Esquerdo

SPSS- *Statistical Package for the Social Sciences*

GI- Grupo *Crossfit*® (Indivíduos que praticam o *Crossfit*®)

GII- Grupo Controle (Indivíduos que não praticam o *Crossfit*®)

P13K - *Phosphatidylinositol-3-kinase*

Akt - *Protein kinase B*

mTOR - *Mammalian target of rapamycin*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	PROPOSIÇÃO	21
3.	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Caracterização da pesquisa	23
3.2	Caracterização da população e amostra	23
3.3	Instrumentos de coleta de dados	26
3.3.1	Gnatodinamometria	26
3.3.2	Ultrassonografia	28
3.4	Análise estatística	30
4.	RESULTADOS	32
4.1	Análise da Força de Mordida Molar Máxima.....	32
4.2	Análise da Espessura dos Músculos Mastigatórios	33
4.2.1	Tarefa Mandibular: Repouso	33
4.2.2	Tarefa Mandibular: Apertamento Dental Contração Voluntária Máxima.....	34
5.	DISCUSSÃO.....	36
6.	CONCLUSÕES.....	42
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	52

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a odontologia e o esporte estão se alinhando por meio de descobertas cada vez mais promissoras, que demonstram a interferência da saúde oral no desempenho do atleta de alta performance (STAMOS et al., 2020). Os primeiros relatos no Brasil desta união, odontologia e esporte, começaram em meados de 1958 com o cirurgião dentista Mário Trigo que acompanhando os jogadores da seleção brasileira de futebol, observou as intercorrências orais em relação aos desempenhos funcionais.

Em 02 de Outubro de 2015, o Conselho Federal de Odontologia do Brasil promulgou a resolução de nº 160 que reconheceu a Odontologia do Esporte como especialidade odontológica com objetivo de mostrar ao cirurgião dentista sua atuação nos cuidados odontológicos de atletas, com função de melhorar o rendimento esportivo e prevenir lesões considerando as condições fisiológicas.

O cirurgião dentista tem como princípio fundamentado na sua ciência a prevenção e intervenção de fatores deletérios como doença cárie, disfunção temporomandibular, doença periodontal, maloclusões, hábitos deletérios, erosão dentária, além de traumas dentais e orofaciais (TEIXEIRA et al., 2021), mas devido ao novo olhar que os profissionais da saúde precisam ter sobre o organismo humano como um todo é importante cada vez mais observar se a alteração morfofuncional dos indivíduos podem interferir diretamente na performance física (MORDINI et al., 2021; SCOTT et al., 2020; SOLANA-TRAMUNT et al., 2020).

Vários estudos partem do princípio que pensar na saúde geral da população é mostrar a importância da conexão da ciência odontológica e modalidade esportiva com a finalidade de promover saúde e qualidade de vida (ALKAN et al., 2020; GHONE et al., 2021; PARK et al., 2021; WANG; SEO; CHA, 2020). Entender o que acontece com o corpo humano quando é submetido ao aprimoramento físico, relacionado com força e resistência com os aspectos

funcionais, em especial ao do sistema estomatognático, demonstra que os sistemas estão interligados e podem responder diretamente aos estímulos físicos (KUSY et al., 2021).

A habilidade física e o equilíbrio do corpo necessários na prática esportiva podem sofrer influência da oclusão dentária, mostrando a relação entre os músculos, apertar os dentes, desempenho esportivo e saúde, como observado no halterofilismo onde ocorre o levantamento de peso e normalmente os dentes são protegidos por aparelhos bucais para melhorar o desempenho do atleta, em decorrência da redução de carga de força promovida ao apertar os dentes (KINJO et al., 2021)

Existem várias maneiras de realizar atividades físicas regularmente e que promovem benefícios para a saúde. Entre os vários esportes, desta-se o treinamento pelo *Crossfit*[®] que trabalha o atleta para desenvolver força e resistência por meio do condicionamento físico, aumentando o desempenho funcional (DOS SANTOS QUARESMA; GUAZZELLI MARQUES; NAKAMOTO, 2021; MANGINE et al., 2021; SCHLEGEL, 2020).

O americano Greg Glassman criou o programa e fundou a marca *Crossfit*[®] no ano de 2000 na Califórnia (USA) com o objetivo de englobar características de outras modalidades em um treinamento pelo exercício competitivo que consiste em três pilares: exercício constante; intensidade e funcionalidade (CLAUDINO et al., 2018).

O *Crossfit*[®] é considerado um programa de treinamento de movimento funcional variado de alta intensidade realizado com pouco ou nenhum intervalo entre as sessões, combinando exercícios de força e resistência, sendo difundido mundialmente em mais de 11.481 academias oficiais (SCHLEGEL, 2020). No Brasil foi implementado em 2009 por Joel Fridman, responsável pelo primeiro “box” de treinamento, como era definido o espaço para a prática do treinamento desta modalidade.

Uma sessão de treinamento *Crossfit*[®] é estruturada na mobilidade articular, aquecimento e exercícios técnicos, sendo realizada em curtos ou nenhum intervalo de tempo

entre os exercícios com repetições, que podem promover respostas hormonais, imunológicas, metabólicas e cardiovasculares (BEN-ZEEV; OKUN, 2021; TOLEDO et al., 2021).

Esforços desnecessários, sem acompanhamento adequado por treinadores capacitados da modalidade pode promover lesões músculo-esqueléticas em especial na região da coluna vertebral decorrente do esforço físico não adequado que compromete também outros sistemas do organismo humano (EVERHART et al., 2020; JONES et al., 2021; MEIER; RABEL; SCHMIDT, 2021). Em compensação, quando bem direcionado e orientado, o treinamento pelo *Crossfit*[®] proporciona benefícios para a saúde, melhorando a qualidade de vida (BEN-ZEEV; OKUN, 2021).

O sistema músculo-esquelético é composto de três estruturas principais como os ossos, articulações e músculos (SHRAIM et al., 2020) e modalidades esportivas como o *Crossfit*[®] promove ganho de massa muscular e diminuição significativa de taxa de gordura corporal, fundamentais para melhora da condição funcional destas estruturas, melhorando o desempenho do atleta de elite (BAHREMAND; HAKAK DOKHT; MOAZZAMI, 2020).

É eminente ter interesse em avaliar funcionalmente indivíduos que realizam atividades físicas regularmente principalmente os que apresentam características de intensidade da força, mas pouco se sabe o impacto destas atividades no sistema estomatognático que é complexo e interdependente que abrange estruturas estáticas e dinâmicas. Pela análise deste complexo sistema nota-se como a função e morfologia das estruturas dinâmicas são influenciadas por atividades esportivas, proporcionando possíveis modificações anatomofuncionais (FIOCO et al., 2018).

Os movimentos corporais, influenciados pelo desempenho dos músculos esqueléticos, pode ter uma relação com a promoção de força, por isso é importante avaliar a força de mordida isométrica máxima que é uma metodologia eficaz para determinar parâmetros sobre o desempenho das estruturas do sistema estomatognático quando se observa a variável força

em uma amostra específica (DONIZETTI VERRI et al., 2019; FRANKS et al., 2019; GONCALVES et al., 2018; PALINKAS et al., 2010). Pesquisas relatam que indivíduos que praticam o *CrossFit*[®] apresentam maior desenvolvimento de força e resistência da parte superior e inferior do corpo sendo benéfico para os sistemas do organismo humano, melhorando o desempenho funcional (SKATTEBO et al., 2016).

Outra maneira de se analisar o sistema estomatognático é por meio de mensurações das espessuras musculares que determinam o padrão morfológico em tempo real do corte transversal do músculo estriado esquelético (DA SILVA et al., 2015; PALINKAS et al., 2010; RAADSHEER et al., 1996). Este método rápido, não-invasivo e reprodutível é considerado padrão ouro para o estudo dos efeitos da carga de força decorrente de treinamentos esportivos pelos parâmetros musculares (CASTELO et al., 2007; FERREIRA et al., 2019; MONJO et al., 2018). Estudos atuais sugerem que as avaliações por meio de imagens ultrassonográficas fornecem informações sobre as propriedades dos músculos e adaptações ao exercício físico (KLICH et al., 2020).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a força de mordida molar máxima e espessura dos músculos masseteres e temporais dos atletas praticantes de *Crossfit*[®] com o intuito de demonstrar se existe alterações funcionais no sistema estomatognático.

A hipótese nula é que ao avaliar o grupo de atletas praticante do treinamento de *Crossfit*[®], não há diferença significativa na força de mordida molar máxima e na espessura dos músculos masseteres e temporais em relação ao grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos. Este estudo tem duas hipóteses sobre o atletas praticantes de *Crossfit*[®]: apresentam maior força de mordida molar máxima e maior espessura dos músculos masseteres e temporais durante a análise pelas tarefas mandibulares determinadas no estudo.

PROPOSIÇÃO

2. PROPOSIÇÃO

Este estudo teve por objetivo analisar, por comparação, o sistema estomatognático de atletas de *Crossfit*[®] e de indivíduos não praticantes de exercícios físicos utilizando:

- Força de mordida molar máxima direita e esquerda;
- Espessura dos músculos masseteres e temporais nas tarefas mandibulares em repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima.

MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da pesquisa

Este estudo observacional de corte transversal comparativo, foi realizado na Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” do Departamento de Biologia Básica e Oral da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP/USP) e no Laboratório de Análise Biomecânica do Movimento do Claretiano Centro Universitário de Batatais.

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da FORP/USP (CAAE número 19828619.5.0000.5419). Os indivíduos foram convidados para participar do estudo (ANEXO 1) e todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 2). Os indivíduos foram orientados sobre cada um dos procedimentos realizados e as dúvidas foram esclarecidas antes da realização da coleta de dados.

3.2 Caracterização da população e amostra

A amostra calculada não considerou o número de praticantes do treinamento de *Crossfit*[®] no Brasil, pois não há um registro oficial. Sendo assim, a amostra foi por conveniência. O teste post-hoc foi realizado em nível α de 0,05 e poder (π) de 0,81 para o resultado principal da força de mordida molar máxima direita para confirmação do tamanho da amostra (20 indivíduos em cada grupo) por meio do software G* Power (v.3.1.9.2, Franz Faul, Universität Kiel, Alemanha). A média \pm desvio padrão (DP) da força de mordida molar máxima direita foi de $39,67 \pm 17,20$ para o grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®], enquanto a do grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos foi de $27,41 \pm 12,97$, produzindo um tamanho de efeito de 0,815.

De um total de 60 indivíduos avaliados com faixa etária de 25 a 35 anos e seguindo os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 20 indivíduos (12 mulheres e 08 homens)

para compor o grupo praticante do treinamento de *Crossfit*[®] (GI) há no mínimo dois anos, com uma rotina de prática de cinco dias por semana (média \pm DP 30,8 \pm 4,4 anos). O grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII) considerado grupo controle (média \pm DP, 30,0 \pm 5,7 anos) foi constituído por meio do pareamento indivíduo a indivíduo com o GI observando índice de massa corporal (IMC) e idade (Tabela 1).

O recrutamento dos indivíduos que praticavam o treinamento de *Crossfit*[®] foi realizado em duas academias de Ribeirão Preto e região que mantinham mesmo padrão de treinamento físico. Os exercícios englobaram movimentos funcionais constantes de alta intensidade, sustentando uma variação durante a aula. O instrutor determinava uma sequência e todos realizavam os mesmos exercícios físicos, mantendo o protocolo diário.

Tabela 1. Dados sobre as características (média \pm erro padrão) entre o grupo de atletas praticantes do treinamento de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

	Grupos	Valor de p	Médias	Erro Padrão
Idade	GI	0,63	30,8	$\pm 0,97$
	GII		30,0	$\pm 1,29$
IMC	GI	0,08	25,1	$\pm 0,59$
	GII		23,3	$\pm 0,77$

* teste t de *student* (ou seja, $p < 0,05$)

Todos os indivíduos selecionados seguiram os critérios de inclusão: idade entre 25 e 35 anos, oclusão normal (Classe I de Angle), presença de todos os dentes, exceto os terceiros molares, não tabagista, sem doenças cardiovasculares e neurológicas. Os critérios de exclusão foram os seguintes: presença de disfunção temporomandibular (RDC/TMD) (ANEXO 3); lesões musculares nos últimos 5 meses; utilizar medicamentos e / ou suplementos dietéticos que pudessem interferir na função muscular; ulcerações; feridas abertas ou hipersensibilidade cutânea; patologias sistêmicas (descompensadas) e tratamento ortodôntico.

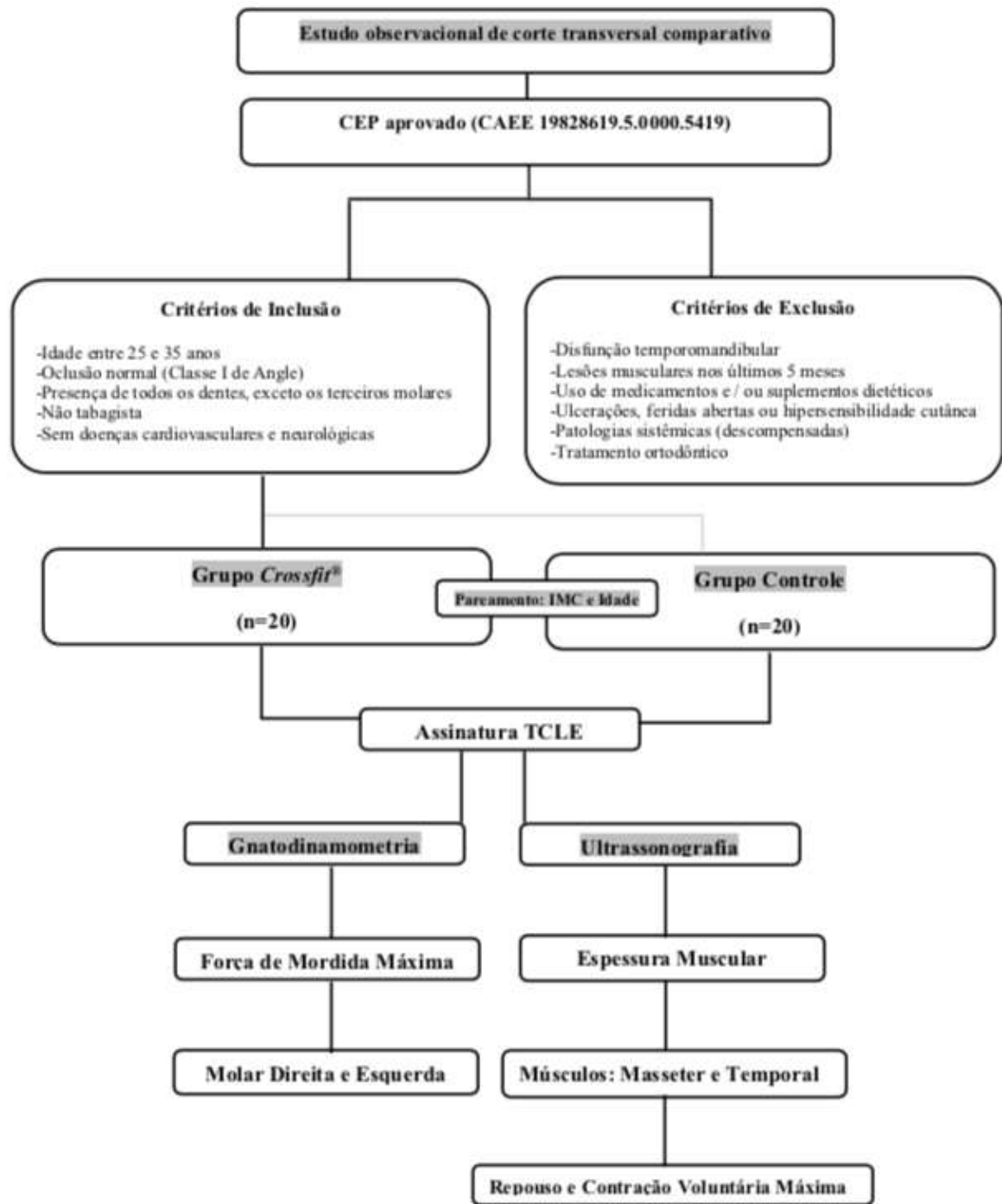


Figura 1. Fluxograma da metodologia.

3.3 Instrumentos de coleta de dados

Procedimentos

Os protocolos deste estudo foram realizados por um único pesquisador responsável calibrado, o qual fez uso de equipamentos de proteção individual (EPI) necessários em cada exame clínico: luvas para procedimento, jaleco descartável, protetor facial, máscara e gorro.

3.3.1 Gnatodinamometria

Os registros da força de mordida molar máxima direita e esquerda foram realizados com o dinamômetro digital, (Kratos, modelo IDDK, Equipamentos Industriais Ltda., Cotia, São Paulo, Brasil), com capacidade até 100 Kgf, adaptado para condição bucal (Figura 2).

Figura 2. Dinamômetro Digital IDDK da marca Kratos.



Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

O equipamento é constituído por duas hastes que apresenta nas extremidades discos de teflon, sobre os quais foi captada a máxima força de mordida. O dinamômetro foi limpo com álcool e as hastes de mordida do aparelho foram protegidas com dedeiras de látex descartáveis (Wariper-SP) seguindo os critérios de biossegurança.

Todos os indivíduos participantes receberam informações sobre o exame de força de mordida. Foram realizados testes apertando as hastes do equipamento antes que os registros fossem obtidos, para assegurar a confiabilidade do protocolo. As medidas foram feitas na região do primeiro molar permanente direito e esquerdo (PALINKAS et al., 2010). Foi solicitado ao indivíduo participante que morderesse as hastes por três vezes, com máximo esforço, descansando por dois minutos entre os registros, alternando o lado direito e o esquerdo (BONJARDIM et al., 2009; CASTELO et al., 2007) (Figura 3).

Figura 3. Dinamômetro posicionado na região dos primeiros molares.



Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

3.3.2 Ultrassonografia

O aparelho de ultrassom portátil (NanoMaxx; SonoSite Inc, Bothell, WA, EUA) com transdutor linear de 13 MHz posicionado nas fibras dos músculos masseteres e temporais foi utilizado para mensurar a espessura durante as tarefas mandibulares de repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima (BERTRAM et al., 2003) (Figura 4).

Figura 4. Ultrassom SonoSite NanoMaxx com transdutor linear.



Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

Durante a realização do protocolo com a função de registrar as imagens ultrassonográficas, os indivíduos permaneceram sentados com postura ereta, sem fixação da cabeça, plantas dos pés apoiadas ao solo e palmas das mãos apoiadas nas coxas. Foram dadas orientações específicas solicitando ao indivíduo que permanecesse tranquilo durante a coleta dos dados. A localização dos músculos masseteres e temporais foi confirmada pela palpação digital (Figura 5) (ANDRADE et al., 2009; PALINKAS et al., 2010; RIGHETTI et al., 2020).

Figura 5. Localização dos músculos masseter (A) e temporal (B).



Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

Neste protocolo foi utilizado o gel eletrocondutor à base de água, entre o tecido tegumentar e o transdutor linear, com o objetivo de suprimir o ar para não interferir na captação da imagem ultrassonográfica. O transdutor foi posicionado transversalmente à direção das fibras musculares, considerando-se que o ventre do músculo masseter localiza-se, aproximadamente, 2,75 cm acima do ângulo da mandíbula em direção à pálpebra superior e a porção anterior do músculo temporal, aproximadamente a 1,25 cm para trás e para cima do ângulo externo do olho (Figura 6) (MENDES DA SILVA et al., 2017).

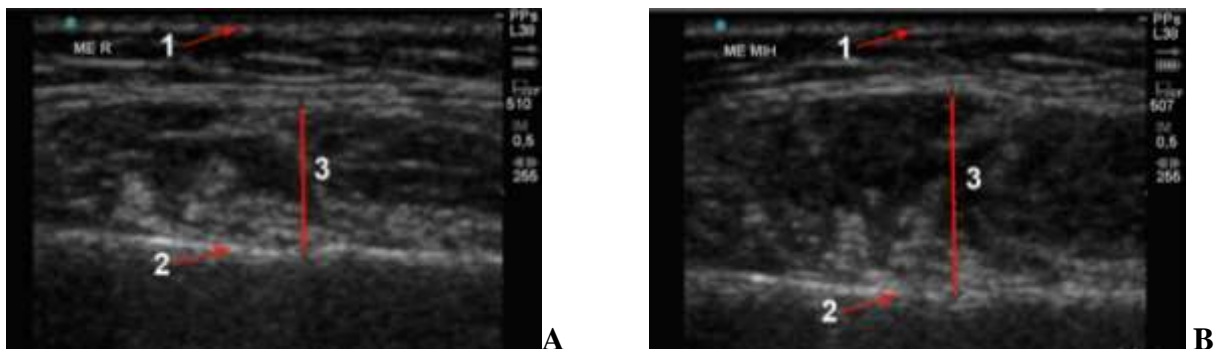
Figura 6. Transdutor linear posicionado sobre o músculo masseter (A) e temporal (B).



Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

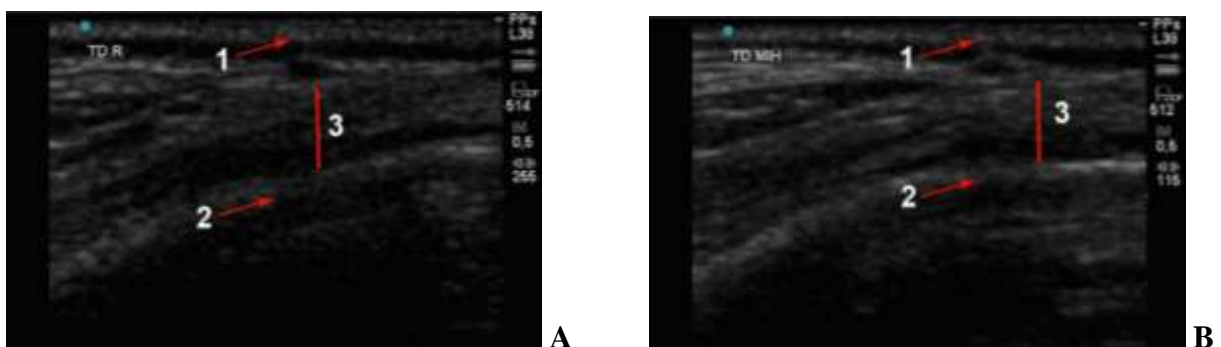
Foram obtidas três imagens ultrassonográficas dos músculos masseter e temporal, nas posições de repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima, com intervalo de dois minutos entre as imagens (PALINKAS et al., 2010, 2019; RIGHETTI et al., 2020) (Figuras 7 e 8). As mensurações foram realizadas por um único profissional qualificado. Das três medidas obtidas em centímetros de cada músculo mastigatório, obteve-se médias para análise estatística.

Figura 7. Imagem ultrassonográfica do músculo masseter, na tarefa mandibular de repouso (A) e apertamento dental em contração voluntária máxima (B): superfície do transdutor (1); ramo da mandíbula (2); espessura do músculo masseter (3).



Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

Figura 8. Imagem ultrassonográfica do músculo temporal, na tarefa mandibular de repouso (A) e apertamento dental em contração voluntária máxima (B): superfície do transdutor (1); osso temporal (2); espessura do músculo temporal (3).

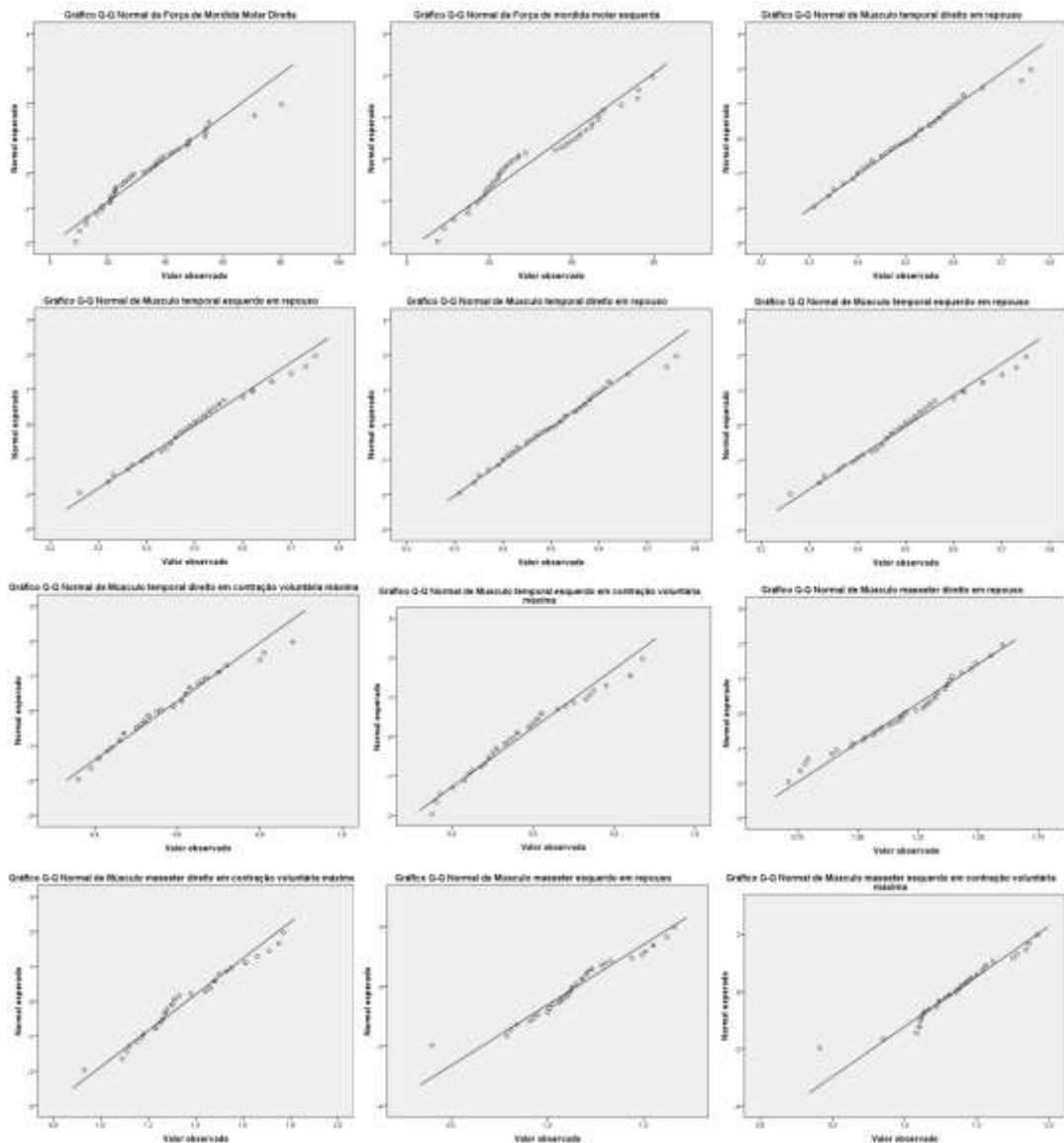


Fonte: Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da FORP/USP

3.4 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas com o software estatístico IBM SPSS 26.0 (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O teste de *Shapiro-Wilk* foi aplicado para verificar a distribuição normal dos dados de força de mordida molar máxima e espessura dos músculos masseter e temporal. Os resultados estão ilustrados na Figura 9. O teste t de *student* foi realizado para analisar diferenças entre os grupos. O valor p de $< 0,05$ foi considerado para indicar significância estatística.

Figura 9. Gráfico de Q normal das variáveis do estudo.



Fonte: Acervo pessoal

RESULTADOS

4. Resultados

4.1 Análise da Força de Mordida Molar Máxima

Na análise da força de mordida molar máxima direita e esquerda, observou-se diferenças significantes ($p \leq 0,05$) entre o grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e o grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII). O GI apresentou maior força de mordida molar máxima direita e esquerda (Figura 10 e Tabela 2).

Figura 10. Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da força de mordida molar máxima direita e esquerda entre grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

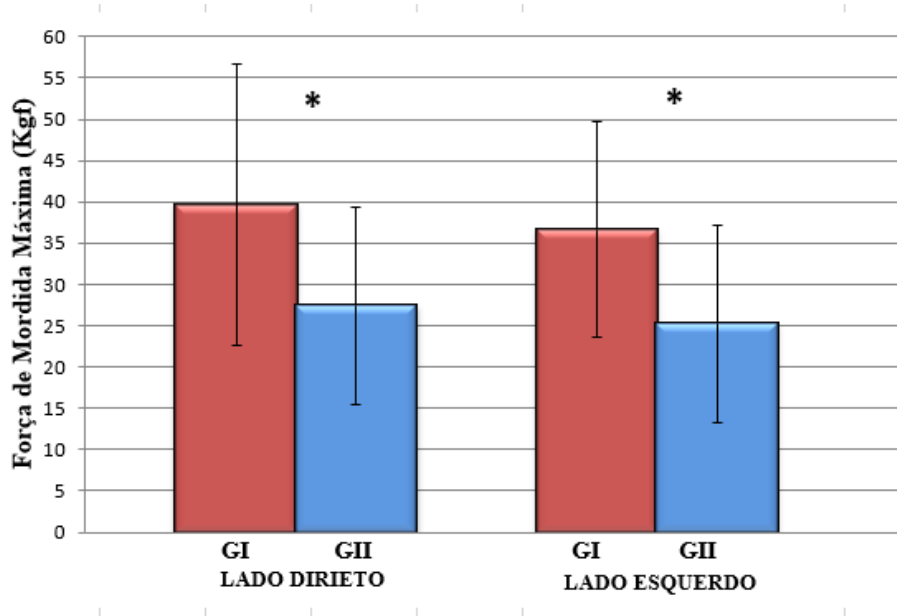


Tabela 2. Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da força de mordida molar máxima direita e esquerda entre grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

Força de Mordida Molar	Grupos	Médias (Kg)	Desvio Padrão (\pm)	Valor de p
Direita	GI	39,67	17,20	0,015
	GII	27,41	12,97	
Esquerda	GI	36,65	13,82	0,008
	GII	25,20	12,15	

4.2 Análise da Espessura dos Músculos Mastigatórios

4.2.1 Tarefa Mandibular: Repouso

Na tarefa mandibular de repouso, as análises das imagens ultrassonográficas dos músculos masseteres e temporais evidenciaram diferenças significantes ($p \leq 0,05$) entre o grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e o grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII) para o músculo masseter esquerdo. O GI apresentou maior espessura muscular em relação ao GII (Figura 11 e Tabela 3).

Figura 11. Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da espessura dos músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) durante o repouso entre grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

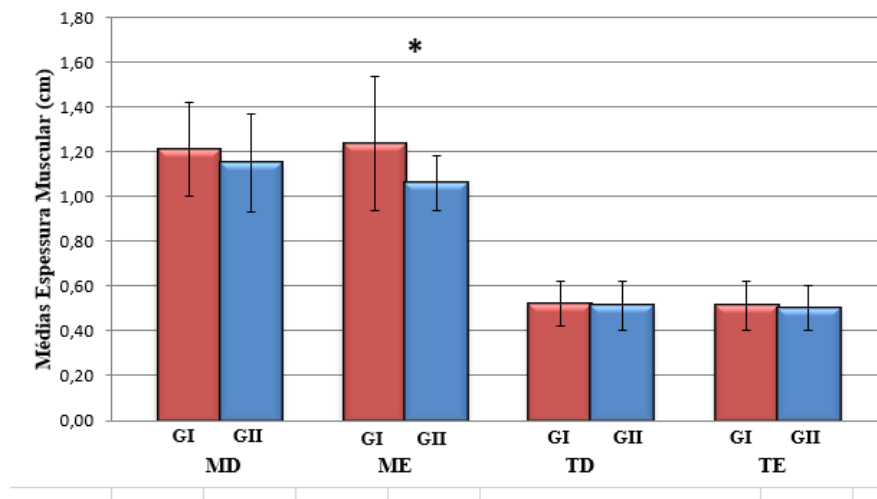


Tabela 3. Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da espessura dos músculos masseter e temporal durante o repouso entre grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

Músculos	Grupos	Médias (cm)	Desvio Padrão (\pm)	Valor de p
Masseter direito	GI	1,21	0,21	0,42
	GII	1,15	0,22	
Masseter esquerdo	GI	1,24	0,30	0,01
	GII	1,06	0,12	
Temporal direito	GI	0,52	0,10	0,79
	GII	0,51	0,11	
Temporal esquerdo	GI	0,51	0,11	0,87
	GII	0,50	0,10	

4.2.1 Tarefa Mandibular: Apertamento Dental em Contração Voluntária Máxima

Na tarefa mandibular de apertamento dental em contração voluntária máxima, as análises das imagens ultrassonográficas dos músculos masseteres e temporais evidenciaram diferenças significantes ($p \leq 0,05$) entre o grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e o grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII) para os músculos masseteres. O GI apresentou maior espessura muscular em relação ao GII (Figura 12 e Tabela 4).

Figura 12. Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da espessura dos músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD) e temporal esquerdo (TE) durante apertamento dental em contração voluntária máxima entre grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

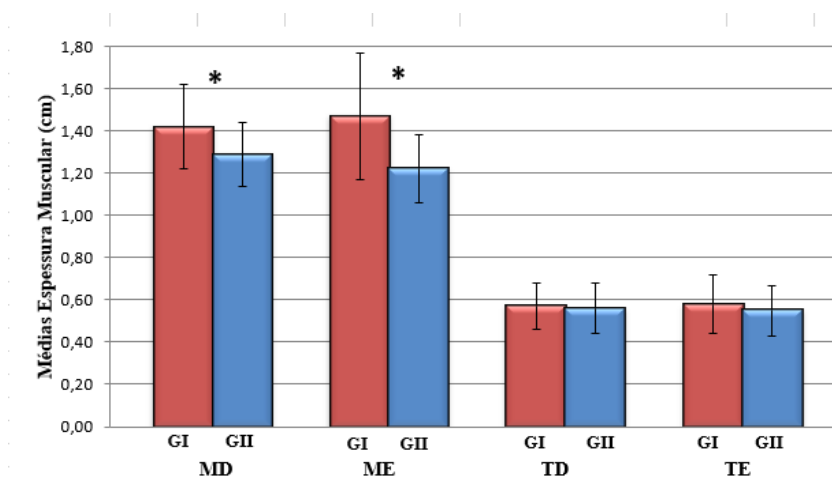


Tabela 4. Médias, desvio padrão (\pm) e valor de p ($p < 0,05$) da espessura dos músculos masseter e temporal durante o apertamento dental em contração voluntária máxima entre grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] (GI) e grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos (GII).

Músculos	Grupos	Médias (cm)	Desvio Padrão (\pm)	Valor de p
Masseter direito	GI	1,42	0,20	0,03
	GII	1,29	0,15	
Masseter esquerdo	GI	1,47	0,32	0,004
	GII	1,22	0,16	
Temporal direito	GI	0,57	0,11	0,88
	GII	0,56	0,12	
Temporal esquerdo	GI	0,58	0,14	0,42
	GII	0,55	0,12	

DISCUSSÃO

4. DISCUSSÃO

A hipótese nula deste estudo foi rejeitada porque ocorreram diferenças significantes entre os grupos para a força de mordida molar máxima e espessura do músculo masseter esquerdo em repouso mandibular e músculos masseteres (direito e esquerdo) no apertamento dental em contração voluntária máxima mostrando a relação entre o mecanismo funcional do treinamento físico e o sistema estomatognático.

Nossa primeira hipótese foi que o grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] teve aumento na força de mordida molar máxima. Essa hipótese foi baseada em estudos anteriores que encontraram associação entre força, potência e condicionamento físico (LOCKIE et al., 2020). Portanto, a primeira hipótese foi aceita porque o grupo atletas praticantes de *Crossfit*[®] apresentou aumento na força máxima de mordida molar com diferenças significantes em comparação com o grupo de indivíduos saudáveis não praticantes de exercícios físicos.

Nos exercícios de alta intensidade, considerados anaeróbicos, as fibras musculares de contração rápida são as mais ativadas, porque possuem capacidade eletroquímica de transmitir os potenciais de ação (COSKUN et al., 2020; SLEUTJES et al., 2021). Durante este tipo de exercício, as fibras musculares utilizadas são conhecidas como tipo II (brancas) ou de contração rápida, que aumentam de volume devido ao aumento do espaçamento das linhas Z que delimitam a unidade repetitiva das miofibrilas (DE SOUZA LEITE; RASSIER, 2020). Este fato poderia explicar a maior força de mordida do grupo de atletas praticante de *Crossfit*[®] por causa da relação entre tamanho das fibras musculares dos músculos masseteres que são do tipo II e a força de mordida de indivíduos adultos (CASTELO et al., 2007; RINGQVIST, 1974).

Estudos demonstram que esportes intervalados de alta intensidade com finalidade de treinamento de força, estimula a capacidade glicolítica da fibra da musculatura estriada esquelética, promovendo maior força e potência, melhorando as respostas de hipertrofia e

aumento da glicólise, obtendo mais energia e força (PALLOTTINI et al., 2020; SHIRAI et al., 2021). Outro fator que poderia explicar a maior força de mordida molar no grupo de atletas que praticam o *Crossfit*[®].

Nossa segunda hipótese foi que o grupo de atletas praticantes de *Crossfit*[®] apresentou aumento na espessura dos músculos masseteres e temporais. Essa hipótese foi baseada nos relatos científicos que mostraram que modalidades esportivas promovem maior recrutamento de fibras da musculatura estriada esquelética que pode modificar os parâmetros morfofuncionais, melhorando a eficiência neuromuscular (BEN-ZEEV; OKUN, 2021; TAMAKI et al., 2001).

A segunda hipótese deste estudo foi também aceita porque o grupo de atletas praticantes do *Crossfit*[®] apresentou aumento da espessura muscular nas tarefas mandibulares de repouso e apertamento dental em contração voluntária máxima, com diferenças significantes para os músculos masseteres no apertamento dental em contração isométrica máxima e músculo masseter esquerdo na tarefa de repouso mandibular.

Existem hipóteses que poderiam explicar os resultados destas variáveis, partindo do pressuposto funcional e fisiológico. Primeiramente precisamos refletir sobre o comportamento das estruturas estáticas e dinâmicas do sistema estomatognático perante o treinamento dos atletas de *Crossfit*[®]. Sabe-se que durante a prática de muitos esportes que demanda esforço físico e concentração, o apertamento dos dentes está presente e pode ser desenvolvido de maneira involuntária (KINJO et al., 2021).

A oclusão dental pode acometer a capacidade física e o equilíbrio corporal, e durante o apertamento dos dentes em decorrência de uma atividade física ocorre aumento de tensão por contração isométrica dos músculos, o que pode desenvolver hipertrofia muscular (HASEGAWA et al., 2014; LEROUX et al., 2018; MITSUYAMA; TAKAHASHI; UENO, 2017). Esta seria uma hipótese a ser observada que poderia ter acontecido nos atletas

praticantes de *Crossfit*[®] acarretando o aumento da espessura dos músculos mastigatórios. Neste estudo não foi avaliado se os atletas apresentavam apertamento dental durante a prática esportiva.

Por outro lado, após a aplicação do treinamento com esforço máximo, o organismo responde fisiologicamente por meio do glicogênio muscular, lactato sanguíneo, frequência cardíaca e níveis hormonais (TOLEDO et al., 2021). Quando se observa um atleta bem condicionado fisicamente o corpo consegue por exemplo reduzir os níveis de lactato nas musculaturas recrutadas durante o esforço físico de alta intensidade. Quando se avalia a concentração de lactato não se pode afirmar que é um produto de desgaste metabólico e sim uma fonte de energia química, produto do metabolismo da glicose, que se acumula como resultado do exercício de alta intensidade e estimula a hipertrofia muscular (NALBANDIAN; RADAK; TAKEDA, 2020).

Depois que o lactato é formado na musculatura estriada esquelética, se propaga no espaço intersticial e na corrente sanguínea, para sofrer tamponamento e removido do local do metabolismo energético, associando a sua concentração à liberação do hormônio do crescimento (GH), que pode ter influência indireta no processo de hipertrofia muscular (GODFREY; MADGWICK; WHYTE, 2003).

O fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 ou somatomedina C, conhecido como IGF-1 (*insulin-like growth factor-1*) é um hormônio mediador dos efeitos do GH (LODJAK; VERHULST, 2020), produzido no fígado, que atua como indutor hipertrófico das células musculares (HAMEED; HARRIDGE; GOLDSPIK, 2002) decorrente da elevação da síntese proteica por estímulo da via de sinalização intracelular P13K/Akt/mTOR, na hipertrofia fisiológica, decorrente do treinamento de força (BARBALHO et al., 2020; BARTON et al., 2019; NEGARESH et al., 2019). Este fator também pode estar relacionado com o aumento de espessura dos músculos mastigatórios no grupo de atletas que praticam o

Crossfit[®]. Neste estudo não foi realizado o exame da IGF1 para quantificar o hormônio de crescimento.

Podemos sugerir também, por uma abordagem neuromuscular, que o aumento da espessura dos músculos masseteres e temporais no grupo de atletas que praticam o *Crossfit*[®] que desenvolvem um treino com características musculares anaeróbicas, promovendo força com aumento do volume das fibras musculares, principalmente as do tipo brancas, devido ao aumento do espaçamento das linhas Z, desencadeia hipertrofia na musculatura estriada esquelética (ROCHA et al., 2020). Este é outro fator que pode estar relacionado com o aumento de espessura dos músculos da mastigação.

Quando existe o condicionamento físico do organismo humano por meio de uma modalidade esportiva, todos os sistemas, inclusive o estomatognático, produzem respostas instantâneas ou tardias para manter o equilíbrio bioquímico e fisiológico. O treinamento pelo treinamento de *Crossfit*[®] está relacionado diretamente com força e resistência dos membros superiores e inferiores, ligados com energia anaeróbica que promove melhora no desempenho funcional (SCHLEGEL, 2020; SKATTEBO et al., 2016).

O exercício físico desafia a homeostase e o organismo humano sempre tenta descobrir novos caminhos para manter o equilíbrio dinâmico corporal por meio de respostas adaptativas dos sistemas metabólico, imunológico e hormonal (POWERS; JACKSON, 2008). Quando se avalia o sistema estomatognático de atletas que praticam modalidades esportivas a comunidade científica precisa entender como este sistema se comporta decorrente dos estímulos físicos do condicionamento físico e por isso a importância da relação entre odontologia e esporte para demonstrar que os atletas de alta performance apresentam modificações morfofuncionais que poderão interferir ou não no desempenho físico e esportivo.

Este estudo teve limitações. A primeira limitação foi não ter avaliação o sinal clínico de apertamento dental durante a prática esportiva. Segunda limitação a ser considerar é o tamanho da amostra que foi de conveniência por não existir dados oficiais no Brasil sobre a quantidade de atletas que praticam a modalidade esportiva de *Crossfit*[®]. A terceira limitação foi não ter realizado o exame da IGF1 para quantificar o hormônio de crescimento que poderia explicar a hipertrofia dos músculos mastigatórios.

Portanto, pesquisas futuras serão necessárias para explicar os achados deste estudo que mostraram que existem ainda lacunas na Odontologia do Esporte quando se avalia as estruturas dinâmicas do sistema estomatognático associadas a modalidades esportivas de alta intensidade.

CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem que os indivíduos praticantes do treinamento de *Crossfit*[®], apresentam alterações morfofuncionais no sistema estomatognático, em especial na força de mordida molar máxima e espessura dos músculos masseteres. O treinamento esportivo contínuo, intervalado e de alta intensidade proporciona aumento de força e espessura nos músculos mastigatórios, sinal de que os sistemas do organismo humano estão interligados, respondendo aos estímulos físicos proporcionados pelo treinamento contínuo, sendo um fator importante para entender sobre as características funcionais que irão melhorar a performance do atleta.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ALKAN, B. et al. Effects of exercise on periodontal parameters in obese women. **Nigerian journal of clinical practice**, v. 23, n. 10, p. 1345–1355, out. 2020.
- ANDRADE, A. S. et al. Electromyographic activity and thickness of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. **Clinical anatomy (New York, N.Y.)**, v. 22, n. 2, p. 200–206, mar. 2009.
- BAHREMAND, M.; HAKAK DOKHT, E.; MOAZZAMI, M. A comparison of CrossFit and concurrent training on myonectin, insulin resistance and physical performance in healthy young women. **Archives of physiology and biochemistry**, p. 1–7, dez. 2020.
- BARBALHO, S. M. et al. Myokines: a descriptive review. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 60, n. 12, p. 1583–1590, dez. 2020.
- BARTON, E. R. et al. Functional muscle hypertrophy by increased insulin-like growth factor 1 does not require dysferlin. **Muscle & nerve**, v. 60, n. 4, p. 464–473, out. 2019.
- BEN-ZEEV, T.; OKUN, E. High-Intensity Functional Training: Molecular Mechanisms and Benefits. **Neuromolecular medicine**, v. 23, n. 3, p. 335–338, set. 2021.
- BERTRAM, S. et al. Cross-sectional characteristics of the masseter muscle: an ultrasonographic study. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 32, n. 1, p. 64–68, fev. 2003.
- BONJARDIM, L. R. et al. Association between symptoms of temporomandibular disorders and gender, morphological occlusion, and psychological factors in a group of university students. **Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research**, v. 20, n. 2, p. 190–194, 2009.
- CASTELO, P. M. et al. Masticatory muscle thickness, bite force, and occlusal contacts in young children with unilateral posterior crossbite. **European journal of orthodontics**, v. 29, n. 2, p. 149–156, abr. 2007.

CLAUDINO, J. G. et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. **Sports medicine - open**, v. 4, n. 1, p. 11, fev. 2018.

COSKUN, C. et al. BK channel openers NS1619 and NS11021 reverse hydrogen peroxide-induced membrane potential changes in skeletal muscle. **Journal of receptor and signal transduction research**, v. 40, n. 5, p. 449–455, out. 2020.

DA SILVA, G. P. et al. Functional analysis of the stomatognathic system in individuals infected with human immunodeficiency virus. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 25, n. 3, p. 515–521, jun. 2015.

DE SOUZA LEITE, F.; RASSIER, D. E. Sarcomere Length Nonuniformity and Force Regulation in Myofibrils and Sarcomeres. **Biophysical journal**, v. 119, n. 12, p. 2372–2377, dez. 2020.

DONIZETTI VERRI, E. et al. Effects of Parkinson's disease on molar bite force, electromyographic activity and muscle thickness of the masseter, temporal and sternocleidomastoid muscles: A case-control study. **Journal of oral rehabilitation**, v. 46, n. 10, p. 912–919, out. 2019.

DOS SANTOS QUARESMA, M. V. L.; GUAZZELLI MARQUES, C.; NAKAMOTO, F. P. Effects of diet interventions, dietary supplements, and performance-enhancing substances on the performance of CrossFit-trained individuals: A systematic review of clinical studies. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 82, p. 110994, fev. 2021.

EVERHART, J. S. et al. Independent risk factors for recurrent or multiple new injuries in CrossFit athletes. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 60, n. 11, p. 1470–1476, nov. 2020.

- FERREIRA, B. et al. Spinocerebellar ataxia: Functional analysis of the stomatognathic system. **Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal**, v. 24, n. 2, p. e165–e171, mar. 2019.
- FIOCO, E. M. et al. Analysis of bite force, EMG, and thickness of the masticatory muscles in swimmers: crawl modality. **Acta scientific dental sciences**, v. 2, p. 33-40, 2018.
- FRANKS, E. M. et al. Morphological and masticatory performance variation of mouth behavior groups. **Journal of texture studies**, out. 2019.
- GHONE, U. et al. Revisiting Sports Dentistry with a Critical Appraisal. **The journal of contemporary dental practice**, v. 22, n. 2, p. 105–106, fev. 2021.
- GODFREY, R. J.; MADGWICK, Z.; WHYTE, G. P. The exercise-induced growth hormone response in athletes. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 33, n. 8, p. 599–613, 2003.
- GONCALVES, L. M. N. et al. Alterations in the stomatognathic system due to amyotrophic lateral sclerosis. **Journal of applied oral science : revista FOB**, v. 26, p. e20170408, jun. 2018.
- HAMEED, M.; HARRIDGE, S. D. R.; GOLDSPINK, G. Sarcopenia and hypertrophy: a role for insulin-like growth factor-1 in aged muscle? **Exercise and sport sciences reviews**, v. 30, n. 1, p. 15–19, jan. 2002.
- HASEGAWA, K. et al. Does clenching reduce indirect head acceleration during rugby contact? **Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology**, v. 30, n. 4, p. 259–264, ago. 2014.
- JONES, C. et al. Biomechanical analysis of wheelchair athletes with paraplegia during cross-training exercises. **The journal of spinal cord medicine**, p. 1–16, jun. 2021.
- KINJO, R. et al. Development of a Wearable Mouth Guard Device for Monitoring Teeth Clenching during Exercise. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 21, n. 4, fev. 2021.

KLICH, S. et al. Quadriceps and Patellar Tendon Thickness and Stiffness in Elite Track Cyclists: An Ultrasonographic and Myotonometric Evaluation. **Frontiers in physiology**, v. 11, p. 607208, 2020.

KUSY, K. et al. Aging Athlete's Heart: An Echocardiographic Evaluation of Competitive Sprint- versus Endurance-Trained Master Athletes. **Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography**, jun. 2021.

LEROUX, E. et al. Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. **Clinics (Sao Paulo, Brazil)**, v. 73, p. e453, nov. 2018.

LOCKIE, R. G. et al. The Impact of Formal Strength and Conditioning on the Fitness of Law Enforcement Recruits: A Retrospective Cohort Study. **International journal of exercise science**, v. 13, n. 4, p. 1615–1629, 2020.

LODJAK, J.; VERHULST, S. Insulin-like growth factor 1 of wild vertebrates in a life-history context. **Molecular and cellular endocrinology**, v. 518, p. 110978, dez. 2020.

MANGINE, G. T. et al. Workout Pacing Predictors of Crossfit(®) Open Performance: A Pilot Study. **Journal of human kinetics**, v. 78, p. 89–100, mar. 2021.

MEIER, N.; RABEL, S.; SCHMIDT, A. Determination of a CrossFit(®) Benchmark Performance Profile. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 9, n. 6, jun. 2021.

MENDES DA SILVA, J. et al. Influence of mandibular tori on stomatognathic system function. **Cranio : the journal of craniomandibular practice**, v. 35, n. 1, p. 30–37, jan. 2017.

MITSUYAMA, A.; TAKAHASHI, T.; UENO, T. Effects of teeth clenching on the soleus H reflex during lower limb muscle fatigue. **Journal of prosthodontic research**, v. 61, n. 2, p. 202–209, abr. 2017.

MONJO, H. et al. Muscle Thickness and Echo Intensity of the Abdominal and Lower Extremity Muscles in Stroke Survivors. **Journal of clinical neurology (Seoul, Korea)**, v. 14, n. 4, p. 549–554, out. 2018.

MORDINI, L. et al. Sport and Dental Traumatology: Surgical Solutions and Prevention. **Dentistry journal**, v. 9, n. 3, mar. 2021.

NALBANDIAN, M.; RADAK, Z.; TAKEDA, M. Lactate Metabolism and Satellite Cell Fate. **Frontiers in physiology**, v. 11, p. 610983, 2020.

NEGARESH, R. et al. Skeletal Muscle Hypertrophy, Insulin-like Growth Factor 1, Myostatin and Follistatin in Healthy and Sarcopenic Elderly Men: The Effect of Whole-body Resistance Training. **International journal of preventive medicine**, v. 10, p. 29, 2019.

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, out. 2010.

PALINKAS, M. et al. Influence of sleep bruxism severity on masticatory efficiency: electromyographic analysis. **Archives Italiennes de Biologie**, v. 157, n. 2–3, 2019.

PALLOTTINI, V. et al. ProNGF/p75NTR Axis Drives Fiber Type Specification by Inducing the Fast-Glycolytic Phenotype in Mouse Skeletal Muscle Cells. **Cells**, v. 9, n. 10, out. 2020.

PARK, H.-K. et al. Sports-Related Oral and Maxillofacial Injuries: A 5-Year Retrospective Study, Pusan National University Dental Hospital. **Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons**, v. 79, n. 1, p. 203.e1-203.e8, jan. 2021.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. **Physiological reviews**, v. 88, n. 4, p. 1243–1276, out. 2008.

RAADSHEER, M. C. et al. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. **Archives of oral biology**, v. 41, n. 4, p. 323–332, abr. 1996.

- RIGHETTI, M. A. et al. Osteoarthrosis: Analyze of the Molar Bite Force, Thickness and Masticatory Efficiency. **Prague medical report**, v. 121, n. 2, p. 87–95, 2020.
- RINGQVIST, M. Fiber types in human masticatory muscles. Relation to function. **Scandinavian journal of dental research**, v. 82, n. 4, p. 333–355, 1974.
- ROCHA, L. C. et al. Repercussions on sarcomeres of the myotendinous junction and the myofibrillar type adaptations in response to different trainings on vertical ladder. **Microscopy research and technique**, v. 83, n. 10, p. 1190–1197, out. 2020.
- SCHLEGEL, P. CrossFit® Training Strategies from the Perspective of Concurrent Training: A Systematic Review. **Journal of sports science & medicine**, v. 19, n. 4, p. 670–680, dez. 2020.
- SCOTT, N. et al. Elite and Professional sports facial injuries management - a consensus report. **The British journal of oral & maxillofacial surgery**, v. 58, n. 10, p. e254–e259, dez. 2020.
- SHIRAI, T. et al. Effect of the order of concurrent training combined with resistance and high-intensity interval exercise on mTOR signaling and glycolytic metabolism in mouse skeletal muscle. **Physiological reports**, v. 9, n. 5, p. e14770, mar. 2021.
- SHRAIM, M. A. et al. Systematic Review and Synthesis of Mechanism-based Classification Systems for Pain Experienced in the Musculoskeletal System. **The Clinical journal of pain**, v. 36, n. 10, p. 793–812, out. 2020.
- SKATTEBO, Ø. et al. Upper body heavy strength training does not affect performance in junior female cross-country skiers. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 26, n. 9, p. 1007–1016, set. 2016.
- SLEUTJES, B. T. H. M. et al. Impact of stimulus duration on motor unit thresholds and alternation in compound muscle action potential scans. **Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology**, v. 132, n. 2, p. 323–

331, fev. 2021.

SOLANA-TRAMUNT, M. et al. Effects of Wearing a Jaw-repositioning Intra-oral Device in Synchronized Swimming Athletes. **International journal of sports medicine**, v. 41, n. 12, p. 839–845, out. 2020.

STAMOS, A. et al. The European Association for Sports Dentistry, Academy for Sports Dentistry, European College of Sports and Exercise Physicians consensus statement on sports dentistry integration in sports medicine. **Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology**, v. 36, n. 6, p. 680–684, dez. 2020.

TAMAKI, T. et al. Anabolic steroids increase exercise tolerance. **American journal of physiology. Endocrinology and metabolism**, v. 280, n. 6, p. E973-81, jun. 2001.

TEIXEIRA, H. et al. An exploratory study of perfectionism, professional factors and psychological well-being of dentistry academics. **Australian dental journal**, v. 66, n. 2, p. 175–181, jun. 2021.

TOLEDO, R. et al. Comparison of Physiological Responses and Training Load between Different CrossFit(®) Workouts with Equalized Volume in Men and Women. **Life (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 6, jun. 2021.

WANG, J.-S.; SEO, D.-W.; CHA, J.-Y. Mouthguard-effect of high-intensity weight training on masticatory muscle tone and stiffness in taekwondo athletes. **Journal of exercise rehabilitation**, v. 16, n. 6, p. 510–515, dez. 2020.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. Convite para participar de pesquisa clínica

CARTA DE INFORMAÇÃO AO PARTICIPANTE DA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

CONVITE PARA PARTICIPAR DE PESQUISA CLÍNICA

Você está sendo convidado para participar do estudo de pesquisa “Análise comparativa dos músculos do sistema estomatognático por meio de múltiplos instrumentos em atletas de *CROSSFIT*®”. A decisão de participar neste estudo é totalmente sua. Você pode se recusar ou decidir parar de participar desta pesquisa a qualquer momento e por qualquer razão.

Por favor, leia cuidadosamente toda a informação a seguir. Peça para explicar quaisquer palavras, termos ou seções que não estejam claras para você. Você também pode perguntar qualquer dúvida que você tenha sobre esta pesquisa. Não assine este formulário de consentimento a menos que tenha compreendido toda a informação contida nele e tenha esclarecido satisfatoriamente todas as suas dúvidas. Se você decidir participar deste estudo, será solicitado para você assinar este formulário. Você receberá uma via deste formulário assinado. Você deve manter sua via guardada em seus arquivos. Este documento apresenta informações incluindo, nomes e números de telefones importantes, que você poderá necessitar no futuro.

Rubrica do coordenador responsável:

Rubrica do pesquisador responsável:

Rubrica do participante ou responsável/tutor legal:

Data:

ANEXO 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você, _____, para participar voluntariamente do projeto de pesquisa “Análise comparativa dos músculos do sistema estomatognático por meio de múltiplos instrumentos em atletas de *CROSSFIT*®”, tendo como pesquisador responsável o Prof. Dr. Evandro Marianetti Fioco da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Você está tomando ciência e foi esclarecido (a) de maneira a não restarem quaisquer dúvidas sobre a participação do (a) menor, pelo (a) qual você é responsável, no estudo, de acordo com os termos abaixo relacionados. Você está sendo informado que:

- 1) O objetivo deste estudo será avaliar a atividade, tamanho e força dos músculos do rosto e o nível de *stress*.
- 2) Estas análises serão feitas usando diferentes aparelhos: eletromiografia de superfície, ultrassom, *TSCAN*, termografia e um questionário *RESTQSport*.
- 3) O eletromiografo serve para ver a atividade dos músculos do rosto. Nesse exame, você vai ficar sentado(a) em uma cadeira confortável e os eletrodos serão colocados na sua pele. O desconforto causado resume-se na adesão da fita adesiva sobre a pele no local dos músculos a serem estudados no rosto. Os riscos serão mínimos e os benefícios esperados resumem-se em saber a função dos músculos após o uso deste aparelho. Durante esse exame de acordo com o protocolo, o indivíduo vai mastigar um pedaço de parafina, que não tem gosto, para analisar a força dos músculos do rosto e a parafina não é para ser engolida e sim descartada. O indivíduo não é obrigado a realizar o procedimento. Você está sendo esclarecido de que este método não aquece, não provoca dor e não causa risco a saúde.
- 4) O ultrassom é um aparelho que serve para medir o tamanho do músculo do rosto. No momento do exame você vai ficar sentado(a) em uma cadeira confortável, relaxado, em um ambiente calmo e com pouca iluminação. Não há risco e o benefício é avaliar a largura dos músculos. Você está sendo esclarecido de que este método não aquece, não provoca dor e não causa risco a saúde.
- 5) No *TSCAN* você vai ficar sentado(a) em uma cadeira confortável e vai morder um aparelho que é utilizado para analisar a força de mordida e dos dentes. O risco é de dor durante o movimento de fechamento dos dentes e algum desconforto do aparelho dentro da boca. O benefício é de avaliar a força de mordida da dos músculos. Você está sendo esclarecido de que este método pode provocar dor ou algum desconforto e não causa risco a saúde.
- 6) No exame de termografia será tirado uma fotografia do seu rosto para ver se você tem alguma inflamação na articulação que ajuda a você mastigar. Este exame não gera dor e/ou incomodo a você.
- 7) Em relação ao questionário *RESTQSport*, que avalia o estado de *stress*, é de fácil preenchimento, onde você responderá questões relacionadas a sua pratica esportiva, onde suas respostas serão utilizadas de maneira sigilosa, não proporcionando nenhum tipo de constrangimento.
- 8) Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é SOMENTE para autorizar a fazer os exames acima descritos para fins de pesquisa científica. Não será oferecido nenhum

tipo de pagamento para participar da pesquisa. Caso seja necessário, será pago transporte e alimentação no dia do exame. Os pesquisadores não irão interferir no tratamento que você recebe da equipe médica do Hospital das Clínicas da FMRP/USP.

9) Sua identidade será mantida em segredo e você que terá total liberdade para pedir maiores esclarecimentos antes e durante o desenvolvimento da pesquisa. Se tiver qualquer dúvida, você poderá ligar para o pesquisador e/ou Comitê de Ética em Pesquisa para pedir qualquer informação sobre o projeto.

10) Você terá permissão para fazer qualquer pergunta sobre tudo o que acontecer na pesquisa e que estará livre para cancelar (tirar) seu consentimento e parar a sua participação nesta pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

11) Você terá total liberdade para pedir maiores esclarecimentos antes e durante o desenvolvimento da pesquisa. Se tiver alguma dúvida poderá ligar para o pesquisador para pedir qualquer informação (Evandro Marianetti Fioco – Avenida do Café S/N – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – Tel.: (16-98189-3853). Suas reclamações e/ou insatisfações relacionadas à sua participação na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à secretaria do CEP/FORP/USP (16) 3315-0493 - Horário de atendimento das 13h às 18h, de segunda a sexta-feira, devendo conter seu nome que será mantido em sigilo. A sua participação não é obrigatória, e você poderá desistir a qualquer momento, retirando sua autorização. A não autorização deste trabalho não trará nenhum prejuízo a você, bem como a sua relação com o pesquisador ou com a Faculdade de Odontologia e Hospital das Clínicas – Universidade de São Paulo.]

Ribeirão Preto, de _____ de 2019.

Eu, _____, estou ciente das informações acima e concordo participar da pesquisa por livre e espontânea vontade.

RG: _____ CPF: _____
 Residente: _____ n.º: _____
 Cidade: _____ Estado: _____ CEP: _____ Fone:() _____

 Assinatura e/ou Biometria do (a) Participante da Pesquisa

 Prof. Dr. Evandro Marianetti Fioco
 Pesquisador Responsável
 Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica
 Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto Universidade de São Paulo

 Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo
 Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica
 Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto Universidade de São Paulo

Telefones para contato:

□ Secretaria do CEP: Avenida do Café, s/n.º - 14040-904 – Ribeirão Preto/SP Telefone: (16) 3315-0493.

□ Prof. Dr. Evandro Marianetti Fioco (16) 98189-3853. Avenida do Café, s/n.º - 14040-904 – Ribeirão Preto/SP.

ANEXO 3. RDC/TMD

EXAME CLÍNICO

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

Nenhum
 Direito
 Esquerdo
 Ambos

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

DIREITO		ESQUERDO	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

3. Padrão de Abertura:

Zero
 Direito (lado direito (do corrigido))
 Direito (lado direito corrigido ("S"))
 Direito (lado esquerdo (do corrigido))
 Direito (lado esquerdo corrigido ("S"))
 Outro tipo (Especifique)

4. Extensão de movimento vertical

Articulação superior utilizada

a. Abertura sem auxílio sem dor mm
 b. Abertura máxima sem auxílio mm

DOR MUSCULAR		DOR ARTICULAR	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

c. Abertura máxima com auxílio mm

DOR MUSCULAR		DOR ARTICULAR	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

4. Transparencia incisal vertical mm

5. Ruídos articulares (palpação)

a. abertura

DIREITO		ESQUERDO	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

mm. mm.
 (Medida de estalão na abertura)

6. Fechamento

DIREITO		ESQUERDO	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

mm. mm.
 (Medida de estalão no fechamento)

7. Estalido ou ruído ou clunk durante abertura passiva

DIREITO		ESQUERDO	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

8. Exarcação

a. Exarcação lateral direita mm

DOR MUSCULAR		DOR ARTICULAR	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

b. Exarcação lateral esquerda mm

DOR MUSCULAR		DOR ARTICULAR	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

c. Protrusão mm

DOR MUSCULAR		DOR ARTICULAR	
Máxila	<input type="checkbox"/>	Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>	Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>	Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>	Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>

4. Dor de boca aberta mm

Direito
 Esquerdo
 NA

FA-10000004-DAS-EPD08-A-C10A

7. Ruídos articulares em movimento

Ruídos diretos

7.0 Exercício direto

Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

7.1 Exercício esquerda

Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

7.2 Protrusão

Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

Ruídos esquerdos

7.0 Exercício direto

Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

7.1 Exercício esquerda

Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	
Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

7.2 Protrusão

Máxila	<input type="checkbox"/>
Mandíbula	<input type="checkbox"/>
Articulação	<input type="checkbox"/>
Músculos	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

INSTRUÇÕES ITENS 8-18

O examinador irá palpá-lo (você) em diferentes locais da sua face, cabeça e pescoço. Não gesticule que você influencia as respostas antes de se preparar para responder (R), ou dar (1-3). Por favor, esclareça o quanto de dor você sente para cada uma das palpadas de maneira com o mesmo nível. Marque o número que corresponde a quantidade de dor que você sente. Não gesticule que você faz ou não está fazendo resposta para as palpadas diretas e esquerdas.

R = Nenhuma pressão (sem dor)
 1 = dor leve
 2 = dor moderada
 3 = dor severa

8. Dor muscular extra-oral com palpação

	Direto	Esquerdo
a. Temporal posterior (1,0 Kg) "Parte de trás da cabeça (parte imediatamente acima do ouvido)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Temporal média (1,0 Kg) "Meio da cabeça (na linha frontal e margem lateral das sobrancelhas)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Temporal anterior (1,0 Kg) "Parte anterior da cabeça (acima e logo imediatamente acima do processo zigomático)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Masseter superior (1,0 Kg) "Bordas laterais dos dentes (maxila) e a base da ATM (articulação dentro do arco da mandíbula, palpado o lado da articulação)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Masseter médio (1,0 Kg) "Bordas laterais da face (parte de trás da cabeça anterior descendente ao orelha da mandíbula)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Masseter inferior (1,0 Kg) "Bordas laterais da mandíbula () em superior e anterior ao ângulo da mandíbula." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Região mandibular posterior (sub-lobulada região posterior do ângulo) (0,5 Kg) "Mandíbula: região da gengiva (abaixo e lateral do processo zigomático) e borda posterior da mandíbula. Não confundir com o local e pressão no ângulo da mandíbula." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Região submandibular (paragigal região lateral supra-lobulada) região anterior do ângulo (0,5 Kg) "Parte da borda lateral () em a frente do ângulo da mandíbula." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Dor articular com palpação		
a. Polo lateral (0,5 Kg) "Por fora (superior ou inferior) sobre a ATM." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ligamento posterior (0,5 Kg) "Direto do ouvido (pressão o dedo na direção anterior e medial (superior e posterior) em uma base fixada)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Dor muscular intra-oral com palpação		
a. Arco do pré-ângulo lateral (0,5 Kg) "Área dos músculos superiores (abaixo e distal anterior ao ângulo inferior sobre o lábio inferior superior. Não se deve palpar para cima e um ângulo para baixo para baixo)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Tendão do temporal (0,5 Kg) "Tendão (sem o dedo sobre a base anterior do processo zigomático, mova para cima. Palpe a área imediatamente posterior)." <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 4. Carta do Envio do Artigo



Marcelo Palinkas <palinkas@usp.br>

New manuscript received by Editorial Office (BIOLSPORT-02610-2021-01)

2 mensagens

Biology of Sport <kontakt@editorialsystem.com>

9 de outubro de 2021 08:00

Responder a: "m.demska@termedia.pl" <m.demska@termedia.pl>
Para: Marcelo Palinkas <palinkas@usp.br>

Dear Prof. Marcelo Palinkas,

Thank you for your manuscript: Crossfit®: an approach to bite force and masticatory muscle thickness.
The following number has been assigned to it: BIOLSPORT-02610-2021-01.

The manuscript will be checked by Editors and then sent to the Reviewers.
You will be informed by email about any further decisions on this article.

Thank you for submitting your work to our journal.

Yours sincerely,

Piotr Zmijewski, PhD
Editor-in-Chief
Biology of Sport
Institute of Sport in Warsaw, Poland

Editorial System is available here: <https://www.editorialsystem.com/biolisport/>

Marcelo Palinkas <palinkas@usp.br>

9 de outubro de 2021 07:57

Para: Simone Regalo <simone@forp.usp.br>, Ligia Franco Oliveira <ligiaf@oliveira@usp.br>, Selma Siessere <setmas@forp.usp.br>

[Texto das mensagens anteriores oculto]

ANEXO 5. Certificados

Mod Oral Pain Oral Care Basal 2017; May; 1:22(1):516-527

Zygomatic implants and electromyography

Journal section: *Clinical Pain-JMJD*
Publication Types: *Research*

doi: 10.4317/medoral.21639
<http://dx.doi.org/doi:10.4317/medoral.21639>

Masticatory muscle activity evaluation by electromyography in subjects with zygomatic implants

Moara de Rossi, Marcelo Palinkas, Bárbara de Lima-Lucas, Carla-Moreto Santos, Marisa Semprini, Ligia-Franco Oliveira, Isabela Hallak-Regalo, Edmilson-Oliveira Bersani, Reginaldo Migliorança, Selma Siéssere, Simone-Cecilio Hallak-Regalo

Department of Morphology, Physiology and Basic Pathology, School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil

Correspondence:
Avenida do Café, s/n
School of Dentistry of Ribeirão Preto
University of São Paulo
14040-904 Ribeirão Preto-
São Paulo, Brazil
palinkas@usp.br

de Rossi M, Palinkas M, de Lima-Lucas B, Santos CM, Semprini M, Oliveira LF, Hallak-Regalo I, Bersani EO, Migliorança R, Siéssere S, Hallak-Regalo SC. Masticatory muscle activity evaluation by electromyography in subjects with zygomatic implants. Mod Oral Pain Oral Care Basal. 2017; May; 1:22(1):516-527.
<http://www.modoral.com.br/doi/10.4317/medoral.21639.pdf>

Received: 27/06/2016
Accepted: 07/08/2017

Article Number: 21639 <http://www.modoral.com/>
© Mod Oral Pain Oral Care Basal 2017. ISSN 0866-6447 - eISSN: 1988-6966
eMail: modoral@modoral.com
Indexed in:
Science Citation Index Expanded
Journal Citation Reports
Index Medicus, MEDLINE, PubMed
Scopus, Embase and Cochrane
Index Medicus Equival

Abstract

Background: Zygomatic implants are an alternative treatment in the rehabilitation of atrophic maxilla to promote stability in the stomatognathic system. The aim of this study was to compare the electromyographic (EMG) activity of masseter and temporalis muscles in controls and in individuals with complete implant-supported dentures anchored in the zygomatic bone.

Material and Methods: Fifty-four volunteers of both genders (mean age 52.5 years) were selected and distributed into two groups: Individuals with zygomatic implant (ZIG; n=27) and fully dentate patients (CG; n=27). MyoSystem-BR1 was used to assess masseter and temporalis muscles EMG activity in different mandibular movements: protrusion, clenching, maximal voluntary contraction (MVC) with Parafilm M®; right and left laterality and chewing (peanuts and raisins). Data was processed, normalized (MVC) and analyzed using the SPSS 21.0. Student t-test ($P \leq 0.05$) was used for group comparison.

Results: The results were statistically significant ($P \leq 0.05$) for protrusion, clenching, right and left laterality and raisin chewing. For the mandibular posture conditions, the ZIG obtained higher EMG activity patterns when compared to CG. For the masticatory performance during chewing of peanuts and raisins, the ZIG showed higher EMG mean values when compared to CG.


Conclusions: The zygomatic implant promoted an active response of the muscle fibers (hyperactivity) during both mandibular posture and chewing conditions, probably due to the absence of periodontal receptors, which play a significant role for preparing a bolus for swallowing.

Key-words: Zygomatic implant, electromyography, masseter muscle, temporal muscle.

Original Article | [Published: 12 January 2018](#)

Analysis of the stomatognathic system of children according orthodontic treatment needs

Analyse des kindlichen stomatognathen Systems in Abhängigkeit vom kieferorthopädischen Behandlungsbedarf

[Simone Cecílio Hallak Regalo](#), [Bárbara de Lima Lucas](#), [Kranya Victoria Díaz-Serrano](#), [Nicolly Parente Ribeiro Frota](#), [Isabela Hallak Regalo](#), [Mariângela Salles Pereira Nassar](#), [Mariah Acioli Righetti](#), [Lígia Franco Oliveira](#), [Lígia Maria Napolitano Gonçalves](#), [Selma Siéssere](#) & [Marcelo Palinkas](#) 

Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie **79**, 39–47 (2018) | [Cite this article](#)

540 Accesses | **3** Citations | [Metrics](#)

O IMPACTO DA MALOCCLUSÃO NO SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO

L.M.N. GONÇALVES*, M. PALINKAS*, M.A. RIGHETTI*, L.F. OLIVEIRA*, I.H. REGALO*, S. SIËSSERE*, S.C.H. REGALO*

* Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil e-mail: dentesodetes@uol.com.br

Resumo: O conhecimento da morfologia facial, dos músculos mastigatórios e atividades musculares são de extrema importância para o entendimento do complexo sistema estomatoagnático. O desenvolvimento normal deste sistema tem um papel fundamental na qualidade de vida e bem estar de um indivíduo e quando ocorrem alterações que comprometam este complexo sistema, pode acarretar problemas fisiológicos e comportamentais sérios, afetando a qualidade de vida. Assim, esta pesquisa sobre maloclusão em crianças, avalia a atividade eletromiográfica e o desempenho mastigatório de 64 crianças saudáveis na faixa etária entre 05 e 10 anos de idade, observando a necessidade de tratamento ortodôntico. A classificação da maloclusão foi realizada por meio do Índice de Necessidade de Tratamento Ortodôntico (IOTN). As atividades EMG dos músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), músculo oblíquo da boca, segmento superior direito (OSD) e esquerdo (OSE) e músculo supra-bioido (SH) na condição de repouso, lateralidade direita e esquerda, protrusão, contração voluntária máxima com e sem Parafilm M®, deglutição de água, deglutição de saliva, mastigação habitual e não habitual, foram realizadas pelo eletromiográfico Trigno™ Wireless Delta. As crianças foram distribuídas pelo tipo de maloclusão (IOTN): G1: grau 1 (n=26; média de idade 8,00±0,44), G2: grau 2 (n=28; média de idade 8,89±0,44) e G3: grau 3 (n=10; média de idade 8,00±0,59). Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística (SPSS 22.0, ANOVA, p<0,05). Foram encontrados resultados significativos na atividade eletromiográfica no repouso, protrusão, lateralidade direita e mastigação habitual com MM de amendoim. De acordo com os resultados obtidos, o grau 3 de maloclusão promoveu hiperatividade muscular e menor desempenho mastigatório.

Palavras-chave: maloclusão, crianças, eletromiografia, músculos mastigatórios.

Abstract: Knowledge of facial morphology, masticatory muscles and muscle activities are of the utmost importance for the understanding of the stomatognathic system complex. The normal development of this system has a key role in the quality of life and well-being of an individual and when changes occur that can compromise this complex system may cause serious physiological and behavioral problems, affecting the quality of life. Thus, this research on malocclusion in children, assessed the electromyographic activity of masticatory performance and 64 healthy children ranging in age between 05 and 10 years of age, noting the need for orthodontic treatment. The classification of malocclusion was held through the index of Orthodontic treatment Need (IOTN). EMG activities of masseter muscles right (MD), masseter left (ME), temporal right (TD), temporal left (TE), oblique muscle of mouth, right upper segment (OSD) and left (OSE) and muscle supra-bioides (SH) on condition of stopped, right and left laterality, protrusion, maximum voluntary contraction with and without Parafilm M®, swallowing of water, swallowing of saliva, habitual and non-habitual chewing, were undertaken by an electromyograph Delta Wireless Trigno™. The children were distributed by type of malocclusion (IOTN): G1: grade 1 (n = 26; average age 8.00 ± 0.44), G2: grade 2 (n = 28; average age 8.89 ± 0.44) and G3: grade 3 (n = 10; average age 8.00 ± 0.59). The data obtained were tabulated and submitted to statistical analysis (SPSS 22.0, ANOVA, p < 0.05). The following results were found EMG activity was significant in the at rest, protrusion, right-handedness and habitual chewing with peanuts MM. According to the results obtained, the 3 degree of malocclusion muscular hyperactivity and promoted less masticatory performance.

Keywords: malocclusion, child, electromyography, masticatory muscles.

Introdução

As maloclusões dentárias são anomalias de crescimento e desenvolvimento, que acontecem desde a distribuição dos dentes na maxila e mandíbula, até os ossos e músculos da face [1]. Estas são originadas de fatores genéticos e ambientais [2], sendo consideradas problemas de saúde pública mundial e a terceira prioridade no cuidado bucal. As maloclusões provocam limitações funcionais e interferem no bem estar psicossocial do indivíduo [3], além de promoverem alterações no sistema estomatoagnático [4, 5]. A fim de se mensurar a necessidade real de um tratamento ortodôntico, priorizando o atendimento dos indivíduos com maior necessidade de intervenção, [2] validou-se alguns índices occlusais desenvolvidos com esse objetivo, assim, o Índice de Necessidade de Tratamento Ortodôntico (IOTN) tem sido utilizado em vários países [7, 8] e foi o critério para a classificação das maloclusões nesta pesquisa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade eletromiográfica e a eficiência das ações mastigatórias em habitual e não habitual por meio do sinal eletromiográfico dos músculos masseter, temporal, oblíquo e supra-bioides direito e esquerdo de crianças saudáveis com maloclusão.

Material e Métodos

Este estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (processo n.42857315.7.0000.5419) de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. A participação do menor de idade está foi realizada mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos pais/responsáveis e pelo assentimento da criança participante. Foram avaliadas 64 crianças saudáveis na faixa etária de 05 e 10 anos de idade e distribuídas pelo tipo de maloclusão (IOTN): G1: grau 1 (n=26; média de idade 8,00±0,44), G2: grau 2 (n=28; média de idade 8,89±0,44) e G3: grau 3 (n=10; média de idade 8,00±0,59). As atividades EMG dos músculos masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), músculo oblíquo da boca, segmento superior direito (OSD) e esquerdo (OSE) e músculo supra-bioides (SH) na condição de repouso, lateralidade direita e esquerda, protrusão, contração voluntária máxima com e sem Parafilm M®, deglutição de água, deglutição de saliva, mastigação habitual e não habitual, foram realizadas pelo eletromiográfico Trigno™ Wireless Delta. A eficiência mastigatória foi avaliada por meio da integral da envolvida do sinal eletromiográfico (microvolts/segundos) dos músculos masseteres e temporais durante a mastigação habitual de MM e bis e mastigação não habitual de material inerte (Parafilm M®, Pechinory Plastic Packaging, Bateria, IL, EUA). Os dados foram analisados utilizando o software aplicativo do tipo científico, versão 22.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Resultados

Houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) nas atividades eletromiográficas nas condições de repouso (R), protrusão (P), lateralidade direita (LD) e mastigação habitual (MH).

Músculo	Grupo	EMG (µV)	Erro Padrão (s)	Condição
Masseter direito	G1	0,08	0,01	R
	G2	0,08	0,01	
	G3	0,24	0,09	
Masseter esquerdo	G1	0,10	0,01	LD
	G2	0,16	0,03	
	G3	0,63	0,10	
Masseter superior	G1	0,77	0,11	MH
	G2	0,48	0,08	
	G3	1,44	0,57	
Temporal direito	G1	0,15	0,02	R
	G2	0,16	0,02	
	G3	0,30	0,10	
Temporal esquerdo	G1	0,11	0,01	P
	G2	0,16	0,02	
	G3	0,28	0,08	

Autologous Hematopoietic Stem Cell Therapy of the Subjects with Systemic Sclerosis: Electromyographic Results of the Masticatory Muscles

Thamyres Branco¹, Ligia Franco Oliveira¹, Marcelo Palinkas^{1,2,3}, Paulo Batista de Vasconcelos¹, Maria Carolina Oliveira⁴, Belinda Pinto Simões⁴, Isabela Hallak Regalo¹, Selma Siéssere^{1,3}, Simone Cecilio Hallak Regalo^{1,3}

¹School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, São Paulo, Brazil;

²Faculty Anhanguera, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil;

³National Institute and Technology – Translational Medicine (INCT.TM), São Paulo, Brazil;

⁴School of Medicine, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil;

Bone Marrow Transplantation Unit, Hospital das Clínicas, School of Medicine, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil

Received June 28, 2020; Accepted September 14, 2020.

Key words: Systemic sclerosis – Hematopoietic stem cell transplantation – Electromyography – Masticatory muscles

Abstract: Musculoskeletal system impairment is a major cause of functional alterations in subjects with systemic sclerosis. Autologous hematopoietic stem cell therapy (AHST) may have an important role in the treatment functional of systemic sclerosis patients. The aim of this pilot study was to assess whether AHST interferes with the electromyographic activity of the masseter and temporalis muscles of subjects with systemic sclerosis. Before transplantation, seven subjects with systemic sclerosis (mean age [\pm SD], 40.1 \pm 9.6 years) underwent electromyographic analysis of the masseter and temporalis muscles in mandibular tasks at rest, right and left laterality, protrusion and maximum voluntary contraction. Two months after AHST, the subjects re-evaluated using the same methods.

This study was supported by the Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, State of São Paulo Research Foundation (FAPESP) and National Institute and Technology – Translational Medicine (INCT.TM).

Mailing Address: Prof. Marcelo Palinkas, PhD., School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Avenida do Café s/n, Bairro Monte Alegre CEP 14040-904, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil; e-mail: palinkas@usp.br

<https://doi.org/10.14712/23362936.2020.15>

© 2020 The Authors. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

ANEXO 6. Artigo**Crossfit®: an approach to bite force and masticatory muscle thickness****Running title: Crossfit® and stomatognathic system**

Lígia Franco Oliveira¹, Marcelo Palinkas^{*,1,2}, Nayara Soares da Silva¹, Evandro Marianetti Fioco¹, Edson Donizetti Verri¹, Saulo César Vallin Fabrin¹, Guilherme Gallo Costa Gomes¹, Isabela Hallak Regalo¹, Selma Siéssere^{1,2}, Simone Cecilio Hallak Regalo^{1,2}

¹ Department of Basic and Oral Biology , Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, Brazil.

² Department of Neuroscience and Behavioral Sciences, Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo and National Institute and Technology - Translational Medicine (INCT.TM), Brazil.

*Corresponding author. Department of Basic and Oral Biology, School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Avenida do Café, s/n, Bairro, Monte Alegre, CEP: 14040-904 Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. E-mail: palinkas@usp.br

Abstract

BACKGROUND: Crossfit® is based on physical improvements related to strength and endurance. This study aimed to evaluate the molar bite force and masticatory muscle thickness in athletes practicing Crossfit®. **METHODS:** This cross-sectional study included 40 participants who were divided into groups: athletes who had been practicing Crossfit® (n = 20) and healthy participants who were not practicing physical exercise (n = 20). The molar bite force (right and left sides) was measured using a dynamometer. The thickness of the masseter and temporalis muscles at rest and dental clenching in maximum voluntary contraction tasks were analyzed using ultrasound. The data were analyzed using a t-test with a 5% significance level. **RESULTS:** Significant differences were found in the right (p=0.001) and left (p=0.008) maximum bite forces between the two groups. The Crossfit® group showed a greater maximum bite force than the non-sports group. There were significant differences in the thickness of the right (p=0.032) and left (p=0.004) masseter muscles during dental clenching in maximum voluntary contraction, and in the thickness of the left masseter muscle (p=0.015) at rest. The Crossfit® group showed greater muscle thickness than the non-sports group. **CONCLUSIONS:** The results of this study suggest that Crossfit® produces morphofunctional changes in the stomatognathic system when maximum bite force and masseter and temporalis muscles thickness are observed. We highlight the importance of analyzing the stomatognathic system of athletes who practice strength and endurance sports, showing the importance of knowing the functional characteristics of the organism as a whole to improve physical performance.

Key words: Crossfit®; Physical activity; Bite force, Muscle thickness, Masticatory muscle

Introduction

Dental science and sports are lining up through increasingly promising discoveries that demonstrate the impact of oral health on the performance of high-performance athletes to promote health and quality of life ¹⁻⁵. The physical ability and balance of the body required in sports can be influenced by dental occlusion; for example, by showing the relationship between muscles, clenching of the teeth, sports performance, and health⁶.

An understanding of what happens to the human body when it undergoes physical improvement related to strength and endurance with the functional aspects, especially the stomatognathic system, demonstrates that the systems are interconnected and can respond directly to physical stimuli ⁷.

Sports, when regularly practiced, promote health benefits ⁸. For example, training by Crossfit® improves strength and endurance and increases functional performance ^{9,10}. Crossfit® is known as a high-intensity physical program performed with small or no intervals between sessions, and is practiced worldwide in more than 11,481 official academies ¹¹.

The musculoskeletal system is composed of three main structures: bones, joints, and muscles ¹². Crossfit® known as a sports modality promotes improvement in the functional condition of these structures while working on the muscle mass and body fat ratio, thereby, improving the athlete's performance ¹³.

It is important to functionally evaluate individuals who regularly engage in physical activities, especially those which are characterized by strength intensity; however, little is known about the impact of these activities on the stomatognathic system, which is complex and interdependent, covering static and dynamic structures ¹⁴. By analyzing this complex system, it is possible to understand how the function and morphology of dynamic structures

are influenced by sports activities, providing possible anatomical and functional modifications¹⁵. Therefore, the objective of this study was to evaluate the molar bite force and masseter and temporalis muscle thickness of athletes practicing Crossfit® to demonstrate whether there are functional alterations in the stomatognathic system. The null hypothesis was that there was no significant difference in the molar bite force and the masseter and temporalis muscle thickness between the group of athletes who practiced Crossfit® and the group of healthy individuals who did not engage in physical exercise. This study proposed two hypotheses about athletes who practiced Crossfit®: they have a greater molar bite force and have thicker masticatory muscles.

Material and methods

Participants and experimental design

This comparative cross-sectional observational study was carried out at the Laboratory of Electromyography of the Department of Basic and Oral Biology, Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, and at the Laboratory of Biomechanical Analysis of Movement of the Claretian Centro Universitário de Batatais, São Paulo, Brazil. The study was conducted under the ethical standards of the Helsinki Declaration and was approved by the local Ethics Committee (process # 19828619.5.0000.5419). Written informed consent was obtained from all participants.

The number of Crossfit® training practitioners in Brazil was not considered during sample size calculation as there were no official records. Therefore, this sample was used for convenience. The *post-hoc* test was performed at an α level of 0.05 and power (π) of 0.81 for the main result of maximum right molar bite force to confirm the sample size (20 individuals in each group) using the G* Power software (v.3.1.9.2, Franz Faul, Universität Kiel, Germany). The mean \pm standard deviation (SD) of the maximum right molar bite force was

39.67 ± 17.20 for the group of athletes who practiced Crossfit®, while that of the group of healthy individuals not practicing physical exercises was 27.41 ± 12.97, producing an effect size of 0.815.

A total of 60 participants aged between 25 and 35 years and following the inclusion and exclusion criteria were evaluated, of which 20 participants were selected (12 women and 8 men) as the group that had been practicing Crossfit® (GI) training for a minimum of two years, with a practice routine of five days per week. The mean age of the participants in this group was 30.8 ± 4.4 years. The group of healthy participants who did not practice physical exercises (GII), known as the control group, was constituted by means of individual-to-person pairing with the GI observing body mass index. The mean age of the participants of this group was 30.0 ± 5.7 years. The characteristics of the participants in both groups are shown in Table I.

The recruitment of participants who practiced Crossfit® training was carried out in two gyms in the city of Ribeirão Preto and the metropolitan region of São Paulo, Brazil, which maintained the same standard of physical training. The exercises encompassed high-intensity, constant functional movements, and sustained variations during the session. The instructor determined a sequence, and all participants performed the same physical exercises while maintaining the daily protocol.

All selected individuals met the following inclusion criteria: age between 25 and 35 years, normal occlusion (Angle Class I), presence of all teeth except for third molars, non-smokers, absence of cardiovascular and neurological diseases. The exclusion criteria were as follows: presence of temporomandibular disorders (Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders), muscle injuries in the last five months, use of medications and/or dietary supplements that could interfere with muscle function, ulcerations, open

wounds or skin hypersensitivity, systemic pathologies (decompensated), and orthodontic treatment.

Measurement of the maximum bite force

The maximum bite force was measured using a digital dynamometer (Kratos Equipment model IDDK, São Paulo, Brazil) with a bite fork^{16,17}. The equipment consisted of two rods with Teflon discs at the ends, on which the maximum bite force was captured. The dynamometer was cleaned with alcohol, and the device's bite rods were protected with disposable latex finger cots (Wariper-SP) following the biosafety criteria.

All participants received information on the maximum molar bite force. The tests were performed by squeezing the equipment rods before the records were obtained to ensure the reliability of the protocol. The measurements, which were reported in newtons, were performed in the region of the first molar, detecting both the right and left arches. Each participant was asked to bite the nails three times, with maximum effort, resting for two minutes between records^{18,19}. The maximum molar bite force value was recorded and used for statistical analysis.

Measurement of masticatory muscle thickness

A portable ultrasound device (NanoMaxx; SonoSite Inc., Bothell, WA, USA) with a 13-MHz linear transducer positioned on the fibers of the masseter and temporalis muscles was used to measure thickness during mandibular rest and dental clenching tasks during maximum voluntary contraction.

During the performance of the protocol with the function of recording the ultrasound images, the individuals remained seated in an upright posture, without head fixation, with the soles of their feet on the ground and the palms of their hands resting on their thighs. Specific

guidelines were provided asking the individual to remain calm during data collection. The locations of the masseter and temporalis muscles were confirmed by digital palpation^{16,20,21}.

In this protocol, a water-based electroconductive gel was used between the integumentary tissue and the linear transducer, with the objective of suppressing the air so that it does not interfere with the capturing of the ultrasonographic image. The transducer was positioned transversely to the direction of the muscle fibers, considering that the belly of the masseter muscle is located approximately 2.75 cm above the angle of the mandible towards the upper eyelid and the anterior portion of the temporalis muscle, approximately 1.25 cm behind and above the external angle of the eye²².

Three ultrasonographic images of the masseter and temporalis muscles were obtained at rest and during dental clenching in the maximum voluntary contraction task, with an interval of two minutes between images^{16,21}. Measurements were performed by a single qualified professional. From the three measurements of each masticatory muscle in centimeters, mean values were obtained for statistical analysis.

Statistical analysis

Data were analyzed using Student's t-test, considering bite force and muscle thickness as variables. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$. Statistical analysis was performed using IBM® SPSS® (version 26.0; IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The Shapiro–Wilk test was applied to verify the normal distribution of data on bite force and muscle thickness.

Results

The maximum bite force and masticatory muscle thickness in athletes who practiced Crossfit® and healthy participants who did not practice physical exercise are shown in Table II. Significant differences were found in the right ($p = 0.001$) and left ($p = 0.008$) maximum

bite forces between the two groups. The Crossfit® group showed a greater maximum bite force than the non-sports group. There were significant differences in the right ($p = 0.032$) and left ($p = 0.004$) masseter muscle thickness during dental clenching in maximum voluntary contraction and the left masseter muscle thickness ($p = 0.015$) at rest. The Crossfit® group showed greater muscle thickness than the non-sports group.

Discussion

The null hypothesis of this study was rejected because there were significant differences in maximum bite force, left masseter muscle thickness at rest, and masseter muscle thickness (right and left) in dental clenching during maximal voluntary contraction between the two groups, showing the relationship between the functional mechanism of physical training and the stomatognathic system.

Our first hypothesis was that the athletes practicing Crossfit® had experienced an increase in the maximum bite force. This hypothesis was based on previous studies that found an association between strength, power, and physical conditioning²³. Therefore, the first hypothesis was accepted because the group of athletes practicing Crossfit® showed an increase in the maximum bite force with significant differences compared to the healthy individuals who did not practice physical exercise.

In high-intensity exercises that are considered anaerobic, fast-twitch muscle fibers are the most activated because they have the electrochemical capacity to transmit action potentials²⁴. During this type of exercise, the muscle fibers used are known as type II (white) or fast-twitch muscle fibers, which increase in volume due to the increased spacing of the Z lines that delimit the repetitive unit of the myofibrils²⁵. This fact could explain the greater bite force of the group of athletes practicing Crossfit® because of the relationship between the

size of muscle fibers of the masseter muscles (which are type II muscle fibers) and the bite force of adult participants ^{26,27}.

Our second hypothesis was that the group of athletes practicing Crossfit® experienced an increase in the thickness of the masseter and temporalis muscles. This hypothesis was based on scientific reports that showed that sports modalities promote greater recruitment of striated skeletal muscle fibers that can modify morphofunctional parameters and improve neuromuscular efficiency ²⁸. The second hypothesis of this study was also accepted.

There are hypotheses that could explain the results of these variables, based on the functional and physiological assumptions. First, we need to reflect on the behavior of the static and dynamic structures of the stomatognathic system regarding the training of Crossfit® athletes. It is known that during the practice of many sports that require both physical effort and concentration, teeth clenching is present, and can develop involuntarily ⁶.

Dental occlusion can affect the physical capacity and body balance. During teeth clenching as a result of physical activity, there is an increase in tension due to isometric muscle contraction, which can lead to muscle hypertrophy ^{29,30}. According to this hypothesis, it could have occurred in athletes practicing Crossfit®, causing an increase in the thickness of the masticatory muscles. In this study, we did not investigate whether the athletes clenched their teeth during sports.

On the other hand, after training with maximum effort, the body responds physiologically through changes in muscle glycogen, blood lactate, heart rate, and hormonal levels ³¹. When observing a physically fit athlete, the body can, for example, reduce the lactate levels in the muscles recruited during high-intensity physical efforts. When evaluating the lactate concentration, it cannot be said that it is a waste product of metabolism; rather, it is

a source of chemical energy, a product of glucose metabolism, which accumulates as a result of high-intensity exercise and stimulates muscle hypertrophy ³².

After lactate is formed in the skeletal striated musculature, it propagates in the interstitial space and into the bloodstream, undergoes tamponade, and is removed from the site of energy metabolism, associating its concentration with the release of growth hormone (GH), a hormone that may have an indirect influence on the muscle hypertrophy process ³³.

Type 1 insulin-like growth factor or somatomedin C, also known as IGF-1 (insulin-like growth factor-1), is a hormone that mediates the effects of GH ³⁴, produced in the liver, which acts as a hypertrophic inducer of muscle cells ³⁵ resulting from increased protein synthesis by stimulating the intracellular signaling pathway P13K/AkT/mTOR in physiological hypertrophy, resulting from strength training ^{36,37}. This factor may also be associated with the increased thickness of masticatory muscles in the group of athletes who practice Crossfit®. In this study, the IGF1 test was not performed to quantify growth hormones.

Through a neuromuscular approach, we can also suggest the reason for the increase in the thickness of the masseter and temporalis muscles in the group of athletes who practice Crossfit®. They develop a workout with anaerobic muscle characteristics, thus promoting strength with an increase in the volume of muscle fibers, especially those of the white type, and due to the increased spacing of the Z lines, hypertrophy is triggered in the skeletal striated musculature ³⁸. This is another factor that could be associated with of the masticatory muscles thickness.

During physical conditioning of the human organism through a sport modality, all systems, including the stomatognathic system, produce instantaneous or delayed responses to maintain the biochemical and physiological balance. Crossfit® training is directly related to

the strength and endurance of the upper and lower limbs, which is linked with anaerobic energy production that promotes an improvement in the functional performance ³⁹.

Physical exercise challenges homeostasis and the human body always tries to find new ways to maintain the dynamic balance of the body through adaptive responses of the metabolic, immune, and hormonal systems ⁴⁰. When evaluating the stomatognathic system of athletes, the scientific community needs to understand how this system behaves as a result of the physical stimuli of physical conditioning and, therefore, understand the importance of the relationship between dentistry and sports to demonstrate that high-performance athletes show morphofunctional changes that may or may not interfere with physical and sporting performances.

This study had some limitations. The first limitation was the inability to assess the clinical signs of tooth clenching during sports. The second limitation was the use of a convenient sample, as there are no official data on the number of athletes in Brazil who practice Crossfit®. The third limitation was that the IGF1 test was not performed to measure growth hormone levels that could explain masticatory muscle hypertrophy.

Conclusion

The results of this study suggest that individuals who practice Crossfit® training have morphofunctional alterations in the stomatognathic system, especially in the maximum molar bite force and masseter muscle thickness. Continuous, intermittent and high-intensity sports training provides an increase in strength and thickness of the masticatory muscles, which indicates that the systems of the human body are interconnected, responding to physical stimuli provided by continuous training, and is an important factor in understanding the functional characteristics that will improve an athlete's performance.

Therefore, future research will be needed to further explain the findings of this study, which shows that there are still gaps in sports dentistry when evaluating the dynamic structures of the stomatognathic system associated with high-intensity sports modalities.

Acknowledgements

The authors thank the National Institute and Technology - Translational Medicine (INCT.TM) and São Paulo and São Paulo State Research Support Foundation (FAPESP) for support during this study.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Authors' contribution

Lígia Franco Oliveira, Simone Regalo, Marcelo Palinkas and Selma Siéssere participated in the conception and design of the study. Lígia Franco Oliveira, Nayara da Silva, Guilherme Gomes, Edson Verri, Evandro Fioco, Isabela Regalo and Saulo Fabrin conducted the acquisition, analysis and interpretation of data. Lígia Franco Oliveira, Selma Siéssere, Marcelo Palinkas and Simone Regalo conducted the statistical analysis and wrote the first draft of the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript.

REFERENCES

1. Stamos A, Mills S, Malliaropoulos N, Cantamessa S, Dartevelle JL, Gündüz E, et al. The european association for sports dentistry, academy for sports dentistry, european college of sports and exercise physicians consensus statement on sports dentistry integration in sports medicine. *Dent Traumatol.* 2020;36:680-684.
2. Alkan B, Guzeldemir-Akcakanat E, Odabas-Ozgun B, Ozgun T, Demirdizen-Taskiran A, Kir HM, et al. Effects of exercise on periodontal parameters in obese women. *Niger J Clin Pract.* 2020;23:1345-1355.
3. Ghone U, Sarode G, Sarode S, Patil S. Revisiting sports dentistry with a critical appraisal. *J Contemp Dent Pract.* 2021;22:105-106.
4. Park HK, Park JY, Choi NR, Kim UK, Hwang DS. Sports-related oral and maxillofacial injuries: a 5-year retrospective study, Pusan National University Dental Hospital. *J Oral Maxillofac Surg.* 2021;79:203.e1-203.e8
5. Wang J-S, Seo D-W, Cha J-Y. Mouthguard-effect of high-intensity weight training on masticatory muscle tone and stiffness in taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil.* 2020;16:510–515.
6. Kinjo R, Wada T, Churei H, Ohmi T, Hayashi K, Yagishita K, et al. Development of a wearable mouth guard device for monitoring teeth clenching during exercise. *Sensors (Basel).* 2021;21:1503.
7. Kusy K, Błażejowski J, Gilewski W, Karasek D, Banach J, Bujak R, et al. Aging athlete's heart: an echocardiographic evaluation of competitive sprint- versus endurance-trained master athletes. *J Am Soc Echocardiogr.* 2021:S0894-7317:00552-6.

8. Hamdouni H, Kliszczewicz B, Zouhal H, Rhibi F, Ben Salah FZ, Ben Abderrahman A. Effect of three fitness programs on strength, speed, flexibility and muscle power on sedentary subjects. *J Sports Med Phys Fitness*. 2021.
9. Dos Santos Quaresma MVL, Guazzelli Marques C, Nakamoto FP. Effects of diet interventions, dietary supplements, and performance-enhancing substances on the performance of CrossFit-trained individuals: A systematic review of clinical studies. *Nutrition*. 2021;82:110994.
10. Mangine GT, Feito Y, Tankersley JE, McDougale JM, Kliszczewicz BM. Workout pacing predictors of Crossfit(®) open performance: a pilot study. *J Hum Kinet*. 2021;78:89–100.
11. Schlegel P. Crossfit® training strategies from the perspective of concurrent training: a systematic review. *J Sports Sci Med*. 2020;19:670–680.
12. Shraim MA, Massé-Alarie H, Hall LM, Hodges PW. Systematic review and synthesis of mechanism-based classification systems for pain experienced in the musculoskeletal system. *Clin J Pain*. 2020 ;36:793–812.
13. Bahremand M, Hakak Dokht E, Moazzami M. A comparison of CrossFit and concurrent training on myonectin, insulin resistance and physical performance in healthy young women. *Arch Physiol Biochem*. 2020;1–7.
14. Saratti CM, Rocca GT, Vaucher P, Awai L, Papini A, Zuber S, et al. Functional assessment of the stomatognathic system. Part 2: The role of dynamic elements of analysis..*Quintessence Int*. 2021;0:2-14.
15. Fioco EM, Palinkas M, Verri ED, Scalize PH, Vasconcelos PB, Silva GP, et al. Analysis of bite force, emg, and thickness of the masticatory muscles in swimmers: crawl modality. *Acta Scientific Dental Sciences*. 2018; 2:33-40.

16. Palinkas M, Nassar MS, 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 ;55:797–802.
17. Manzon L, Vozza I, Poli O. Bite force in elderly with full natural dentition and different rehabilitation prosthesis *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:1424.
18. Bonjardim LR, Lopes-Filho RJ, Amado G, Albuquerque RLCJ, Goncalves SRJ. Association between symptoms of temporomandibular disorders and gender, morphological occlusion, and psychological factors in a group of university students. *Indian J Dent Res.* 2009;20:190–194.
19. Bertram S, Brandlmaier I, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Cross-sectional characteristics of the masseter muscle: an ultrasonographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2003;32:64–68.
20. Andrade AS, Gavião MBD, Derossi M, Gameiro GH. Electromyographic activity and thickness of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. *Clin Anat.* 2009;22:200–206.
21. Righetti MA, Taube OLS, Palinkas M, Gonçalves LMN, Esposto DS, de Mello EC, et al. Osteoarthritis: analyze of the molar bite force, thickness and masticatory efficiency. *Prague Med Rep.* 2020;121:87–95.
22. da Silva JM, Pires CPAB, Rodrigues LAM, Palinkas M, De Luca Canto G, Vasconcelos PB, et al . Influence of mandibular tori on stomatognathic system function. *Cranio.* 2017;35:30–37.
23. Lockie RG, Dawes JJ, Maclean ND, Pope RP, Holmes RJ, Kornhauser CL, et al. The impact of formal strength and conditioning on the fitness of law enforcement recruits: a retrospective cohort study. *Int J Exerc Sci.* 2020;13:1615–1629.

24. Sleutjes BTHM, Ruisch J, Nassi TE, Buitenweg JR, van Schelven LJ, van den Berg LH, et al. Impact of stimulus duration on motor unit thresholds and alternation in compound muscle action potential scans. *Clin Neurophysiol.* 2021;132:323–331.
25. de Souza Leite F, Rassier DE. Sarcomere length nonuniformity and force regulation in myofibrils and sarcomeres. *Biophys J.* 2020;119:2372–2377.
26. Castelo PM, Gavião MB, Pereira LJ, Bonjardim LR. Masticatory muscle thickness, bite force, and occlusal contacts in young children with unilateral posterior crossbite. *Eur J Orthod.* 2007;29:149-156.
27. Ringqvist M. Fiber types in human masticatory muscles. Relation to function. *Scand J Dent Res.* 1974;82:333–355.
28. Ben-Zeev T, Okun E. High-intensity functional training: molecular mechanisms and benefits. *Neuromolecular Med.* 2021;23:335–338.
29. Hasegawa K, Takeda T, Nakajima K, Ozawa T, Ishigami K, Narimatsu K, et al. Does clenching reduce indirect head acceleration during rugby contact? *Dent Traumatol.* 2014;30:259–264.
30. Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O. Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. *Clinics (Sao Paulo).* 2018;73:e453.
31. Toledo R, Dias MR, Toledo R, Erotides R, Pinto DS, Reis VM, Novaes JS, Vianna JM, Heinrich KM. Comparison of physiological responses and training load between different Crossfit(®) workouts with equalized volume in men and women. *Life (Basel).* 2021;11:586.
32. Nalbandian M, Radak Z, Takeda M. Lactate metabolism and satellite cell fate. *Front Physiol.* 2020;11:610983.

33. Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med.* 2003;33:599–613.
34. Lodjak J, Verhulst S. Insulin-like growth factor 1 of wild vertebrates in a life-history context. *Mol Cell Endocrinol.* 2020;518:110978.
35. Hameed M, Harridge SDR, Goldspink G. Sarcopenia and hypertrophy: a role for insulin-like growth factor-1 in aged muscle? *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30:15–19.
36. Barbalho SM, Prado Neto EV, De Alvares Goulart R, Bechara MD, Baisi Chagas EF, Audi M, et al. Myokines: a descriptive review. *J Sports Med Phys Fitness.* 2020;60:1583–1590.
37. Barton ER, Pham J, Brisson BK, Park S, Smith LR, Liu M, et al. Functional muscle hypertrophy by increased insulin-like growth factor 1 does not require dysferlin. *Muscle Nerve.* 2019;60:464–473.
38. Rocha LC, Pimentel Neto J, de Sant'Ana JS, Jacob CDS, Barbosa GK, Krause Neto W, et al. Repercussions on sarcomeres of the myotendinous junction and the myofibrillar type adaptations in response to different trainings on vertical ladder. *Microsc Res Tech.* 2020;83:1190–1197.
39. Schlegel P. CrossFit® Training strategies from the perspective of concurrent training: a systematic review. *J Sports Sci Med.* 2020;19:670–680.
40. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production *Physiol Rev.* 2008;88:1243–1276.

Table I. Differences in characteristics (mean \pm standard error) between athletes who practiced Crossfit® (GI) and healthy participants who do not engage in physical exercises (GII).

Groups	Age	Body Mass Index
GI	30.8 \pm 0,9	25.1 \pm 0.5
GII	30.0 \pm 1.2	23.3 \pm 0.7
p-value	0.63	0.08

* Significant difference, Student's t-test (i.e., $p < .05$)

Table II. Differences in mean values (\pm standard deviations) of variables between groups.

Variables	GI	GII	p-value
Bite Force (N)			
Right	389.02 \pm 168.67	268.80 \pm 127.19	0.01
Left	359.41 \pm 135.52	247.12 \pm 119.15	0.008
Muscle thickness (cm)			
Rest			
RM	1.21 \pm 0.21	1.15 \pm 0.22	0.42
LM	1.24 \pm 0.30	1.06 \pm 0.12	0.01
RT	0.52 \pm 0.10	0.51 \pm 0.11	0.79
LT	0.51 \pm 0.11	0.50 \pm 0.10	0.87
MVC			
RM	1.42 \pm 0.20	1.29 \pm 0.15	0.03
LM	1.47 \pm 0.32	1.22 \pm 0.16	0.004
RT	0.57 \pm 0.11	0.56 \pm 0.12	0.88
LT	0.58 \pm 0.14	0.55 \pm 0.12	0.42

GI, athletes who practiced Crossfit®; GII, healthy participants who did not engage in physical exercises; RM, right masseter; LM, left masseter; RT, right temporalis; LT, left temporalis; MVC, maximum voluntary contraction; significant difference, Student's t-test ($p < 0.05$).