UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

NICOLLY PARENTE RIBEIRO FROTA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO MASTIGATÓRIO, FORÇA OCLUSAL E
MOBILIDADE MANDIBULAR EM CRIANÇAS COM E SEM NECESSIDADE
DE TRATAMENTO ORTODÔNTICO**

Ribeirão Preto - SP
2017

NICOLLY PARENTE RIBEIRO FROTA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO MASTIGATÓRIO, FORÇA OCLUSAL E
MOBILIDADE MANDIBULAR EM CRIANÇAS COM E SEM NECESSIDADE
DE TRATAMENTO ORTODÔNTICO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak
Regalo

Ribeirão Preto - SP

2017

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 à fonte.

CATALOGAÇÃO DA PUBLICAÇÃO

Serviço de Documentação Odontológica

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

FICHA CATALOGRÁFICA

Frota, Nicolly Parente Ribeiro

Avaliação do desempenho mastigatório, força oclusal e mobilidade mandibular em crianças com e sem necessidade de tratamento ortodôntico. Ribeirão Preto, 2017

102 p. il.; 30cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Biologia Oral.

Orientadora: Regalo, Simone Cecilio Hallak.

1. Maloclusão. 2. Crianças. 3. Ortodontia. 4. Desempenho mastigatório. 5. Força Oclusal. 6. Mobilidade Mandibular. 7. Músculos Cabeça e Pescoço.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Nicolly Parente Ribeiro Frota

Avaliação do desempenho mastigatório, força oclusal e mobilidade mandibular em crianças com e sem necessidade de tratamento ortodôntico.

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 ___/___/2017, considerou o 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: _____

DEDICATÓRIA

Ao meu filho ***Benjamin***

Minha fonte inesgotável de inspiração e força! Obrigada por me fazer acreditar em um mundo mais justo e com mais amor! Obrigada por renovar minha fé diariamente!

Aos meus pais ***Amélia e Frota***

Que tanto se esforçaram para nos proporcionar não somente uma educação de qualidade, mas vocês criaram filhos responsáveis e honestos. Vocês são minha inspiração! Obrigada por serem minha mãe e meu pai! Sem vocês eu não teria conseguido!

Aos meus irmãos ***Isabella e Frota Neto***

A distância não nos afasta porque estamos sempre em sintonia por pensamento.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Nossa Senhora

Pela presença diária, me orientando e me mostrando o caminho da sabedoria.

À minha orientadora Profa. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo

Mais que uma profissional exemplar e admirável, uma mulher destemida, forte e, ao mesmo tempo, sensível às adversidades da vida. Muito obrigada por acreditar no meu potencial!

À **Profa. Dra. Selma Siéssere** do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica e **Profa. Dra. Kranya Victoria Díaz-Serrano** do Departamento de Clínica Infantil da FORP/USP.

Pelo suporte e dedicação fundamentais.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Biologia Oral, na pessoa do **Prof. Dr. Márcio Beloti**

Pela disponibilidade e prontidão em me ajudar a desvendar os mistérios da Biologia Molecular! Obrigada pelo empenho e palavras de motivação!

Aos professores do Programa de Pós-graduação da Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia

Ao colega de trabalho Prof. Dr. **Marcelo Palinkas**

Pela extrema dedicação e competência! Muito obrigada pela solicitude e empenho!

Às colegas colaboradoras desse estudo **Prof. Dra. Bárbara de Lima Lucas, Mariângela Salles Pereira Nassar, Mariah Acioli Righetti, Lúcia Franco Oliveira, Lúcia Maria Napolitano Gonçalves.**

À secretária do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica, **Clélia Aparecida Celino**

Pelo auxílio e empatia. Obrigada pelas palavras de força!

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Biologia Oral, **Imaculada Jainaira Miguel**

Pelo apoio administrativo.

Às secretárias do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia, **Aparecida Dulce, Carla Daniela e Maria Isabel**

Vocês foram para além de suporte administrativo.

Aos funcionários Luiz Gustavo de Sousa e Paulo Batista de Vasconcelos do Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - FORP/USP

Pela dedicação, solicitude e auxílio no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos demais funcionários **Roger Fernandes, Adriana Luisa, Fabíola Singaretti e Milla Sprone** dos Laboratórios da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - FORP/USP

Pelo suporte técnico-científico.

AGRADECIMENTOS

Às crianças participantes da pesquisa

Agradeço a participação de todas as crianças que abdicaram do brincar para serem voluntárias e, assim, possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa. **MUITO OBRIGADA!**

Ao Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Agradeço a todo suporte técnico-científico. Sem este apoio não seria possível executar esta pesquisa.

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa da Diretora **Profa. Dra. Léa Assed Bezerra da Silva.**

Aos **amigos** dos Programas de Pós Graduação em Periodontia e Biologia Oral da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto: **Mariana Sales, Paula Gabriela Pessoa, Cristine Borges, Rodrigo Abuna, Larissa Castro, Ana Luiza Riul.**

À **Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e a **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** (Processo 2015/09942-4) pelo apoio financeiro imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa científica.

RESUMO

FROTA, NICOLLY PARENTE RIBEIRO. **Avaliação do desempenho mastigatório, força oclusal e mobilidade mandibular em crianças com e sem necessidade de tratamento ortodôntico.** 2017. 102 p. Tese de Doutorado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Esta pesquisa avaliou o sistema estomatognático de crianças saudáveis com ou sem necessidade de tratamento ortodôntico por meio do desempenho mastigatório, contato de forças oclusais e mobilidade mandibular. Noventa crianças foram selecionadas e distribuídas em três grupos: GSN (Grau 1, sem necessidade de tratamento ortodôntico, $8,00 \pm 0,43$ anos de idade, $n = 26$), GPN (Grau 2, pequena necessidade de tratamento, $8,89 \pm 0,43$ anos de idade, $n = 28$) e GMN (Grau 3, moderada necessidade de tratamento ortodôntico, $8,44 \pm 0,22$ anos de idade, $n = 36$). A necessidade de tratamento ortodôntico foi classificada pelo Índice de Necessidade de Tratamento Ortodôntico - Componentes de Saúde Dental (IOTN-DHC). O desempenho mastigatório foi avaliado pelo integral da envoltória do sinal eletromiográfico durante os ciclos mastigatórios do músculo masseter, temporal, orbicular da boca (segmento direito e segmento esquerdo) e supra-hioideo na mastigação habitual com alimentos macios e consistentes. Foi utilizado o sistema Trigno EMG com eletrodos sem fio para captação e análise do sinal eletromiográfico (μV). O sistema *T-Scan® III Occlusal Analysis* foi utilizado para analisar o contato de forças oclusais (%) entre as hemiarcadas superior e inferior (lado direito e esquerdo). A amplitude (mm) de abertura normal e abertura máxima voluntária e movimentos bordejantes mandibulares (lateralidade direita, lateralidade esquerda e protrusão) foi mensurada com régua milimetrada. Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística (SPSS 22.0, ANOVA, teste post-hoc de Bonferroni, $p \leq 0,05$). Verificou-se que GMN apresentou menor desempenho mastigatório e desequilíbrio de forças oclusais na maxila/mandíbula em relação GPN e GSN, sem diferença significativa, e maior amplitude de abertura da boca e movimentos excursivos mandibulares com diferença significativa na abertura normal ($p=0,02$). Portanto, crianças com moderada necessidade de tratamento ortodôntico apresentaram alterações funcionais no sistema estomatognático, em especial no desempenho mastigatório, força oclusal e mobilidade mandibular.

Palavras-Chave: Maloclusão; Crianças; Ortodontia; Desempenho Mastigatório; Força Oclusal; Mobilidade Mandibular; Músculos Cabeça e Pescoço

ABSTRACT

FROTA, NICOLLY PARENTE RIBEIRO. **Evaluation of masticatory performance, occlusal strength and mandibular mobility in children with and without orthodontic treatment needs.** 2017. 102 p. Tese de Doutorado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

This research evaluated the stomatognathic system of healthy children with or without orthodontic treatment need through masticatory performance, occlusal strength and mandibular mobility. Ninety children were selected and distributed into three groups: GSN (Grade 1, no orthodontic treatment need, 8.00 ± 0.43 years old, $n = 26$), GPN (Grade 2, small orthodontic treatment need, 8.89 ± 0.43 years old, $n = 28$) and GMN (Grade 3, moderate orthodontic treatment need, 8.44 ± 0.22 years old, $n = 36$). The orthodontic treatment need was classified by the Orthodontic Treatment Need - Dental Health Components Index (IOTN-DHC). The masticatory performance was evaluated by the full linear envelope of the electromyographic signal during the masticatory cycles of masseter, temporal, mouth orbicularis (left and right segments) and suprahyoids muscles in the habitual chewing with soft and consistent foods. The Trigno EMG system was used with wireless electrodes to capture and analyze the electromyographic signal (μV). The T-Scan® III Occlusal Analysis system was used to analyze occlusal forces (%) between the upper and lower dental arch (right and left sides). The normal and maximum opening width (mm) and mandibular movements (right laterality, left laterality and protrusion) were measured with a millimeter ruler. Data were tabulated and submitted to statistical analysis (SPSS 22.0, ANOVA, Bonferroni post-hoc test, $p \leq 0.05$). It was verified that GMN presented lower masticatory performance and imbalance of the occlusal forces in maxilla/ mandible to GPN and GSN, with no significant difference, and greater mouth opening amplitude and mandibular excursive movements, with significant difference, in normal opening mouth ($p=0.02$). Therefore, children with moderate orthodontic treatment need presented functional alterations in the stomatognathic system, especially in the masticatory performance, occlusal force and mandibular mobility.

.Keywords: Malocclusion; Children; Orthodontics; Chewing Performance; Occlusal force; Mandibular Mobility; Head and Neck Muscles

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. PROPOSIÇÃO.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS.....	41
5. DISCUSSÃO.....	51
6. CONCLUSÕES.....	61
7. REFERÊNCIAS.....	65
ANEXOS.....	79

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O sistema estomatognático integra órgãos e tecidos que apresentam funções interdependentes, constituído por estruturas estáticas como esqueleto ósseo (ossos fixos do crânio, mandíbula, osso hioide, clavícula e esterno), articulações (temporomandibular e coluna cervical), dentes, periodonto, mucosa (bucal, nasal e faríngea), tendões, aponeuroses, ligamentos e, estruturas dinâmicas representadas pelos músculos da mastigação, os envolvidos nas atividades de deglutição e expressão facial, assim como os da região cervical (Corbin-Lewis, 2009; Santos et al., 2014).

Quando existem alterações morfofuncionais neste complexo sistema, decorrentes do irrompimento inadequado dos dentes decíduos e/ou permanentes, a função neuromuscular pode ficar comprometida (Patil et al., 2016).

O irrompimento dental compreende toda a movimentação do dente a partir da sua localização original no osso em direção axial até atingir sua posição funcional na cavidade bucal (Li et al., 2017). É um processo que envolve o trajeto do dente por meio do osso e do epitélio oral, a partir da sua posição intraóssea na maxila e mandíbula para sua posição funcional, envolvendo outros tecidos e mecanismos fisiológicos, além do simples movimento dos tecidos bucais (Patrianova et al., 2010).

As alterações no irrompimento dental podem ser atribuídas aos fatores ambientais (cistos, outros dentes, osso, disfunção temporomandibular, postura desfavorável da língua e o hábito de sucção do dedo) e fatores genéticos (Nyström et al., 2000).

Crianças com dentes desalinhados podem necessitar de tratamento ortodôntico para melhorar a função, estética e saúde bucal (de Sousa et al., 2016). A maloclusão significa o desvio da oclusão normal dos dentes, caracterizada por padrões neuromusculares atípicos

originados por hábitos deletérios, alterando a posição dos dentes e promovendo alterações no sistema estomatognático (Lee et al., 2016; Masood et al., 2017; Moreau et al., 2017).

Estas alterações oclusais necessitam de métodos epidemiológicos precisos de avaliações que elegem como prioridade o atendimento de indivíduos com necessidade de tratamento ortodôntico, no qual são difíceis de serem determinadas porque os desvios de oclusão nem sempre são evidentes e identificados (Yassir et al., 2016; Tumurkhuu et al., 2016; Feu et al., 2010; Cabrita et al., 2017).

As crianças, por sua vez, necessitam destas estratégias de avaliação porque ajudam restabelecer mais rapidamente a função e estética orofacial, melhorando o quadro clínico e social (Araki et al., 2017).

Enquadra-se nestas metodologias, o Índice de Necessidade de Tratamento Ortodôntico (IOTN) que é utilizado em vários países (Üçüncü et al. 2001; Mugonzibwa et al. 2004; Kozanecka et al., 2016; Bhatia et al., 2016; Tsiouli et al., 2016; Singh et al., 2016). Este índice foi descrito primeiramente na Inglaterra com a finalidade de classificar a necessidade de tratamento ortodôntico observando a importância e a gravidade de características oclusais para a saúde e função dental de acordo com a percepção do prejuízo estético (Brook et al., 1989). Apresenta escores de 1 a 5 que correspondem ao componente de saúde dental e funcional (Kozanecka et al., 2016).

Kozanecka et al. (2016) examinaram 203 adolescentes de 18 anos de idade (104 meninas e 99 meninos) com a finalidade de reconhecer as anomalias oclusais e a necessidade de tratamento ortodôntico utilizando o IOTN. A ocorrência de overjet alterado, mordida cruzada e Classe I de Angle, teve impacto na necessidade de tratamento ortodôntico. Os autores concluíram que o IOTN pode ser utilizado na observação de alterações dento-oclusais.

Bhatia et al. (2016) estabeleceram a relação entre qualidade de vida e saúde bucal por meio do questionário de percepção da criança (CPQ 11-14) com o Índice de Necessidade de

Tratamento Ortodôntico (IOTN), a apreensão da criança com a sua aparência dental e a sensação em relação de não realizar tratamento ortodôntico. Os autores concluíram que o questionário quando desenvolvido para determinar o efeito da maloclusão na qualidade de vida, foca mais o impacto emocional e psicológico e menos em sintomas orais e limitação funcional.

Estudos longitudinais que avaliaram as maloclusões tratadas pela ortodontia têm demonstrado que, mesmo quando a oclusão ideal é alcançada, existe tendência de recidiva após o tratamento proposto (Erdinc et al., 2006; Maia et.al., 2010; Seo et.al., 2014).

Bourdiol et al. (2017) estudaram a relação entre o grau de deformidade dentofacial e o grau de deficiência mastigatória. O índice de necessidade de tratamento ortodôntico (IOTN) foi utilizado neste estudo para indicar a real necessidade de tratamento para o grupo de indivíduos que precisavam apenas de tratamento ortodôntico ($3,7 \pm 0,5$) e cirurgia ortognática ($4,3 \pm 0,6$).

Montes et al. (2017) analisaram as associações entre disfunções orofaciais com maloclusão e desempenho mastigatório em cento e oito crianças na faixa etária entre 8 e 10 anos de idade com e sem lábio leporino e fissura palatina. As disfunções orofaciais foram avaliadas utilizando *Nordic Orofacial Test-Screening*. A necessidade de tratamento ortodôntico foi avaliada pelo *Index of Orthodontic Treatment Need* (IOTN). O desempenho mastigatório foi mensurado com material teste mastigável para determinar o tamanho médio das partículas e a distribuição delas em diferentes peneiras. Os autores concluíram que crianças com lábio leporino e fissura palatina apresentaram desempenho mastigatório comprometido decorrente da assimetria facial e distúrbios de fonação.

Steinmassl et al. (2017) utilizaram o IOTN para avaliar a frequência de maloclusão e a necessidade de tratamento ortodôntico de cento e cinquenta e sete crianças austríacas no estágio de dentição mista com idade entre 8 e 10 anos. Os autores concluíram que a avaliação

ortodôntica na fase de dentição mista é necessária, devido à discordância entre o objetivo real de tratamento e a necessidade de tratamento percebido pelo indivíduo.

Dentre as funções do sistema estomatognático mais influenciadas pela maloclusão podemos mencionar a mastigação, a movimentação mandibular, fala e deglutição (Albuquerque et al., 2016). Por meio da movimentação mandibular fisiológica, a mastigação constitui a primeira etapa do processo digestório. Tão grande é sua relevância que há quase um século vem sendo estudada.

Kurth (1942) enfatizou a necessidade de se conhecer os parâmetros relacionados com os ciclos mastigatórios. Desde então, pesquisadores vêm aprimorando métodos de avaliação do desempenho mastigatório (Carlsson 1984; Palinkas et al., 2013; Fulks et al., 2017; Gameiro et al., 2017).

Estudos do nosso grupo de pesquisa têm demonstrado que a eletromiografia de superfície tem se constituído em um importante instrumento para investigação das bases fisiopatológicas das alterações que acometem o desempenho da musculatura durante a mastigação (Regalo et al. 2006, Siéssere et al., 2009; Palinkas et al., 2013; de Oliveira et al., 2014; da Silva et al. 2015; Palinkas et al., 2016).

O estímulo neuromuscular que deflagra o potencial de ação é um fenômeno elétrico que provoca deslizamentos dos filamentos proteicos, produzindo registros padronizados, seja da contração muscular estática (isométrica) e/ou dinâmica (isotônica) que é captado pelo exame eletromiográfico (Kumar et al., 1996; Durán, 2003; Palinkas et al., 2016; Silva et al., 2016; Matsui et al., 2017; Mousa et al., 2017).

Para análise da atividade elétrica de determinado músculo, o registro do sinal mioelétrico acontece por meio de eletrodos de superfície considerados os mais adequados para estudar a atividade global da musculatura estriada esquelética (de Oliveira et al., 2014; da Silva et al., 2015; Takaoka et al., 2017; Suzuki et al., 2017).

O estudo da função muscular por meio da eletromiografia permite interpretar as condições patológicas e de normalidade durante a função do sistema estomatognático (Koyano et. al., 2008; Ferreira et al., 2016; Palinkas et al., 2016; Riehle et al., 2017; Pancani et al., 2017).

Esta metodologia baseada em evidências é considerada um dos testes biométricos utilizados na ciência odontológica moderna (Nishi et al., 2016) e vem sendo largamente utilizada no estudo de mialgias e alterações oclusais, bem como meio coadjuvante de se obter informações durante determinado tratamento ou avaliação de alterações neuromusculares, pois possibilita avaliar as respostas funcionais e biomecânicas dos músculos estriados esqueléticos (Ramfjord, 1961; Negoro et. al., 1998; Major et. al., 1999; Klasser et al., 2006; Koyano et. al., 2008, de Rossi et. al. 2009; Andrade et.al., 2009; Woźniak et al., 2015; Politti et al., 2016; Mapelli et al., 2016; Fuentes et al., 2016).

Tsanidis et al. (2016) realizaram uma revisão sistemática para averiguar a assimetria oral funcional em crianças com mordida cruzada posterior unilateral e a resposta do tratamento da maloclusão, observando os ciclos mastigatórios. Os resultados do estudo mostraram que os ciclos mastigatórios, avaliados pela eletromiografia, tendem se normalizar após o tratamento da maloclusão.

Para o entendimento da dinâmica mandibular, o padrão da amplitude mandibular em abertura máxima é extremamente importante porque demonstra se o sistema estomatognático apresenta alteração funcional (Thilander et al., 2002; Spagnol et al., 2016).

A distribuição equilibrada da força oclusal é outro fator relevante para analisar a eficácia do tratamento restaurador, protético ou ortodôntico (Qadeer et al., 2016). O tratamento das maloclusões pode levar as discrepâncias oclusais nas arcadas superior e inferior devido à alteração das relações oclusais. Um instrumento que registra a distribuição

do balanço do contato de força oclusal é o *T-Scan® III Occlusal Analysis System* (Cerna et al., 2015; Silva et al., 2016; Di Berardino et al., 2017).

Trpevska et al. (2014) relataram que o sistema *T-Scan® III* é rápido e preciso na identificação da distribuição dos contatos dentais e força oclusal, sendo importante método de diagnóstico clínico para oclusão, avaliando os tratamentos ortodônticos e reabilitadores orais.

Qadeer et al. (2016) mostrou que o tratamento ortodôntico proporciona alterações oclusais, ocasionando discrepâncias na mordida e na oclusão. Neste estudo participaram vinte e cinco sujeitos tailandeses distribuídos em dois grupos: indivíduos com dentição natural e que não tinham realizado tratamento e indivíduos que realizaram tratamento ortodôntico. O *T-Scan® III* foi utilizado com a finalidade de avaliação da oclusão, porcentagem de força nos quadrantes e porcentagens individuais de força dos dentes. Os resultados validaram o método como de diagnóstico, objetivo e visual na avaliação do tratamento ortodôntico.

A compreensão adequada do funcionamento do sistema estomatognático bem como a inter-relação entre os aspectos neuromusculares do desenvolvimento da oclusão dentária é pré-requisito para o sucesso de qualquer intervenção odontológica. Diante da falta de consenso na literatura sobre o protocolo de retenção ortodôntica particular de cada maloclusão, faz-se, necessário o estudo do sistema estomatognático de crianças em relação à necessidade de tratamento ortodôntico, observando as variáveis desempenho mastigatório, força oclusal e mobilidade mandibular.

PROPOSIÇÃO

2. PROPOSIÇÃO

A finalidade deste estudo foi avaliar o sistema estomatognático de crianças saudáveis com ou sem necessidade de tratamento ortodôntico por meio do (a):

- Desempenho dos ciclos mastigatórios durante a mastigação de alimentos macios e consistentes;
- Contatos de forças oclusais na interface maxila/mandíbula;
- Amplitude de abertura normal e abertura máxima voluntária e movimentos bordejantes mandibulares (lateralidade direita, lateralidade esquerda e protrusão).

MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 POPULAÇÃO DA AMOSTRA

Este estudo propôs-se avaliar por meio do desempenho mastigatório, contato de forças oclusais e mobilidade mandibular, três grupos constituídos por crianças saudáveis com ou sem necessidade de tratamento ortodôntico. Os dados foram coletados no Laboratório de Eletromiografia “Prof. Dr. Mathias Vitti” do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP/USP).

A pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Processo número CAE 42857315.7.0000.5419) de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (ANEXO 1).

A participação do menor de idade foi realizada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos pais/responsáveis e pelo Termo de Assentimento da criança participante.

O cálculo amostral foi definido pela incidência de maloclusões em função da classificação da amostra conforme o Índice de Necessidade de Tratamento Ortodôntico (IOTN) com os relatos já publicados para o Estado de São Paulo.

Para o cálculo do tamanho da amostra, o desvio padrão das respostas foi elevado, com o objetivo de obter potência suficiente na captura de grandes efeitos com inclusão de menor número de crianças. Portanto, adotou-se potência mínima no teste de 80%, para detectar uma diferença de 10% na significância de 5% determinando o $n=90$.

De um total de 250 crianças saudáveis avaliadas e seguindo os critérios de inclusão e exclusão, noventa crianças foram selecionadas e distribuídas em três grupos: GSN (Grau 1, sem necessidade de tratamento ortodôntico, $8,00 \pm 0,43$ anos de idade, $n = 26$), GPN (Grau 2, pequena necessidade de tratamento, $8,89 \pm 0,43$ anos de idade, $n = 28$) e GMN (Grau 3, moderada necessidade de tratamento ortodôntico, $8,44 \pm 0,22$ anos de idade, $n = 36$).

3.2 SELEÇÃO PARA O RECRUTAMENTO DAS CRIANÇAS (CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO)

As crianças na faixa etária entre 06 e 10 anos de idade, caucasianas (fenótipo de pele clara) e sem disfunção temporomandibular foram recrutadas das cidades de Ribeirão Preto/SP (incluindo as crianças que frequentavam as clínicas da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP/USP), Pradópolis/SP e São Paulo/SP.

Os critérios de exclusão abrangeram crianças em tratamento médico utilizando corticoides, imunossupressores, hormônios; hábitos parafuncionais (ranger dos dentes durante a noite, sucção do dedo, chupeta ou mamadeira e onicofagia) com história médica de intervenção cirúrgica em menos de um ano do início da pesquisa; em tratamento para mialgias de qualquer gênese, tratamento ortodôntico, usando anti-inflamatórios e/ou analgésicos que poderiam interferir na fisiologia neuromuscular e crianças com deglutição atípica. Em relação à história odontológica, foram excluídas crianças que tinham realizado intervenções cirúrgicas orais e/ou faciais com alteração do padrão facial e/ou oclusal.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

3.3.1 ÍNDICE DE NECESSIDADE DE TRATAMENTO ORTODÔNTICO - COMPONENTES DE SAÚDE DENTAL (IOTN-DHC).

A avaliação da oclusão foi realizada por meio da utilização do Índice de Necessidade de Tratamento Ortodôntico (IOTN – *Index of Orthodontic Treatment Need*), que se baseia na contribuição de várias características oclusais para a saúde dental.

O IOTN possui dois componentes: o componente de saúde dental (DHC – *Dental Health Component*) e o componente estético (AC - *Aesthetic Component*) (Tumurkhuu et al., 2016). Apenas o componente de saúde dental (DHC) foi utilizado neste estudo. As medidas do DHC foram obtidas por régua especificamente desenhada para este fim e a severidade da maloclusão foi graduada de 1 a 5 (Üçüncü; Ertugay, 2001), conforme a necessidade de tratamento ortodôntico (Tabela 1).

Tabela 1. Grau de severidade de maloclusão – necessidade de tratamento ortodôntico.

Grau 1	Sem necessidade de tratamento ortodôntico
Grau 2	Anomalias menores de oclusão, sem necessidade de tratamento ortodôntico
Grau 3	Moderada necessidade de tratamento ortodôntico
Grau 4 e 5	Severa necessidade de tratamento ortodôntico

Os componentes de Saúde Dental (DHC) do IOTN foram classificados da seguinte maneira:

- ✓ **Grau 1:** maloclusões extremamente pequenas, onde se enquadra os deslocamentos de ponto de contato menor que 1mm.
- ✓ **Grau 2:** mordida cruzada posterior ou anterior (menor que 1 mm) com diferença entre a relação cêntrica e a oclusão cêntrica; mordida aberta posterior ou anterior (1 e 2

mm); sobressaliência entre 3,5 e 6 mm, com competência labial; sobressaliência negativa entre 0 e 1 mm; deslocamento de pontos de contato (1 e 2 mm); sobremordida exagerada (maior ou igual a 3,5 mm,) sem contato gengival.

- ✓ **Grau 3:** mordida cruzada posterior ou anterior (1 e 2 mm) com diferença entre a relação cêntrica e a oclusão cêntrica; mordida aberta posterior ou anterior (2 e 4 mm); sobressaliência entre 3,5 e 6 mm, com incompetência labial; sobressaliência negativa entre 1 e 3,5 mm; deslocamento de pontos de contato (2 e 4 mm); sobremordida exagerada completa (maior ou igual a 3,5 mm,), mas sem traumas sobre os tecidos gengivais ou palatais
- ✓ **Grau 4:** mordida cruzada posterior ou anterior (maior que 2 mm) com diferença entre a relação e oclusão cêntrica; mordida aberta posterior ou anterior (maior que 4 mm); sobressaliência entre 6 e 9 mm; sobressaliência negativa maior que 3,5 mm, sem dificuldades de fonação e mastigação; deslocamento de pontos de contato (maior que 4 mm); sobremordida exagerada completa, com trauma gengival ou palatal; presença de dentes supranumerários; hipodontia menos extensa, sem indicação protética.
- ✓ **Grau 5:** sobressaliência maior que 9 mm; sobressaliência negativa maior que 3,5 mm, com dificuldades de fonação e mastigação; dentes com erupção impedida (exceto terceiros molares) devido ao apinhamento dental; retenção prolongada de dentes decíduos; fissura labial ou palatina e outras anormalidades craniofaciais; presença de dentes supranumerários; hipodontia extensa, com indicação protética.

O IOTN-DHC foi aplicado em todas as crianças pelo mesmo pesquisador devidamente calibrado. Neste estudo não foram incluídas crianças com Grau 4 e Grau 5.

3.3.1 EXAME DE ELETROMIOGRAFIA – DESEMPENHO MASTIGATÓRIO

A avaliação da atividade muscular foi realizada por um único profissional capacitado, por meio de registros eletromiográficos dos músculos masseter e temporal (direito e esquerdo), músculo orbicular da boca (segmento superior direito e esquerdo) e músculo supra-hioideo. Para tanto, utilizou-se o protocolo da Tabela 2.

Tabela 2. Protocolo eletromiográfico de avaliação do desempenho mastigatório.

Músculos	Condições Clínicas	Normalização
Masseter	Mastigação de amendoim (20s)	Contração Voluntária
Temporal	Mastigação de bolacha recheada (20s)	Máxima de Parafilme M®
Orbicular da boca		(4s)
Supra-hioideo		

Foi utilizado o eletromiógrafo *Trigno TM Wireless System* (20–450 Hz; CMRR de 80 dB, impedância de entrada superior 1000 X, Delsys Inc. Boston, MA) com 16 canais acoplado a um laptop (Figura 1). Os sensores Trigno (50 mm²area; USA patente 6480731, 6238338; *European Patent EP 1070479*) foram compostos por 4 barras paralelas (Ag-AgCl), duas referências e dois eletrodos de superfície ativos com uma distância entre eletrodos de 10 mm. Os sinais eletromiográficos foram digitalizados, amplificados (ganho = 300) e amostrados a 4 kHz com um sistema A / D de 16 bits de resolução (aquisição da EMG works, Delsys Inc. Boston, MA). A distância mínima entre os centros de diferentes sensores foi de 20 mm e o ruído total do canal foi <0,45 1V pk-pk. Todos os sensores foram posicionados pelo mesmo examinador treinado e capacitado para a avaliação dos grupos. Foram utilizados três minis sensores para analisar os músculos pequenos (orbicular da boca e supra-hioideos).

Figura 1. Eletromiógrafo *Delsys Trigno TM wireless*

Antes da colocação dos sensores sem fio, a pele foi limpa com álcool, eliminando resíduos de gordura ou poluição, que eventualmente estivessem presentes. Para garantir a localização dos músculos da mastigação, foram realizadas manobras específicas de contração voluntária máxima acompanhada de palpação digital (De Luca, 1997).

Durante o registro das atividades eletromiográficas, o ambiente foi mantido calmo, silencioso, estando a criança sentada em uma cadeira confortável, em postura ereta, com as plantas dos pés apoiadas no solo e os braços apoiados nas pernas (Figura 8). A cabeça foi posicionada de forma ereta, mantendo o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo (Palinkas et al., 2016) (Figura 2).

Figura 2. Exames eletromiográficos de superfície.

Foram dadas explicações necessárias, solicitando que a criança permanecesse tranquila. Para as avaliações dinâmicas da mastigação habitual, o estudo do desempenho mastigatório foi analisado por meio do integral da envoltória dos ciclos mastigatórios do sinal eletromiográfico dos músculos analisados, sendo o valor registrado em microvolts/segundo. Os sinais eletromiográficos foram colhidos durante a mastigação habitual de alimento consistente (amendoim) e alimento macio (bolacha recheada) (Figura 3).

Figura 3. Alimentos testes (consistente e macio)

Os alimentos macios e consistentes pertenciam ao mesmo lote e os mesmos foram armazenados em local fresco, arejado e em recipientes plásticos individuais.

Os dados do integral da envoltória foram obtidos entre o intervalo de 5 a 10 segundos da mastigação, sendo os 5 segundos iniciais desprezados, uma vez que no início do processo mastigatório, os primeiros ciclos apresentam considerável variação no padrão de movimento mandibular (Figura 4) (Palinkas et al., 2016). Previamente ao exame eletromiográfico, a criança foi informada sobre os tipos de alimentos a serem mastigados, reforçando que não necessariamente deveria engolir o alimento, tendo a opção de descartá-lo em recipiente apropriado.

Figura 4. Sinal eletromiográfico dos ciclos mastigatórios

Para normalização dos dados da mastigação habitual foi utilizado um material inerte no apertamento dental em contração voluntária máxima (Figura 5). Este material constituiu-se de uma folha de parafina (Parafilm M[®], Pechinery Plastic Packaging, Batavia, IL, USA) dobrada (18x17x4mm, peso 245 mg) e que foi colocada entre as faces oclusais dos primeiros molares superiores e inferiores, dos lados direito e esquerdo do arco dental.

Figura 5. Película dobrada de Parafilm M[®]

3.3.2 FORÇA OCLUSAL NA POSIÇÃO DE MÁXIMA INTERCUSPIDAÇÃO HABITUAL

A análise do contato das forças oclusais na interface maxila/mandíbula foi realizada por meio do *T-Scan® III Occlusal Analysis System* (Tekscan, Inc. South Boston, MA. USA) que incluiu um programa de computador para Windows, e sensores de 100 microns (Figura 6).

Figura 6. T-Scan® III Occlusal Analysis System

O sensor não interferiu na mordida natural, tendo em vista que sua espessura é de 0,102 mm e registrou a dinâmica do contato da força oclusal, permitindo analisar a inter-relação de superfícies oclusais, em termos de força percentual.

Primeiramente, o suporte de guia para a mordida foi testado na boca da criança. Em seguida, o suporte e o sensor foram encaixados na alça manual. Com este procedimento foi acionada uma luz verde mostrando que o sensor foi conectado corretamente e pronto para ser utilizado.

A alça com o sensor foi conectada ao computador pela entrada USB e foi criado um cadastro para cada criança, com registro do nome, gênero, data de nascimento, código de identificação, largura do incisivo central superior (medida com uma régua milimétrica) e informações odontológicas clínicas como ausência de dentes e diastema.

O sensor foi inserido na cavidade bucal da criança, de forma que o guia de posição, localizado no suporte ficasse centralizado e encaixado entre os incisivos centrais superiores. A criança foi orientada a morder o sensor, atingindo entre 95 e 100% da capacidade máxima do contato de força oclusal (Figura 7).

Figura 7. Posicionamento do sensor

Os dados foram analisados e armazenados pelo *T-Scan Software* mostrando o contato das forças oclusais máximas (%) de cada criança para as hemiarcadas superior e inferior (lado direito e esquerdo) (Figura 8).

Figura 8. Registro dos contatos de forças oclusais nas hemiarcadas

3.3.3 AMPLITUDE DOS MOVIMENTOS MANDIBULARES

Para mensuração e quantificação da amplitude de abertura normal e abertura máxima voluntária e movimentos bordejantes mandibulares (lateralidade direita, lateralidade esquerda e protrusão) foi utilizado uma régua milimetrada descartável (Figura 9) conforme o exame clínico do Eixo I do RDC/TMD (*Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders*) (Pizolato et al., 2009).

Figura 9. Régua descartável milimetrada

Previamente à realização do exame de amplitude mandibular, que foi realizado por um único pesquisador capacitado, foram dadas instruções e explicações necessárias, solicitando sempre que a criança permanecesse sentada confortavelmente, com as coxas paralelas ao solo e a cabeça posicionada de forma ereta. O padrão de referência foi a linha média dental (Figura 10).

A medida para abertura normal e máxima da boca foi obtida pelo posicionamento da régua milimétrica na incisal e mesial do incisivo central superior direito e região incisal do incisivo inferior direito, acrescida da medida do trespasse vertical. Para mensurar a abertura máxima da boca foi determinado que a criança realizasse a abertura da boca no limite indolor.

No movimento de protrusão, a criança deslizou a mandíbula contra a maxila, seguindo-se de medida da distância horizontal da face vestibular dos incisivos superiores à borda incisal dos inferiores. Foi acrescentado o valor do overjet à distância sagital entre as bordas incisais dos incisivos centrais superiores e os incisivos inferiores na posição máxima protruída.

Na lateralidade direita a criança deslocou a mandíbula ao máximo para o lado direito e foi mensurada a distância horizontal entre a linha média dos incisivos centrais superiores e os incisivos centrais inferiores ou entre os freios labiais. Na lateralidade esquerda foi realizado o mesmo procedimento para o lado esquerdo (Hamazaki et al., 2002).

Figura 10. Mensuração dos movimentos bordejantes mandibulares

3.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a obtenção dos dados relacionados à atividade eletromiográfica normalizada (desempenho mastigatório), contato das forças oclusais e amplitude dos movimentos da mandíbula, aplicou-se o teste de normalidade Kolmogov-Smirnov.

Mediante a necessidade de comparações entre diferentes participantes da pesquisa, os valores obtidos na mastigação habitual por meio do integral da envoltória linear do sinal eletromiográfico foram normalizados pelo apertamento dental em contração voluntária máxima com Parafilm M[®], sendo estes valores em microvolts/segundo. Os dados eletromiográficos normalizados, contato de forças oclusais e amplitude dos movimentos da mandíbula foram submetidos à análise estatística utilizando o software SPSS versão 22.0 para Windows (SPSS Inc.; Chicago, IL, USA). Os resultados foram obtidos por meio da análise descritiva (média, desvio padrão e intervalo de confiança) para cada variável. Os valores foram comparados pelo teste ANOVA e post-hoc de Bonferroni, com nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%.

3.3.5 ERRO DE MÉTODO

O erro do método (Se) foi calculado pela fórmula de Dahlberg: $Se = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$, onde "d" foi a diferença entre as duas medições do participante e "n" foi o número de medições duplas. Os erros percentuais foram calculados utilizando a fórmula $\% = (Se / \text{média}) \times 100\%$, onde "Se" foi o resultado de fórmula de Dahlberg e a média correspondeu ao valor médio total da primeira e segunda medição.

Os erros de métodos das medições de eletromiografia (desempenho mastigatório), contato de força oclusal e amplitude dos movimentos mandibulares foram calculados usando os registros de dez crianças e obtidos durante duas sessões diferentes, com intervalo de sete dias.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

Os dados obtidos neste estudo foram analisados por meio de testes estatísticos, específicos para cada situação. Em seguida, a sequência utilizada para a exposição dos dados.

4.1 Desempenho Mastigatório (Integral da Envoltória – microvolts/segundos)

4.1.2 Mastigação de Amendoim

4.1.3 Mastigação de Bolacha Recheada

4.2 Contato das forças oclusais na interface maxila/mandíbula (Porcentagem)

4.3 Amplitudes dos Movimentos Bordejantes Mandibulares (Milímetros) - Abertura

normal da boca; Abertura máxima voluntária da boca, Lateralidade direita, Lateralidade esquerda e Protrusão

4.1 DESEMPENHO MASTIGATÓRIO

4.1.2 MASTIGAÇÃO DE AMENDOIM

Para a condição de mastigação de amendoim, na atividade eletromiográfica normalizada dos ciclos mastigatórios (μV), não houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre GSN, GPN e GMN. O GMN apresentou médias eletromiográficas normalizadas menores para os músculos analisados, exceto para o músculo supra-hioideo (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3. Valor da média, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor de p dos dados eletromiográficos normalizados (μV) na condição de mastigação de amendoim, para o músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), orbicular da boca segmento direito (OSD), orbicular da boca segmento esquerdo (OSE) e supra-hioideo (SH) para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico) GPN (pequena necessidade de tratamento, e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

Mastigação Habitual / Músculos	Grupos									Valor <i>p</i>
	GSN			GPN			GMN			
	Média (SD)	95%IC		Média (SD)	95%IC		Média (SD)	95%IC		
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
Amendoim										
MD	1,34(0,22)	0,88	1,81	1,46(0,37)	0,7	2,22	1,27(0,25)	0,76	1,78	0,88
ME	1,18(0,22)	0,59	1,77	1,16(0,19)	0,43	1,49	0,96(0,25)	0,77	1,55	0,79
TD	2,27(0,38)	1,47	3,07	2,25(0,38)	1,41	2,99	2,20(0,30)	1,63	2,88	0,99
TE	2,41(0,38)	1,6	3,21	2,21(0,34)	1,5	2,92	1,63(0,34)	1,12	2,13	0,18
OSD	1,88(0,43)	0,98	2,77	1,41(0,33)	0,73	2,09	1,28(0,22)	0,82	1,74	0,4
OSE	0,96(0,30)	0,33	1,59	0,74(0,11)	0,5	0,98	0,73(0,13)	0,48	1,02	0,67
SH	0,89(0,24)	0,3	1,32	0,95(0,33)	0,27	1,64	1,02(0,19)	0,63	1,42	0,84

Figura 11. Médias eletromiográficas normalizadas na condição de mastigação de amendoins, para o músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), orbicular da boca segmento direito (OSD), orbicular da boca segmento esquerdo (OSE) e supra-hioideo (SH) para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico), GPN (pequena necessidade de tratamento) e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

4.1.3 MASTIGAÇÃO DE BOLACHA RECHEADA

Para a condição de mastigação de bolacha recheada, na atividade eletromiográfica normalizada dos ciclos mastigatórios (μV), não houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre GSN, GPN e GMN. O GMN apresentou médias eletromiográficas normalizadas menores para os músculos analisados, exceto orbicular da boca, segmento direito (Tabela 4 e Figura 12).

Tabela 4. Valor da média, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor de p dos dados eletromiográficos normalizados (μV) na condição de mastigação de bolacha recheada, para o músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), orbicular da boca segmento direito (OSD), orbicular da boca segmento esquerdo (OSE) e supra-hioideo (SH) para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico) GPN (pequena necessidade de tratamento e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

Mastigação Habitual / Músculos	Grupos										Valor <i>p</i>
	GSN			GPN			GMN				
	Média (SD)	95%IC		Média (SD)	95%IC		Média (SD)	95%IC			
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo		
Bolacha Recheada											
MD	1,11(0,25)	0,65	1,47	1,13(0,25)	0,61	1,65	1,06(0,19)	0,59	1,63	0,97	
ME	1,12(0,29)	0,51	1,73	1,11(0,21)	0,66	1,56	1,00(0,20)	0,59	1,41	0,91	
TD	2,30(0,31)	1,64	2,95	2,19(0,32)	1,52	2,86	1,94(0,28)	1,37	2,51	0,68	
TE	2,47(0,41)	1,62	3,31	2,09(0,26)	1,54	2,64	1,49(0,24)	0,99	1,98	0,07	
OSD	1,65(0,30)	1,03	2,28	1,15(0,16)	0,82	1,49	1,64(0,30)	1,01	2,27	0,37	
OSE	1,08(0,26)	0,54	1,62	1,02(0,25)	0,49	1,54	0,80(0,10)	0,58	1,02	0,58	
SH	0,79(0,20)	0,38	1,21	1,00(0,26)	0,46	1,55	0,95(0,17)	0,59	1,31	0,78

Figura 12. Médias eletromiográficas normalizadas na condição de mastigação de bolacha recheada, para o músculo masseter direito (MD), masseter esquerdo (ME), temporal direito (TD), temporal esquerdo (TE), orbicular da boca segmento direito (OSD), orbicular da boca segmento esquerdo (OSE) e supra-hioideo (SH) para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico), GPN (pequena necessidade de tratamento) e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

4.2 CONTATO DAS FORÇAS OCLUSAIS NA INTERFACE MAXILA/MANDÍBULA

Para os contatos de forças oclusais (hemiarçadas), o valor percentual não demonstrou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre GSN, GPN e GMN. O GMN apresentou menores valores percentuais de contato de forças oclusais para a hemiarçada (lado direito) e hemiarçada (lado esquerdo) (Tabela 5 e Figura 13).

Tabela 5. Valor da média, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor de p dos dados dos contatos das forças oclusais na interface maxila/mandíbula para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico) GPN (pequena necessidade de tratamento) e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

Contato Força Oclusal	Grupos									Valor <i>p</i>
	GSN			GPN			GMN			
	Média (SD)	95%IC		Média (SD)	95%IC		Média (SD)	95%IC		
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
Hemiarçada Direita	51,65(3,35)	15,50	100,00	48,64(2,76)	0,00	68,30	45,97(2,29)	28,2	88,5	0,652
Hemiarçada Esquerda	48,43(3,25)	0,00	84,50	51,34(2,90)	31,70	100,00	47,02(2,18)	11,5	71,8	0,654

Figura 13. Médias dos contatos das forças oclusais na interface maxila/mandíbula para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico), GPN (pequena necessidade de tratamento) e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

4.3 AMPLITUDES DOS MOVIMENTOS MANDIBULARES

Para amplitude dos movimentos mandibulares houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre GSN, GPN e GMN na abertura normal da boca (GPN $\neq$ GMN). O GMN apresentou maiores valores das amplitudes dos movimentos bordejantes mandibulares (Tabela 6 e Figura 14).

Tabela 6. Valor da média, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor de p das amplitudes dos movimentos bordejantes para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico) GPN (pequena necessidade de tratamento e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

Amplitude Mandibular	Grupos									Valor <i>p</i>
	GSN			GPN			GMN			
	Média (SD)	95%IC Mínimo Máximo	Média (SD)	95%IC Mínimo Máximo	Média (SD)	95%IC Mínimo Máximo				
Abertura Normal	30,30(1,10)	18,00 40,00	29,92(1,19) ^a	17,00 40,00	33,94(1,18) ^b	20 48				0,03
Abertura Máxima	46,57(1,15)	35,00 59,00	46,75(1,23)	35,00 63,00	47,72(0,98)	35 60				0,72
Lateralidade Direita	5,61(0,64)	0,00 11,00	6,25(0,38)	3,00 10,00	7,00(0,53)	0 15				0,19
Lateralidade Esquerda	5,15(0,50)	0,00 10,00	6,32(0,42)	3,00 10,00	6,66(0,56)	0 15				0,11
Protrusão	4,38(0,55)	0,00 13,00	4,00(0,24)	0,00 6,00	4,44(0,33)	0 10				0,68

Figura 14. Médias das amplitudes dos movimentos mandibulares para os grupos GSN (sem necessidade de tratamento ortodôntico), GPN (pequena necessidade de tratamento) e GMN (moderada necessidade de tratamento ortodôntico).

DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

As maloclusões dentárias são anormalidades de crescimento e desenvolvimento, que afetam os músculos, ossos da face e distribuição dos dentes na maxila e mandíbula (Ahmadian-Babaki et al., 2017); tem origem multifatorial, que inclui tanto fatores genéticos (Odeh et al., 2015) quanto ambientais. As maloclusões são consideradas problema de saúde pública mundial (Tumurkhuu et al., 2016), sendo a terceira prioridade de tratamento dos indivíduos que procuram os serviços odontológicos (Akbari et al., 2016) motivados pelas limitações funcionais que interferem no bem-estar psicossocial (Abreu et al., 2015; Healey et al., 2016). Os casos de maloclusão na população precisam ser identificados e classificados de acordo com o grau de severidade, a fim de que seja possível priorizar o tratamento ortodôntico dos indivíduos com maior necessidade (Üçüncü et al., 2001; Singh et al., 2016; Araki et al., 2017).

No presente estudo, utilizamos o IOTN-DHC, índice objetivo que classifica a severidade de várias características oclusais para a saúde e a função dos dentes, para determinar o grau de necessidade de tratamento ortodôntico das crianças, das quais 28,89% não precisavam de tratamento ortodôntico, 31,11% apresentavam pequenas maloclusões com necessidade de tratamento e 40% apresentavam necessidade moderada de tratamento ortodôntico.

Mugonzibwa et al. (2004) avaliaram a necessidade de tratamento ortodôntico em cento e sessenta e seis crianças na faixa etária de 06 a 08 anos de idade, utilizando o IOTN-DHC e confirmaram que 43,9% das crianças não tinham necessidade de tratamento ortodôntico e 34,9% apresentaram necessidade moderada. As funções do sistema estomatognático das crianças que participaram desta pesquisa foram avaliadas por métodos reconhecidos internacionalmente com a função de determinar com precisão o desempenho

mastigatório, amplitude dos movimentos mandibulares e contatos de forças oclusais e identificar possíveis alterações funcionais decorrentes das maloclusões dentárias.

A ciência cinesiológica é uma importante ferramenta que contribui para entender o mecanismo do desempenho funcional muscular nos vários processos fisiológicos como na mastigação, deglutição e fonação (Woźniak et al., 2015; Inokuchi et al., 2016; Dong et al., 2016; Gaszynska et al., 2017).

Um dos movimentos funcionais mais importantes e coordenados do corpo humano é o da mastigação (Piancino et al., 2009). Durante o processo mastigatório, ocorre o ato de cortar e triturar os alimentos de consistência macia e dura, preparando-os para a deglutição e digestão mais rápida (Mioche et al., 2003; Hirano et al., 2015). A continuidade do processo mastigatório é constituída por vários ciclos mastigatórios sincronizados pela contração alternada dos músculos elevadores e depressores mandibulares, movimentos de língua e segmento craniocervical (Pasinato et al., 2017). O padrão da movimentação mandibular durante o processo mastigatório é influenciado pela oclusão (Ferrario et al., 2006). Os vários tipos de maloclusões podem interferir na atividade dinâmica funcional mastigatória, modificando o padrão normal da função muscular (Bourdiol et al., 2017).

Nossos resultados demonstraram que o GMN apresentou menor atividade eletromiográfica na mastigação com alimento consistente (amendoim) e alimento macio (bolacha recheada) em relação ao GSN e GPN para todos os músculos avaliados, exceto para o músculo supra-hioideo na mastigação habitual com amendoim. Dados concordes com Ahlgren et al. (1973) que afirmaram que crianças com maloclusões apresentaram tendência a desenvolver menor atividade eletromiográfica nos músculos mastigatórios e da face, decorrente provavelmente do menor número de contatos oclusais.

Crianças com maloclusão que apresentam sobremordida horizontal, mordida cruzada e/ou aberta e mordida vertical completa, sem trauma nos tecidos gengivais tem como

características as forças mastigatórias alteradas por causa da baixa capacidade funcional que é decorrência provável do número de contatos oclusais (Hamerling, 2009). Esta hipótese pode estar relacionada com a redução da atividade eletromiográfica nas contrações isométricas máximas, mas poucas investigações avaliaram as características da maloclusão funcional em crianças (Castelo et al., 2007; Andrade et al., 2009). O estudo de Piancino et al. (2012) determinou que crianças com maloclusão (mordida aberta anterior) também apresentaram padrão de mastigação reduzido e menor ativação muscular em relação ao grupo controle saudável.

Para que a dinâmica da mastigação habitual possa acontecer corretamente, é necessário que ocorram movimentos de contrações isotônicas ou dinâmicas repetitivas, com períodos de contração isométrica (De Luca, 1997). Um método matemático utilizado para avaliar os ciclos mastigatórios e que oferece resultados precisos sobre o desempenho mastigatório é o integral da envoltória do sinal eletromiográfico dos músculos do sistema estomatognático que analisa somente os períodos de contrações isométricas (Siéssere et al., 2009), que tem como finalidade mensurar a atividade elétrica dos músculos durante a formação dos ciclos mastigatórios. Os registros do integral da envoltória linear possibilitam demonstrar quando e como um músculo é ativado (Borges et al., 2013). Neste estudo utilizamos esta metodologia para mensurar o desempenho mastigatório do GSN, GPN e GMN.

Durante a mastigação habitual em indivíduos com alterações morfofuncionais, pode ocorrer aumento no recrutamento do número de unidades motoras das fibras musculares para realizar a mesma função, quando comparados aos indivíduos saudáveis, promovendo estresse e conseqüentemente redução de atividade neuromuscular (Kumai, 1993; Palinkas et al., 2013).

No estudo de Bourdiol et al. (2017) foi determinado que nas maloclusões moderadas e severas, o processo mastigatório apresenta padrão irregular, com desequilíbrio na harmonia

funcional do sistema estomatognático, uma vez que a mastigação depende da posição correta dos dentes na arcada dentária e da relação entre os dentes antagonistas durante a oclusão (Bourdiol et al., 2017).

O padrão mastigatório normal compreende a mastigação alternada bilateral, com lábios selados, sem a participação exagerada da musculatura perioral. Neste estudo, algumas crianças classificadas com moderada necessidade de tratamento ortodôntico apresentaram incompetência labial. A incompetência labial por sua vez pode ter produzindo estresse na musculatura perioral, promovendo diminuição na atividade eletromiográfica dos músculos orbiculares neste estudo, exceto para o músculo orbicular segmento direito na mastigação com bolacha recheada. Esta pesquisa não avaliou a fadiga muscular.

As relações dinâmicas e estáticas entre as estruturas anatômicas da articulação temporomandibular, oclusão e músculo integram as funções do sistema estomatognático, tanto nas condições normais como nas patológicas (Gedrange et al., 2017; Kijak et al., 2017). Para estudar estas relações, utilizamos a análise da amplitude dos movimentos mandibulares em crianças com diferentes necessidades de tratamento ortodôntico com a finalidade de demonstrar a função da muscular (Reicheneder et al., 2008; Abou-Atme et al., 2008; Chen et al., 2015).

A mensuração da amplitude dos movimentos mandibulares é muito relevante na avaliação do sistema mastigatório (Steinmass et al., 2017), mas quando relacionada à criança ainda é muito pouco estudada (Cortese; Oliver; Biondi, 2007).

A mandíbula é considerada uma âncora para os músculos da cabeça e pescoço, e sua posição determina o movimento de abertura da boca (Martinot et al., 2015). Nossos resultados demonstraram que na dinâmica mandibular onde se enquadra a abertura normal e máxima voluntária da boca, excursão lateral para direita, excursão lateral para esquerda e protrusão, houve diferença significativa na abertura normal da boca entre GPN e GMN. A abertura

normal da boca é um parâmetro que mensura a mobilidade mandibular e contribui na compreensão da desordem funcional do sistema mastigatório decorrente da maloclusão (Ugolini et al., 2017).

O GMN apresentou maiores médias de amplitudes dos movimentos da mandíbula. Estes resultados foram discordes com os achados na literatura, onde quanto maior fosse o grau de severidade da maloclusão, menor seria os movimentos mandibulares (Reicheneder et al., 2008).

A amplitude maior do movimento da mandíbula no GMN em relação ao GSN e GPN pode ser explicada pela hipermobilidade da articulação tempromandibular, decorrente do defeito estrutural do colágeno que compõe o tecido conjuntivo, provocando frouxidão ligamentar, que resultaria em padrões inesperados na postura e movimento mandibular (Hirsch et al., 2006; Juul-Kristensen et al., 2017). Segundo o estudo de Chiodelli et al. (2016) a hipermobilidade articular não influencia a amplitude do movimento mandibular em mulheres adultas, mas estudos em crianças não foram ainda realizados. Nós não avaliamos a hipermobilidade da articulação temporomandibular das crianças participantes desta pesquisa.

A média da capacidade de abertura máxima da boca das crianças examinadas neste estudo (GSN, GPN e GMN) foi de 46mm, dados semelhantes aos encontrado por Almeida et al.(1989) que foi de 43mm e Loddi et al. (2010) de 45,4mm. Cortese et al. (2007) determinaram que crianças na faixa etária entre 7 e 8 anos de idade teriam 41,92mm de abertura bucal máxima. A abertura bucal é um importante parâmetro para medir a mobilidade mandibular e, na presença de alterações oclusais, contribui na compreensão do grau de severidade da desordem funcional.

A aferição da excursão lateral para direita e esquerda da mandíbula em crianças é bem escassa na literatura (Reicheneder et al., 2009). Neste estudo foi observado que as crianças com moderada necessidade de tratamento ortodôntico apresentaram em média 7mm

na excursão lateral para direita e 6,66mm na excursão lateral para esquerda. Nossos dados foram menores quando comparados com os resultados de Hamazaki et al. (2002) que avaliaram crianças com idade média de 8 anos, sem alterações oclusais e que apresentaram medidas para excursão lateral para direita de 8,3mm e excursão lateral para esquerda de 8,1mm. Entretanto quando comparamos os Grupos deste estudo, o GMN apresentou maiores valores de amplitude nestas condições de excursão mandibular.

Para amplitude de movimento mandibular na condição de protrusão, encontramos nas crianças dos três Grupos a média de 4,27mm. O presente trabalho conferiu valores correspondentes próximos aos achados de Cortese et al. (2007) que demonstraram o valor médio de amplitude mandibular na condição de protrusão de 4,07 mm em crianças na faixa etária de 8 anos de idade. Hirsch et al. (2006) determinaram que o movimento de protrusão pode ser considerado deficiente quando a mensuração for menor que 5 mm.

Os valores referenciais da amplitude dos movimentos mandibulares (abertura, protrusão e movimentos laterais) em crianças com dentição mista (média de idade, de 6,9 anos $\pm$ 1,65) foram determinados por Cortese, Oliver e Biondi (2007). Segundo os autores deste estudo a medida de abertura máxima foi de $41,97 \pm 5,27$ mm; protrusão de $3,96 \pm 1,92$ mm, excursão lateral para direita de $6,05 \pm 1,99$ mm e excursão lateral para esquerda de $6,13 \pm 2,21$ mm.

Steinmass et al. (2017) avaliaram a amplitude dos movimentos mandibulares em crianças com sobremordida moderada na faixa etária de 8 anos de idade e foi determinado os seguintes parâmetros: abertura máxima da boca 45,7mm, excursão lateral para direita de 9,9mm, excursão lateral para esquerda de 10,2mm e protrusão de 8,9mm. Nossos resultados apontaram menores valores de amplitude mandibular para as crianças com moderada necessidade de tratamento ortodôntico: excursão lateral para direita de 7,00mm, excursão lateral para esquerda de 6,66mm e protrusão de 4,44mm.

Foram observadas, neste estudo, as características funcionais relacionadas à sua força e potência que colaboram com o ajuste e sincronização da direção do movimento dinâmico relacionado ao desempenho mastigatório (Siéssere et al., 2009; Lodetti et al., 2012). Nós utilizamos o sistema *T-Scan* para medir e registrar com precisão possíveis parâmetros das discrepâncias oclusais (Agbaje et al., 2017) pelas forças aplicadas na interface maxila/mandíbula em crianças com e sem necessidade de tratamento ortodôntico, retratando a distribuição de contato oclusal. Foi observado que não ocorreram diferenças significantes na intensidade das forças oclusais entre o GSN, GPN e GMN, mas GMN apresentou menor contato de força oclusal do lado direito e esquerdo da interface maxila/mandíbula.

A biodinâmica oclusal em indivíduos com maloclusão moderada e severa pode interferir na intensidade da força, porque a atividade muscular deficiente é decorrente do baixo nível de intensidade de força isométrica e ausência de contatos oclusais (Qadeer et al., 2016). Pesquisas relacionam as maloclusões com redução da força oclusal decorrente da quantidade de contatos oclusais (Castelo, 2007). Esta hipótese pode estar relacionada com a diferença das forças oclusais entre os arcos maxilar e mandibular e também do lado direito e esquerdo.

Sabe-se que a arcada dentária humana é arranjada de maneira similar na maxila (arcada superior fixada na porção anteroinferior do crânio) e mandíbula (arcada inferior) e alterações funcionais desequilibram as relações harmônicas do sistema estomatognático.

A principal limitação do nosso estudo foi à dificuldade que as crianças tiveram de executar os movimentos bordejantes da mandíbula. A posição da mandíbula durante os movimentos excursivos foi monitorada continuamente por um profissional capacitado em orientá-las durante o exame, por ser um movimento variado da função humana.

Portanto, pesquisas voltadas para compreensão das alterações funcionais em crianças com necessidade de tratamento ortodôntico têm o objetivo de demonstrar aos profissionais de

saúde como dentistas, fisioterapeutas e fonoaudiólogos que o sistema estomatognático destas crianças está comprometido e que tratamentos reabilitadores terão que ser acompanhados com mais precisão para que o sistema mastigatório não fique mais comprometido, reduzindo assim efeitos deletérios na fase adulta.

CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo indicaram que:

- ✓ Houve comprometimento no desempenho mastigatório habitual com alimento macio e alimento consistente decorrente da menor atividade dos ciclos mastigatórios do sinal eletromiográfico em crianças com moderada necessidade de tratamento ortodôntico;
- ✓ Observaram-se menores valores percentuais dos contatos das forças oclusais na interface maxila/mandíbula das crianças com moderada necessidade de tratamento ortodôntico;
- ✓ O Grupo com moderada necessidade de tratamento ortodôntico apresentou maiores valores nas amplitudes dos movimentos mandibulares.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Abou-Atme YS, Chedid N, Melis M, Zawawi KH. Clinical measurement of normal maximum mouth opening in children. *Cranio*. 2008;26(3):191-196.
2. Abreu LG, Melgaço CA, Abreu MH, Lages EM, Paiva SM. Effect of malocclusion among adolescents on family quality of life. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2015;16(4):357-63.
3. Agbaje JO, Castele EV, Salem AS, Anumendem D, Shaheen E, Sun Y, Politis C. Assessment of occlusion with the T-Scan system in patients undergoing orthognathic surgery. *Sci Rep*. 2017;7(1):5356.
4. Ahlgren JG, Ingervall BF, Thilander BL. Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am J Orthod*. 1973;64(5):445-456.
5. Ahmadian-Babaki F, Araghbidi-Kashani SM, Mokhtari S. A Cephalometric Comparison of Twin Block and Bionator Appliances in Treatment of Class II Malocclusion. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(1):e107-e111.
6. Akbari M, Lankarani KB, Honarvar B, Tabrizi R, Mirhadi H, Moosazadeh M. Prevalence of malocclusion among Iranian children: A systematic review and meta-analysis. *Dent Res J (Isfahan)*. 2016;13(5):387-395.
7. Albuquerque LC, Silva HJ. Jaw movement in people with Parkinson's Disease. *Codas*. 2016;28(2):193-16.
8. Almeida IC, Silva RHHR, Cardoso AC. Disfunção do sistema estomatognático, dor e disfunção miofacial em escolares na faixa etária de 7 a 12 anos. *RGO*. 1989 ;37(4):251-254.
9. Andrade AS, Gavião MB, Derossi M, Gameiro GH. Electromyographic activity and thickness of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. *Clin Anat*. 2009;22(2):200-206.

10. Araki M, Yasuda Y, Ogawa T, Tumurkhuu T, Ganburged G, Bazar A, Fujiwara T, Moriyama K. Associations between Malocclusion and Oral Health-Related Quality of Life among Mongolian Adolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(8). pii: E902.
11. Bhatia R, Winnier JJ, Mehta N. Impact of malocclusion on oral health-related quality of life in 10-14-year-old children of Mumbai, India. *Contemp Clin Dent*. 2016 ;7(4):445-450.
12. Borges Tde F, Regalo SC, Taba M Jr, Siéssere S, Mestriner W Jr, Semprini M. Changes in masticatory performance and quality of life in individuals with chronic periodontitis. *J Periodontol*. 2013;84(3):325-331.
13. Bourdiol P, Soulier-Peigue D, Lachaze P, Nicolas E, Woda A, Hennequin M. Only severe malocclusion correlates with mastication deficiency. *Arch Oral Biol*. 2017;75:14-20.
14. Brook PH, Shaw WC. The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod*. 1989;11(3):309-320.
15. Cabrita JP, Bizarra MF, Graça SR. Prevalence of malocclusion in individuals with and without intellectual disability: A comparative study. *Spec Care Dentist* 2017 37(4):181-186.
16. Carlsson GE. Masticatory efficiency: the effect of age, the loss of teeth and prosthetic rehabilitation. *Int Dent J*. 1984;34(2):93-97.
17. 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(2):149-156.
18. Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P. Validity and reliability of the T-Scan(®) III for measuring force under laboratory conditions. *J Oral Rehabil*. 2015;42(7):544-551.

19. Chen HS, Yang PL, Lee CY, Chen KK, Lee KT. Analysis of maximum mouth opening and its related factors in 3- to 5-year-old Taiwanese children. *Odontology*. 2015;103(1):84-88.
20. Chiodelli L, Pacheco AB, Missau TS, Silva AM, Corrêa EC. Influence of generalized joint hypermobility on temporomandibular joint and dental occlusion: a cross-sectional study. *Codas* 2016 28:551-557.
21. Corbin-Lewis, K, Liss, JM, Sciortino, KL. *Anatomia Clínica e Fisiologia do mecanismo de deglutição*. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
22. Cortese SG, Oliver LM, Biondi AM. Determination of range of mandibular movements in children without temporomandibular disorders. *J Craniomandib Pract*. 2007;25(3):200-205.
23. Da Silva GP, Machado AA, Ferreira B, Vasconcelos PB, Verri ED, Gonçalves CR, Vasconcelos MA, Siéssere S, Semprini M, Regalo SC. Functional analysis of the stomatognathic system in individuals infected with human immunodeficiency virus. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015;25(3):515-521.
24. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech*., 1997;13:135-163.
25. De Oliveira RH, Hallak JE, Siéssere S, de Sousa LG, Semprini M, de Sena MF, Osorio Fde L, Nunes EA, Pinto JP, Regalo SC. Electromyographic analysis of masseter and temporal muscles, bite force, masticatory efficiency in medicated individuals with schizophrenia and mood disorders compared with healthy controls. *J Oral Rehabil*. 2014;41(6):399-408.
26. De Rossi M, De Rossi A, Hallak JE, Vitti M, Regalo SC. Electromyographic evaluation in children having rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 ;136(3):355-360.

27. De Sousa ET, da Silva BF, Maia FB, Forte FD, Sampaio FC. Perception of children and mothers regarding dental aesthetics and orthodontic treatment need: a cross-sectional study. *Prog Orthod*. 2016;17(1):37.
28. Di Berardino F, Filipponi E, Schiappadori M, Forti S, Zanetti D, Cesarani A. The occlusal imaging and analysis system by T-scan III in tinnitus patients. *Biomed J*. 2016;39(2):139-144.
29. Dong B, Biswas S. Analyzing Breathing Signals and Swallow Sequence Locality for Solid Food Intake Monitoring. *J Med Biol Eng*. 2016;36(6):765-775.
30. Durán JER. *Biofísica: Fundamentos e Aplicações*, Prentice Hall, 2003.
31. Erdinc AE, Nanda RS, Isiksal E. Relapse of anterior crowding in patients treated with extraction and nonextraction of premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129(6):775-784.
32. Ferrario VF, Piancino MG, Dellavia C, Castroflorio T, Sforza C, Bracco P. Quantitative analysis of the variability of unilateral chewing movements in young adults. *Cranio* 2006; 24: 274–282.
33. Ferreira B, Da Silva GP, Gonçalves CR, Arnoni VW, Siéssere S, Semprini M, Verri ED, Chaves TC, Regalo SC. Stomatognathic function in Duchenne muscular dystrophy: a case-control study. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(5):516-521.
34. Feu D, de Oliveira BH, de Oliveira Almeida MA, Kiyak HA, Miguel JÁ. Oral health-related quality of life and orthodontic treatment seeking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010 138(2):152-159.
35. Fuentes AD, Sforza C, Miralles R, Ferreira CL, Mapelli A, Lodetti G, Martin C. Assessment of electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders and natural mediotrusive occlusal contact during chewing and tooth grinding. *Cranio*. 2016;22:1-10.

36. Fulks BA, Callaghan KX, Tewksbury CD, Gerstner GE. Relationships between chewing rate, occlusion, cephalometric anatomy, muscle activity, and masticatory performance. *Arch Oral Biol.* 2017;83:161-168.
37. Gameiro GH, Magalhães IB, Szymanski MM, Andrade AS. Is the main goal of mastication achieved after orthodontic treatment? A prospective longitudinal study. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(3):72-78.
38. Gaszynska E, Kopacz K, Fronczek-Wojciechowska M, Padula G, Szatko F. Electromyographic activity of masticatory muscles in elderly women - a pilot study. *Clin Interv Aging.* 2017 ;12:111-116.
39. Gedrange T, Kunert-Keil C, Heinemann F, Dominiak M. Tissue Engineering and Oral Rehabilitation in the Stomatognathic System. *Biomed Res Int.* 2017;2017:4519568.
40. Hamazaki CM, Kawaura R, Bianchini EMG, Assencio-Ferreira VJ. Range of motion analyses in children. *Rev Cefac.* 2002;4(1):35-40.
41. Hamerling J. Dissertations 25 years after date 19. Children with a lateral forced bite. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2009;116(3):145-148.
42. Healey DL, Gauld RD, Thomson WM. Treatment-associated changes in malocclusion and oral health-related quality of life: A 4-year cohort study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(5):811-817.
43. Hirano Y, Onozuka M. Chewing and attention: a positive effect on sustained attention. *Biomed Res Int.* 2015;2015:367026.
44. Hirsch C, John MT, Lautenschlager C, List T. Mandibular jaw movement capacity in 10–17-yr-old children and adolescents: normative values and the influence of gender, age, and temporomandibular disorders. *Eur J Oral Sci.* 2006;14(6):465-470.
45. Inokuchi H, González-Fernández M, Matsuo K, Brodsky MB, Yoda M, Taniguchi H, Okazaki H, Hiraoka T, Palmer JB. Electromyography of Swallowing with Fine Wire

- Intramuscular Electrodes in Healthy Human: Amplitude Difference of Selected Hyoid Muscles. *Dysphagia*. 2016;31(1):33-40.
46. Juul-Kristensen B, Schmedling K, Rombaut L, Lund H, Engelbert RH. Measurement properties of clinical assessment methods for classifying generalized joint hypermobility-A systematic review. *Am J Med Genet C Semin Med Genet* 2017 175(1):116-147.
47. Kijak E, Margielewicz J, Lietz-Kijak D, Wilemska-Kucharzewska K, Kucharzewski M, Śliwiński Z. Model identification of stomatognathic muscle system activity during mastication. *Exp Ther Med*. 2017;13(1):135-145.
48. Klasser GD, Okeson JP. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc*. 2006;137:763-771.
49. Koyano K, Tsuliyama Y, Ichiki R, Kuwata T: Assessment of bruxism in the clinic. *J Oral Rehabil* 2008, 35:495-508.
50. Kozanecka A, Sarul M, Kawala B, Antoszevska-Smith J. Objectification of Orthodontic Treatment Needs: Does the Classification of Malocclusions or a History of Orthodontic Treatment Matter? *Adv Clin Exp Med*. 2016;25(6):1303-1312.
51. Kumai T. Difference in chewing patterns between involved and opposite sides in patients with unilateral temporomandibular joint and myofascial pain-dysfunction. *Arch Oral Biol*. 1993;38(6):467-478.
52. Kumar S, MITAL A. Electromiography in ergonomics. UK: Taylor & Francis, 1996.
53. Kurth, L.E. Mandibular Movements in Mastication. *J.A.D.A.* 1942;29:1769–1790.
54. Lee H, Son WS, Kwak C, Kang EH, Kim SS, Park SB, Kim YI. Three-dimensional changes in the temporomandibular joint after maxillary protraction in children with skeletal Class III malocclusion. *J Oral Sci*. 2016;58(4):501-508.

55. Li RX, Hu Y. A cross-sectional survey on the patterns of primary teeth eruption in 2 581 children. *Zhonghua Er Ke Za Zhi*. 2017;55(1):37-41.
56. Loddi PP, Miranda ALR, Vieira MV, Chiari BMC, Goldenberg FC, Mandetta S. Fatores predisponentes de desordem temporomandibular em crianças com 6 a 11 anos de idade ao início do tratamento ortodôntico. *Dental Press J Orthod*, 2010;15(3):87-93.
57. Lodetti G, Mapelli A, Musto F, Rosati R, Sforza C. EMG spectral characteristics of masticatory muscles and upper trapezius during maximum voluntary teeth clenching. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012;22(1):103-109.
58. Maia NG, Normando ADC, Maia FA, Alves MSC, Ferreira MAF. Factors associated with orthodontic stability: a retrospective study of 209 patients. *World J Orthod*. 2010;11(1):61-66.
59. Major M, Rompré PH, Guitard F, Tenbokum L, O'Connor K, Nielsen T, Lavigne GJ. A controlled daytime challenge of motor performance and vigilance in sleep bruxers. *J Dent Res*. 1999;78:1754-1762.
60. Mapelli A, Zanandréa Machado BC, Giglio LD, Sforza C, De Felício CM. Reorganization of muscle activity in patients with chronic temporomandibular disorders. *Arch Oral Biol*. 2016;72:164-171.
61. Martinot JB, Senny F, Denison S, Cuthbert V, Gueulette E, Guénard H, Pépin JL. Mandibular movements identify respiratory effort in pediatric obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2015 11(5):567-74.
62. Masood M, Suominen AL, Pietila T, Lahti S. Malocclusion traits and oral health-related quality of life in Finnish adults. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2017, 45(2):178-188.
63. Matsui MY, Giannasi LC, Batista SR, Amorim JB, Oliveira CS, Oliveira LV, Gomes MF. Differences between the activity of the masticatory muscles of adults with cerebral palsy and healthy individuals while at rest and in function. *Arch Oral Biol*. 2017;73:16-20.

64. Mioche L, Bourdiol P, Monier S. Chewing behaviour and bolus formation during mastication of meat with different textures. *Arch Oral Biol.* 2003;48(3):193-200.
65. Montes ABM, de Oliveira TM, Gavião MBD, de Souza Barbosa T. Occlusal, chewing, and tasting characteristics associated with orofacial dysfunctions in children with unilateral cleft lip and palate: a case-control study. *Clin Oral Investig.* 2017 Jul 31.
66. Moreau A. European College of Orthodontics: Commission of affiliation and titularisation. *Int Orthod.* 2017, pii: S1761-7227(16)30104-8.
67. Mousa MA, Patil S, Lynch E. Masticatory efficiency and muscular activity in removable partial dental prostheses with different cusp angles. *J Prosthet Dent.* 2017;117(1):55-60.
68. Mugonzibwa EA, Kuijpers-Jagtman AM, van 't Hof MA, Kikwilu EN. Need for orthodontic treatment among Tanzanian children. *East Afr Med J.* 2004;81(1):10-5.
69. Negoro T, Briggs J, Plesh O, et al. Bruxing patterns in children compared to intercuspal clenching and chewing as assessed with dental models, electromyography, and incisor jaw tracing: preliminary study. *ASDC J Dent Child.* 1998;65:449-458.
70. Nishi SE, Basri R, Alam MK. Uses of electromyography in dentistry: An overview with meta-analysis. *Eur J Dent.* 2016;10(3):419-425.
71. Nyström M, Peck L, Kleemola-Kujala E, Evälahti M, Kataja M. Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns. *Forensic Science International.* 2000;110(3):179-188.
72. Odeh R, Townsend G, Mihailidis S, Lähdesmäki R, Hughes T, Brook A. Infraocclusion: Dental development and associated dental variations in singletons and twins. *Arch Oral Biol.* 2015;60(9):1394-1402.
73. Palinkas M, Bataglion C, de Luca Canto G, Machado Camolezi N, Theodoro GT, Siéssere S, Semprini M, Regalo SC. Impact of sleep bruxism on masseter and temporalis muscles and bite force. *Cranio.* 2016;34(5):309-315.

-
74. Palinkas M, Cecilio FA, Siéssere S, Borges Tde F, de Carvalho CA, Semprini M, de Sousa LG, Regalo SC. Aging of masticatory efficiency in healthy subjects: electromyographic analysis--Part 2. *Acta Odontol Latinoam*. 2013;26(3):161-166.
75. Pancani S, Tindale W, Shaw PJ, McDermott CJ, Mazzà C. An Objective Functional Characterisation of Head Movement Impairment in Individuals with Neck Muscle Weakness Due to Amyotrophic Lateral Sclerosis. *PLoS One*. 2017;12(1):e0169019.
76. Pasinato F, Gussi de Oliveira A G, Santos-Couto-Paz CC, Zeredo JLL, Bolzan GPB, Macedo SB, Corrêa ECR. Study of the kinematic variables of unilateral and habitual mastication of healthy individuals. *CoDAS*. 2017;29(2):e20160074.
77. Patil RU, Prakash A, Agarwal A. Pendulum Therapy of Molar Distalization in Mixed Dentition. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2016;9(1):67-73.
78. Patrianova ME, Kroll CL, Bérzin F. Sequence and chronology of eruption of deciduous teeth in children from Itajaí city (SC). *Rev Sul-Bras Odontol*. 2010;7(4):406-413
79. Piancino MG, Farina D, Talpone F, Merlo A, Bracco P. Muscular activation during reverse and non-reverse chewing cycles in unilateral posterior crossbite. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(2):122-128.
80. Piancino MG, Isola G, Merlo A, Dalessandri D, Debernardi C, Bracco P. Chewing pattern and muscular activation in open bite patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012;22(2):273-279.
81. Pizolato RA, Silva De Freitas Fernandes F, Beatriz Duarte Gavião M. Deglutition and temporomandibular disorders in children. *Minerva Stomatol*. 2009;58(11-12):567-576.
82. Politti F, Casellato C, Kalytczak MM, Garcia MB, Biasotto-Gonzalez DA. Characteristics of EMG frequency bands in temporomandibular disorders patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016;31:119-125.

83. Qadeer S, Abbas AA, Sarinnaphakorn L, Kerstein RB. Comparison of excursive occlusal force parameters in post-orthodontic and non-orthodontic subjects using T-Scan® III. *Cranio*. 2016; 23:1-8.
84. Ramfjord SP. Bruxism: a clinical and *EMG* study. *J. Am. Dent. Assoc.* 1961;62:21-44.
85. Reicheneder C, Proff P, Baumert U, Gedrange T. Comparison of maximum mouth-opening capacity and condylar path length in adults and children during the growth period. *Ann Anat.* 2008;190(4):344-350.
86. Reicheneder CA, Peter P, Baumert U, Gedrange T. Growth-Related Differences in maximum laterotrusion and retrusion between children and adults. *Angle Orthodontist*. 2009;79(2):265-270.
87. Riehle M, Lincoln TM. Social consequences of subclinical negative symptoms: An *EMG* study of facial expressions within a social interaction. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 2017;55:90-98.
88. Santos KW, Fraga BF, Cardoso MC. Dysfunctions of the stomatognathic system and vocal aspects in Fahr disease: case report. *Codas*.; 2014, 26 (2):164-167.
89. Seo YJ, Kim SJ, Munkhshur J, Chung KR, Ngan P, Kim SH. Treatment and retention of relapsed anterior openBite with low tongue posture and tongue-tie: A 10-year follow-up. *Korean J Orthod*. 2014;44(4):203-216.
90. Siéssere S, Sousa LG, Lima Nde A, Semprini M, Vasconcelos PB, Watanabe PC, Rancan SV, Regalo SC. Electromyographic activity of masticatory muscles in women with osteoporosis. *Braz Dent J*. 2009;20(3):237-342.
91. Silva AP, Sassi FC, Andrade CR. Oral-motor and electromyographic characterization of patients submitted to open and closed reductions of mandibular condyle fracture. *Codas*. 2016 9-10;28(5):558-566.

92. Singh S, Sharma A, Sandhu N, et al. The prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India. *Indian J Dent Res* 2016 27:317-322.
93. Spagnol G, Palinkas M, Regalo SC, de Vasconcelos PB, Sverzut CE, Trivellato AE. Impact of midface and upper face fracture on bite force, mandibular mobility, and electromyographic activity. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;45(11):1424-1429.
94. Steinmassl O, Steinmassl PA, Schwarz A, Crismani A. Orthodontic Treatment Need of Austrian Schoolchildren in the Mixed Dentition Stage. *Swiss Dent J*. 2017;127(2):122-128.
95. Suzuki N, Miyazaki A, Igarashi T, Dehari H, Kobayashi JI, Miki Y, Ogi K, Nagai I, Sonoda T, Yotsuyanagi T, Hiratsuka H. Relationship Between Mandibular Ramus Height and Masticatory Muscle Function in Patients With Unilateral Hemifacial Microsomia. *Cleft Palate Craniofac J*. 2017;54(1):43-52.
96. Takaoka R, Ishigaki S, Yatani H, Ogata S, Hayakawa K. Evaluation of genetic factors involved in nocturnal electromyographic activity of masticatory muscles in twins. *Clin Oral Investig*. 2017;21(1):319-325.
97. Thilander B, Rubio G, Pena L, de Mayorga C. Prevalence of temporomandibular dysfunction and its association with malocclusion in children and adolescents: an epidemiologic study related to specified stages of dental development. *Angle Orthod*. 2002;72(2):146-154.
98. Trpevska V, Kovacevska G, Benedeti A, Jordanov B. T-scan III system diagnostic tool for digital occlusal analysis in orthodontics - a modern approach. *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)*. 2014;35(2):155-160.
99. Tsanidis N, Antonarakis GS, Kiliaridis S. Functional changes after early treatment of unilateral posterior cross-bite associated with mandibular shift: a systematic review. *J Oral Rehabil*. 2016 ;43(1):59-68.

100. Tsiouli K, Karamesinis K, Antonarakis GS, Christou P. Prediction model of regional orthodontic workforce needs, using Greece as an example. *Eur J Paediatr Dent* 2016 17(1):29-33.
101. Tumurkhuu T, Fujiwara T, Komazaki Y, Kawaguchi Y, Tanaka T, Inazawa J, Ganburged G, Bazar A, Ogawa T, Moriyama K. Association between maternal education and malocclusion in Mongolian adolescents: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2016;6(11):e012283.
102. Üçüncü N, Ertugay E. The use of the Index of Orthodontic Treatment need (IOTN) in a school population and referred population. *J Orthod*. 2001;28(1):45-52.
103. Woźniak K, Szyszka-Sommerfeld L, Lichota D. The electrical activity of the temporal and masseter muscles in patients with TMD and unilateral posterior crossbite. *Biomed Res Int*. 2015;2015:259372.
104. Yassir YA, McIntyre GT, Bearn DR. Three questionnaires to assess the perception of fixed orthodontic therapy before, during and after treatment: validity and reliability. *Eur J Orthod*. 2016, pii: cjw076.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética – Plataforma Brasil

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> <p>FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO/ FORP/ USP</p> </div> <div> </div> </div>								
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP								
<p>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</p> <p>Título da Pesquisa: Avaliação da atividade da língua e do desempenho dos músculos mastigatórios em crianças com e sem maloclusão</p> <p>Pesquisador: Simone Cedillo Hallak Regalo</p> <p>Área Temática:</p> <p>Versão: 1</p> <p>CAAE: 42857315.7.0000.5419</p> <p>Instituição Proponente: Universidade de São Paulo</p> <p>Patrocinador Principal: Financiamento Próprio</p> <p>DADOS DO PARECER</p> <p>Número do Parecer: 1.004.278</p> <p>Data da Relatoria: 25/03/2015</p> <p>Apresentação do Projeto:</p> <p>Pesquisa relevante para a área da odontologia, apresenta referências bibliográficas atualizadas e os pesquisadores são plenamente habilitados para o desenvolvimento do projeto em tela.</p> <p>Objetivo da Pesquisa:</p> <p>Objetivos da pesquisa: A atividade da língua está associada ao padrão de atividade dos músculos mastigatórios principais e auxiliares, e é influenciada pelo estágio de desenvolvimento da oclusão, biótipo facial, idade, gênero e presença de maloclusão.</p> <p>Comparação entre participantes com e sem maloclusão:- amplitude dos movimentos mandibulares bordejantes;- atividade da língua (pressão exercida no palato);- atividade dos músculos orbiculares da boca;- atividade eletromiográfica dos músculos mastigatórios principais (masseteres e temporais) e auxiliares (suprahióideos e orbiculares) durante o repouso, máxima intercuspidação, e os movimentos de sucção, deglutição e de mastigação;- eficiência mastigatória;- força de mordida unilateral molar máxima;</p> <p>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</p> <p>Riscos:</p>								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Endereço: Avenida do Café s/nº</td> <td style="padding: 2px;">CEP: 14.040-904</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Bairro: Monte Alegre</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">UF: SP</td> <td style="padding: 2px;">Município: RIBEIRÃO PRETO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Telefone: (16)3315-0493</td> <td style="padding: 2px;">Fax: (16)3315-4102 E-mail: cep@forp.usp.br</td> </tr> </table>	Endereço: Avenida do Café s/nº	CEP: 14.040-904	Bairro: Monte Alegre		UF: SP	Município: RIBEIRÃO PRETO	Telefone: (16)3315-0493	Fax: (16)3315-4102 E-mail: cep@forp.usp.br
Endereço: Avenida do Café s/nº	CEP: 14.040-904							
Bairro: Monte Alegre								
UF: SP	Município: RIBEIRÃO PRETO							
Telefone: (16)3315-0493	Fax: (16)3315-4102 E-mail: cep@forp.usp.br							

Página 01 de 03

PRÊMIOS

1. Certificado de Reconhecimento. 24th International Conference and exhibition on Dentistry & Oral Care - Dubai, UAE. Abril, 2017

2.Certificado de Reconhecimento. 24th International Conference and exhibition on Dentistry & Oral Care - Dubai, UAE. Abril, 2017

Apresentação da Pesquisa em Eventos Científicos

1. Trabalho científico apresentado em evento nacional: 21ª Semana Odontológica da UNAERP. Ribeirão Preto, São Paulo, Maio 2017

Trabalho Científico Publicado em Anais de Evento Internacional

1. 24th International Conference and Exhibition on Dentistry & Oral Health. São Dubai, UAE. Abril 2017. Oral Health and Dental Management, 16, 2(Suppl): 28.

2. 24th International Conference and Exhibition on Dentistry & Oral Health. São Dubai, UAE. Abril 2017. Oral Health and Dental Management, 16, 2(Suppl): 63.

MANUSCRIPT

Analysis of occlusal forces and amplitude of mandibular movement in children according to the orthodontic treatment needs

Nicolly Parente Ribeiro Frota¹, Marcelo Palinkas¹, Lígia Maria Napolitano Gonçalves¹, Bárbara de Lima Lucas¹, Kranya Victoria Díaz-Serrano², Isabela Hallak Regalo¹, Selma Siéssere, Simone Cecílio Hallak Regalo¹

¹Department Morphology, Physiology and Basic Pathology, Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

²Department of Pediatric Clinics, Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

Abstract

Objective: To analyze the contacts of occlusal forces at the maxilla/mandible interface and the range of mandibular mobility in children with and without orthodontic treatment needs.

Material and Methods: A total of 90 children were divided into three groups: no orthodontic treatment need, average $\pm$ DP, 8.00 ± 0.43 ; $n = 26$ (NNG), with small malocclusions, orthodontic treatment need, average $\pm$ DP, 8.89 ± 0.43 ; $n = 28$ (SNG) and with moderate malocclusion, orthodontic treatment need, average $\pm$ DP, 8.44 ± 0.22 ; $n = 36$ (MNG). The Index Orthodontic Treatment Need - Dental Health Component (IOTN-DHC) was used to classify the groups. The *T-Scan® III Occlusal Analysis* system was used to evaluate the contacts of occlusal forces (%) in the maxilla/mandible (right and left side). Normal and maximum voluntary opening range and mandibular border movements (right laterality, left laterality and protrusion) were measured with a millimeter ruler. **Results:** Data were tabulated and submitted to statistical analysis (ANOVA and Bonferroni test, $p \leq 0.05$). It was verified that MNG presented reduction of occlusal forces in the maxilla/mandible (right and left side) in relation to NNG and SNG, with no significant difference, and greater amplitude of mouth opening and mandibular jaw movements with a significant difference in the normal opening of the mouth ($p = 0.02$). **Conclusion:** Children with moderate orthodontic treatment need presented functional changes in the stomatognathic system.

Keywords: Children, Malocclusion, Occlusal Force, Mandibular Mobility, Stomatognathic System

Introduction

Malocclusions are deviations of normality in the growth and morphology of dental arches, which promote functional alterations in the stomatognathic system (Doğramacı et al.,

2017; Pereira et al., 2017). They are considered relevant oral problems with global public health interest because they involve orofacial functions with impact on the quality of life (Ocampo-Parra et al., 2015; Lochib et al., 2015).

These changes need precise epidemiological methods for evaluation and that choose as a priority the care of individuals in need of orthodontic treatment, in which it is difficult to determine because the deviations of occlusion are not always evident and identified. (Onyeaso CO, 2003; Feu et al., 2010; Cabrita et al., 2017).

Children, in turn, need these strategies because they help to restore orofacial function and esthetics faster, improving clinical and social status (Araki et al., 2017).

These methodologies include the Index of Index Orthodontic Treatment Need (IOTN) which is used in several countries (Tsiouli et al., 2016; Singh et al., 2016) with the purpose of analyzing and classifying the severity of the malocclusions, investigating for example, the overjet, deep bite and open bite (Araki et al., 2017). This index presents scores from 1 to 5 that corresponds to the component of dental and functional health (Kozanecka et al., 2016).

Classifying the degree of malocclusion severity and determining the actual need for orthodontic treatment is important to establish the differences that exist in the function of the stomatognathic system of this target audience.

Therefore, this unprecedented study had as objective to verify the contacts of the occlusal forces in the maxilla/mandible and to measure the amplitude of mandibular movements in children with and without the need of orthodontic treatment.

Material and Methods

Ethical Approval

This study was approved by the Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil (protocol # 42857315.7.0000.5419)

according to Resolution n.466/2012 of the Brazilian National Health Council. The procedures performed involving human are in accordance with the ethical standards of the institutional research committee and with the Declaration of Helsinki of 1964. The participation of the minors was made through the signing of the informed consent form by the parents or guardians and by the consent of the participating child.

Sample

The sample calculation was defined by the incidence of malocclusions according to the classification of the Index Orthodontic Treatment Need with the reports published in the State of São Paulo, Brazil. A power of 80% was adopted in the test, a difference of 10% was detected with a significance of 5% and the number of 90 children was determined for the study.

The sample of this study was composed of children aged between 06 and 10 years old, Caucasian (light skin phenotype) and without temporomandibular dysfunction. The participants were recruited in the city of Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil, including the dental care clinics of the Dentistry School of Ribeirão Preto, University of São Paulo. The recruitment was performed by a single dentist trained in the diagnosis of malocclusions.

Exclusion criteria included children in medical treatment who were using medicines that could alter the function of the Central Nervous System; presence of parafunctional habits such as grinding of teeth at night, finger sucking, pacifier or bottle and onicophagy; atypical swallowing; with medical and odontological history of recent surgical intervention, in the treatment of myalgias of any genesis, orthodontic treatment, using anti-inflammatories and / or analgesics that could interfere in neuromuscular physiology.

Therefore, of 250 children evaluated and following the inclusion and exclusion criteria, 90 children were selected and distributed in three groups according to the IOTN-DHC classification: without orthodontic treatment need, 8.00 ± 0.43 years old, $n=26$ (NNG), small

orthodontic treatment need, 8.89 ± 0.43 years old, $n=28$ (SNG) and moderate orthodontic treatment need, 8.44 ± 0.22 years old, $n=36$ (MNG).

The children were diagnosed with the following malocclusions (IOTN-DHC): anterior and posterior cross bite, anterior and posterior open bite, increased overjet, increased overbite, deep overbite with gingival contact or contact with the palatal mucosa (but without trauma), craniofacial anomalies, hypodontia, teeth retained (Montes et al., 2017). Children with severe malocclusion according to the IOTN-DHC classification were not included in this study.

Evaluation of occlusal forces at the position of maximum habitual intercuspation

The analysis of the contacts of the occlusal forces in the maxilla/mandible (right and left side) was performed with the *T-Scan® III Occlusal Analysis System* (Tekscan, Inc. South Boston, MA. USA). The sensor used did not interfere with the natural bite, considering that its thickness is 0.102 mm and recorded the dynamics of occlusal force contacts in terms of percent strength (Qadeer et al., 2016).

The bite guide holder was tested in the child's mouth and fitted into the oral cavity. The holder and sensor were then fitted into the hand strap. The sensor was inserted into the buccal cavity, so that the position guide, located on the bracket, was centralized and fitted between the upper central incisors. The child remained seated, with her head supported and oriented to tighten the sensor with the maximum capacity that reached approximately 100%. This value was registered by T-Scan Software. Three measures of maximum force were performed and the highest percentage occlusal force between maximum/mandible was recorded.

Analysis of the amplitude of the mandible movements

For the measurement of the normal opening range and maximum voluntary opening and mandibular border movements (right laterality, left laterality and protrusion) a disposable millimeter rule was used according to the clinical examination of the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders - Axis 1 (Pizolato et al., 2009). Before performing

the mandibular movement amplitude exam, performed by a single trained investigator, instructions and explanations were given, requesting that the child remain seated comfortably, with the thighs parallel to the ground and the head positioned erect. The reference standards for measuring the range of motion was the dental midline.

The measurement for the normal and maximum opening of the mouth was obtained by positioning the millimeter ruler in the incisal and mesial of the right upper central incisor and incisal region of the lower right incisor, plus the vertical overpass measure. To measure the maximum opening of the mouth it was determined that the child performed the opening of the mouth at the painless limit.

In the protrusion movement, the child slid the mandible against the maxilla, followed by measuring the horizontal distance of the vestibular face of the upper incisors to the incisal edge of the lower ones. The value of the overjet was added to the sagittal distance between the incisal edges of the upper central incisors and the lower incisors in the maximal protruded position.

In the right laterality, the child moved the mandible to the maximum to the right side and it was measured the horizontal distance between the midline of the upper central incisors and the lower central incisors or between the labial braces. In left laterality, the same procedure was performed for the left side (Spagnol et al., 2002).

Statistical analysis

The data of the occlusal forces contacts and amplitude of the mandible movements were analyzed using the software Statistical Package for the Socie Sciences 21.0 for Windows Software Package (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The variables were expressed with a 95% confidence interval. The values were compared by the ANOVA and posthoc Bonferroni test. A value of $p \leq 0.05$ was considered statistically significant.

Results

Table 1 shows the data of the contacts of occlusal forces for the maxilla/mandible (right and left side) between NNG, SNG and MNG. The percentage value did not show a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) between the groups. The MNG presented lower percentage values in occlusal force contacts.

Table 2 shows the range of mandibular movements between NNG, SNG and MNG. There was a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) between NNG, SNG and MNG at the normal opening of the mouth ($SNG \neq MNG$). The MNG showed higher values in the range of mandible movements in relation to the other groups of this study.

Discussion

Malocclusion is a dento-skeletal disorder that promotes functional changes in the stomatognathic system (Fontaine-Sylvestre et al., 2017). Our study used IOTN-DHC to show that 28.89% of the children had small malocclusions, without orthodontic treatment; 31.11% showed small malocclusions but with orthodontic treatment and 40% had moderate malocclusion, requiring orthodontic treatment.

The dynamic functional parameters between occlusion and mandibular movement integrate the stomatognathic system, both in normal and pathological conditions (Gedrange et al., 2017; Kijak et al., 2017).

To study these relationships, we assessed the range of mandible movements (Reicheneder et al., 2008; Abou-Atme et al., 2008) and occlusal force contact (Agbaje et al., 2017) between the maxilla/mandible of children with or without the need for orthodontic treatment with the purpose of standardizing orofacial functions (Reicheneder et al., 2008; Abou-Atme et al., 2008).

The reproducibility of the measurement of the amplitude of the mandible movements is an important method of evaluation of the masticatory system (Steinmass et al., 2017), but when related to children is still little studied (Cortese; et al., 2007).

The jaw is considered an anchor for the muscles of the head and neck, and its position determines the opening movement of the mouth (Martinot et al., 2015). Our results showed that in the mandibular dynamics where does if fit the normal and maximum voluntary opening of the mouth, lateral excursion to the right, lateral excursion to the left and protrusion, there was a significant difference in the normal opening of the mouth between SNG and MNG. The mouth opening is a parameter that measures mandibular mobility and contributes to the understanding of the functional disorder of the masticatory system resulting from malocclusion (Ugolini et al., 2017).

The average maximum mouth opening capacity of the children examined in this study (NNG, SNG and MNG) was 46 mm. Similar data to the study of Loddi et al. (2010) which was 45.4 mm. Children aged between 7 and 8 years may present an average maximum oral opening of 41.92 mm (Cortese et al., 2007).

The assessment of the lateral excursion to the right and left of the mandible in children is very scarce in the literature (Sousa et al., 2008; Reicheneder et al., 2009). Our study observed that GMN presented a mean of 7mm in the lateral excursion to the right and 6.66 mm to the left. Our results were smaller when compared to those of Sousa et al. (2008) who demonstrated measures of the lateral excursion to the right of 8.20 mm and lateral excursion to the left of 8.36 mm in healthy children in the age group of 6 and 14 years of age.

In the protrusion condition, the average for the three groups in this study was 4.27mm. Our study showed values close to the findings of Cortese et al. (2007) which determined an average protrusion value of 4.07 mm for children in the 8-year-old age group. The protrusion

movement is considered deficient when the measurement is less than 5 mm (Hirsch et al. , 2006).

The range of mandible movements in children with moderate malocclusion in the 08 years old group has the following parameters: maximum mouth opening 45.7mm, lateral excursion to the right of 9.9 mm, lateral excursion to the left of 10.2 mm and protrusion of 8.9 mm (Steinmass et al., 2017). Regarding this study, our results showed lower values of mandibular amplitude for MNG: lateral excursion to the right of 7.00 mm, lateral excursion to the left of 6.66 mm and protrusion of 4.44 mm.

The mandibular movement results from the simultaneous activation of the head and neck muscles and the craniocervical region, allowing movement of the cervical spine, atlanto-occipital joint and temporomandibular joint (Zafar et al., 2000).

When comparing the three groups of this study, the MNG presented higher values of amplitude of the mandible movements. These results were discordant with the findings of Reicheneder et al. (2008) which determined a reduction of the mandible jaw movements as the severity of the malocclusion increased.

The greater amplitude of the movement of the mandible in the MNG in relation to the NNG and SNG can be explained by the hypermobility of the temporomandibular joint, due to the structural defect of the collagen that makes up the connective tissue, causing ligament laxity, which would result in unexpected patterns in the posture and mandibular movement (Hirsch et al., 2006; Juul-Kristensen et al., 2017).

According to Chiodelli et al. (2016) joint hypermobility does not influence the range of mandibular movement in adult women, but studies in children have not yet been performed. We did not evaluate the temporomandibular joint hypermobility of the children participating in this study.

The occlusal force contact determines possible parameters of functional discrepancies in the stomatognathic system (Agbaje et al., 2017). We used T-Scan III to measure and record contacts of occlusal forces in the maxilla/mandible (right and left side) in children with and without the need for orthodontic treatment, depicting the potential of force during dental tightening in maximum voluntary contraction.

We observed that there were no differences in the intensity of contact of occlusal forces between NNG, SNG and MNG, but MNG presented lower left and right occlusal force contact.

It should be noted that the potential of occlusal force may present variations in relation to the characteristics of the craniofacial complex that do not fit in the conditions of normality, as in the presence of malocclusions (Sonnesen et al., 2001).

Occlusal biomechanics in individuals with moderate and severe malocclusion may interfere with occlusal strength, due to poor muscle activity, low isometric strength and absence of occlusal contacts (Castelo, 2007; Qadeer et al., 2016).

It is known that the human dental arch is similarly arranged in the maxilla/mandible and functional alterations in the occlusion unbalance the units of the stomatognathic system such as neuromuscular components, temporomandibular joint and periodontium (Hwang et al., 2017). This fact may be related to the difference of contact of the occlusal force of the maxilla/mandible between the groups of this study.

The main limitation of our study was the difficulty that children have to perform the mandibular jaw movements. The position of the mandible during the excursive movements was continuously monitored by a trained professional in guiding them during the examination since it is a varied movement of human function. Therefore, future studies should be carried out to confirm our results in order to help health professionals, especially orthodontists, in the

more detailed treatment planning, that aim to re-establish the normality of the stomatognathic system of children with dento-skeletal disorders, thus cooperating with dental science.

Conclusion

Children with a moderate orthodontic treatment need demonstrated a greater range of mandibular movements and reduced contact of occlusal forces in the maxilla/mandible.

Acknowledgements

This work was supported by *Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo* (protocol # 2015 / 09942-4).

References

1. Doğramacı EJ, Rossi-Fedele G, Dreyer CW. Malocclusions in young children: Does breast-feeding really reduce the risk? A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2017 148:566-574.
2. Pereira TS, Oliveira F, Cardoso MCAF. Association between harmful oral habits and the structures and functions of the stomatognathic system: perception of parents/guardians. *Codas* 2017 29:e20150301.
3. Ocampo-Parra A, Escobar-Toro B, Sierra-Alzate V, et al. Prevalence of dyslalías in 8 to 16 year-old students with anterior open bite in the municipality of Envigado, Colombia. *BMC Oral Health* 2015 15:77.
4. Lochib S, Indushekar KR, Saraf BG, et al. Occlusal characteristics and prevalence of associated dental anomalies in the primary dentition. *J Epidemiol Glob Health* 2015 5:151-157.

5. Onyeaso CO. Orthodontic treatment need of mentally handicapped children in Ibadan, Nigeria, according to the dental aesthetic index. *J Dent Child (Chic)* 2003 70: 159-163.
6. Feu D, de Oliveira BH, de Oliveira Almeida MA, et al. Oral health-related quality of life and orthodontic treatment seeking. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010 138:152-159.
7. Cabrita JP, Bizarra MF, Graça SR. Prevalence of malocclusion in individuals with and without intellectual disability: A comparative study. *Spec Care Dentist* 2017 37:181-186.
8. Araki M, Yasuda Y, Ogawa T, et al. Associations between Malocclusion and Oral Health-Related Quality of Life among Mongolian Adolescents. *Int J Environ Res Public Health* 2014. pii: E902.
9. Tsiouli K, Karamesinis K, Antonarakis GS, et al. Prediction model of regional orthodontic workforce needs, using Greece as an example. *Eur J Paediatr Dent* 2016 17:29-33.
10. Singh S, Sharma A, Sandhu N, et al. The prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India. *Indian J Dent Res* 2016 27:317-322.
11. Kozanecka A, Sarul M, Kawala B, et al. Objectification of Orthodontic Treatment Needs: Does the Classification of Malocclusions or a History of Orthodontic Treatment Matter? *Adv Clin Exp Med* 2016 25:1303-1312.
12. Montes ABM, de Oliveira TM, Gavião MBD, et al. Occlusal, chewing, and tasting characteristics associated with orofacial dysfunctions in children with unilateral cleft lip and palate: a case-control study. *Clin Oral Investig* 2017 Jul 31.

13. Qadeer S, Yang L, Sarinnaphakorn L, et al. Comparison of closure occlusal force parameters in post-orthodontic and non-orthodontic subjects using T-Scan® III DMD occlusal analysis. *Cranio* 2016 34:395-401.
14. Pizolato RA, Silva De Freitas Fernandes F, Beatriz Duarte Gavião M. Deglutition and temporomandibular disorders in children. *Minerva Stomatol* 2009 58:567-576.
15. Spagnol G, Palinkas M, Regalo SC, et al. Impact of midface and upper face fracture on bite force, mandibular mobility, and electromyographic activity. *Int J Oral Maxillofac Surg* 201 45:1424-1429.
16. Fontaine-Sylvestre C, Roy A, Rizkallah J, et al. Prevalence of malocclusion in Canadian children with autism spectrum disorder. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017 152:38-41.
17. Gedrange T, Kunert-Keil C, Heinemann F, et al. Tissue Engineering and Oral Rehabilitation in the Stomatognathic System. *Biomed Res Int* 2017 2017:4519568.
18. Kijak E, Margielewicz J, Lietz-Kijak D, et al. Model identification of stomatognathic muscle system activity during mastication. *Exp Ther Med* 2017 13:135-145.
19. Reicheneder C, Proff P, Baumert U, et al. Comparison of maximum mouth-opening capacity and condylar path length in adults and children during the growth period. *Ann Anat* 2008 190:344-350.
20. Abou-Atme YS, Chedid N, Melis M, et al. Clinical measurement of normal maximum mouth opening in children. *Cranio* 2008 26:191-196.
21. Agbaje JO, Castele EV, Salem AS, et al. Assessment of occlusion with the T-Scan system in patients undergoing orthognathic surgery. *Sci Rep* 2017 7:5356.
22. Steinmassl O, Steinmassl PA, Schwarz A, et al. Orthodontic Treatment Need of Austrian Schoolchildren in the Mixed Dentition Stage. *Swiss Dent J* 2017 127:122-128.

23. Cortese SG, Oliver LM, Biondi AM. Determination of range of mandibular movements in children without temporomandibular disorders. *Cranio* 2007 25:200-205.
24. Martinot JB, Senny F, Denison S, et al. Mandibular movements identify respiratory effort in pediatric obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2015 11:567-74.
25. Ugolini A, Mapelli A, Segù M, et al. Three-dimensional mandibular motion in skeletal Class III patients. *Cranio* 2017 17:1-8.
26. Loddi PP, Miranda ALR, Vieira MV, et al. Fatores predisponentes de desordem temporomandibular em crianças com 6 a 11 anos de idade ao início do tratamento ortodôntico. *Dental Press J Orthod*, 2010;15(3):87-93.
27. Sousa LM, Nagamine HM, Chaves TC, et al. Evaluation of mandibular range of motion in Brazilian children and its correlation to age, height, weight, and gender. *Braz Oral Res* 2008 22:61-66.
28. Reicheneder CA, Peter P, Baumert U, et al. Growth-Related Differences in maximum laterotrusion and retrusion between children and adults. *Angle Orthodontist* 2009 79:265-270.
29. Hirsch C, John MT, Lautenschlager C, et al. Mandibular jaw movement capacity in 10- 17-yr-old children and adolescents: Normative values and the influence of gender, age, and temporomandibular disorders. *Eur J Oral Sci* 2006 114:465–470
30. Zafar H. Integrated jaw and neck function in man. Studies of mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing tasks. *Swed Dent J Suppl* 2000 :1-41.
31. Juul-Kristensen B, Schmedling K, Rombaut L, et al. Measurement properties of clinical assessment methods for classifying generalized joint hypermobility-A systematic review. *Am J Med Genet C Semin Med Genet* 2017 175:116-147.

32. Chiodelli L, Pacheco AB, Missau TS, et al. Influence of generalized joint hypermobility on temporomandibular joint and dental occlusion: a cross-sectional study. *Codas* 2016 28:551-557.
33. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Bite force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. *Eur J Orthod* 2001 23:741-749.
34. Castelo PM, Gavião MB, Pereira LJ, et al. Masticatory muscle thickness, bite force, and occlusal contacts in young children with unilateral posterior crossbite. *Eur J Orthod* 2007 29:149-156.
35. Hwang HS, Oh MH, Oh HK, et al. Surgery-first approach in correcting skeletal Class III malocclusion with mandibular asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017 152:255-267.

Table 1. Mean, standard deviation, (CI) confidence interval: (MI) Minimum - (MA) Maximum and p value of occlusal force contacts for maxilla / mandible (right and left side) for the group no treatment need (NSG); little malocclusions, treatment need (SNG) and slight-to-borderline treatment need (MNG).

		Groups									
		NSG			SNG			MNG			
		95%CI			95%CI			95%CI			p-value
Maxilla/Mandible	Mean (SD)	MI	MA	Mean (SD)	MI	MA	Mean (SD)	MI	MA		
Right side	51.65(3.35)	15.50	100.00	48.64(2.76)	0.00	68.30	45.97(2.29)	28.20	88.50	0.652	
Left side	48.43(3.25)	0.00	84.50	51.34(2.90)	31.70	100.00	47.02(2.18)	11.50	71.80	0.654	

Table 2. Mean, standard deviation, (CI) confidence interval: (MI) Minimum - (MA) Maximum and p value of the range of mandibular movement: normal mouth opening (NMO), maximum mouth opening (MMO), right laterality (RL), left laterality (LL) and protrusion (PR) for the group no treatment need (NSG); little malocclusions, treatment need (SNG) and slight-to-borderline treatment need (MNG).

Groups										
NSG				SNG			MNG			p value
95%CI				95%CI			95%CI			
Mandibular Movement	Mean (SD)	MI	MA	Mean (SD)	MI	MA	Mean (SD)	MI	MA	
NOM	30.30(1.10)	18.00	40.00	29.92(1.19) ^a	17.00	40.00	33.94(1.18) ^b	20.00	48.00	0.03
MMO	46.57(1.15)	35.00	59.00	46.75(1.23)	35.00	63.00	47.72(0.98)	35.00	60.00	0.72
RL	5.61(0.64)	0.00	11.00	6.25(0.38)	3.00	10.00	7.00(0.53)	0.00	15.00	0.19
LL	5.15(0.50)	0.00	10.00	6.32(0.42)	3.00	10.00	6.66(0.56)	0.00	15.00	0.11
PR	4.38(0.55)	0.00	13.00	4.00(0.24)	0.00	6.00	4.44(0.33)	0.00	10.00	0.68

^{a,b} Different letters in the lines indicate statistical differences calculated by the Bonferroni test ($p \leq 0.05$)