



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

KARINA CORREIA BONALUMI BITTAR

**INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO MANDIBULAR E LADO DE
PREFERÊNCIA DE MASTIGAÇÃO NO APOIO PLANTAR
DE CRIANÇAS DE QUATRO A 11 ANOS**

Londrina
2023

KARINA CORREIA BONALUMI BITTAR

**INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO MANDIBULAR E LADO DE
PREFERÊNCIA DE MASTIGAÇÃO NO APOIO PLANTAR
DE CRIANÇAS DE QUATRO A 11 ANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina e Universidade Pitágoras-UNOPAR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo

Coorientadora: Profa. Dra. Camile Ludovico Zamboti

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

B624i Bittar, Karina Correia Bonalumi.
Influência da posição mandibular e lado de preferência de mastigação no apoio plantar de crianças de 4 a 11 anos / Karina Correia Bonalumi Bittar. - Londrina, 2023.
87 f. : il.

Orientador: Christiane de Souza Guerino Macedo.
Coorientador: Camile Ludovico Zamboti.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2023.
Inclui bibliografia.

1. Equilíbrio postural - Tese. 2. Fotogrametria - Tese. 3. Posição de repouso da mandíbula - Tese. 4. Atenção integral à saúde da criança - Tese. I. Macedo, Christiane de Souza Guerino . II. Zamboti, Camile Ludovico. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. IV. Título.

CDU 615.8

KARINA CORREIA BONALUMI BITTAR

**INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO MANDIBULAR E LADO DE
PREFERÊNCIA DE MASTIGAÇÃO NO APOIO PLANTAR
DE CRIANÇAS DE QUATRO A 11 ANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina e Universidade Pitágoras-UNOPAR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de S.
Guerino Macedo
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Dirce Shizuko Fujisawa
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Gabriela Fleury Seixas
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 10 de março de 2023

DEDICATÓRIA
Ao meu marido Walter Barbosa Bittar e filhas
Giorgia, Paola e Maria Clara Bittar

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui. Aos meus pais, Vanda e Aguinaldo Bonalumi, por me ensinarem o sentido do estudo.

Walter Barbosa Bittar de uma forma indireta - um acadêmico nato - com sua *expertise* em sua vivência, me despertou o interesse pela pesquisa.

Profa. Christiane de Souza Guerino Macedo, obrigada por ter se sensibilizado desde o primeiro dia que tivemos contato, com minha busca por querer desenvolver um trabalho na área da fisioterapia. Conhecedora ímpar, tudo o que fala faz sentido, o que escreve me faz amadurecer. Feliz em ter uma orientadora como você. Maravilhosa, organizada, dinâmica e sempre disposta a ensinar. Não mediu esforços no decorrer desta jornada. Gratidão.

Profa. Camile Ludovico Zamboni pelo apoio, rapidez no *feedback* de minhas dúvidas e por todas as contribuições no trabalho escrito.

Quero deixar registrada, uma homenagem especial, ao mestre dos mestres, que me incentivou desde o início no Curso de Especialização em Ortopedia Funcional dos Maxilares Prof. José Lázaro Barbosa dos Santos (in memoriam) a seguir e buscar resposta sempre questionando os “porquês”. Professor de pessoas e de almas.

Não poderia deixar de agradecer a este grande visionário da prevenção que foi o Dr. Luiz Reynaldo de Figueiredo Walther (in memoriam). Deixou um legado enorme, “Educar prevenindo e prevenir educando”, frase que jamais saiu da minha mente e que sempre estará presente comigo.

Ao amigo Marcelo Rigon por ter insistido e me dado força para ingressar na vida acadêmica. O responsável pela minha inscrição no curso de Ciências da Reabilitação.

Aos meus eternos mestres Francisco Macedo – sempre presente em minha vida profissional, um apaixonado pela oclusão e um grande amigo - e Nise Alonso Manicardi, por me permitirem e me incentivarem a realizar os primeiros passos nesta jornada. Mestres amigos, minha mais profunda gratidão. A toda equipe do Curso de Especialização Waldyr Wanderley, Elizabeth Seo, Gabriel Mattos e Eduardo Ywamoto,

Dra. Patrícia Valério, professora e amiga. Obrigada por todo embasamento científico, por me permitir linkar muita coisa neste trabalho com seus

conhecimentos e sua paixão pela ortopedia funcional dos maxilares. Sempre dinâmica e fundamental nesta etapa da minha vida.

Aos professores Sérgio Terçarolli, João Paulo Tanganelli, Vera Lúcia Bolelli, que contribuíram de uma forma ou de outra para meu amadurecimento profissional.

Quero deixar registrado o meu agradecimento especial à minha secretária e amiga Bruna Albino dos Santos por todo empenho e agilidade diária, que me permitiu concluir este mestrado. Gratidão é pouco.

Agradeço também às professoras da banca examinadora, por todas as sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho.

À todos vocês, muito obrigada!

BITTAR K.C.B. Influência da posição mandibular e lado de preferência de mastigação no apoio plantar de crianças de quatro a 11 anos. 2023. 85 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação - Programa Associado entre UEL e UNOPAR) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Introdução: O posicionamento mandibular propicia estímulos aferentes ao Sistema Nervoso Central que podem causar adaptações posturais globais, com conseqüente alteração no equilíbrio e no apoio plantar. Entretanto esta interferência ainda não está estabelecida, tampouco as mudanças do apoio plantar em função da faixa etária e lado de preferência de mastigação em crianças. **Objetivos:** Verificar a influência do posicionamento mandibular em lateralidade no apoio plantar de crianças e estabelecer as diferenças em relação à idade e ao lado de preferência de mastigação. **Métodos:** Este é um estudo transversal com avaliação de crianças saudáveis, entre quatro e 11 anos. Todas as crianças foram avaliadas por fotogrametria da face e, simultaneamente, a análise do apoio plantar por baropodometria, com a mandíbula em máxima interscuspidação (mandíbula centralizada) e lateralidade direita e esquerda. A distância do deslocamento mandibular para os lados direito e esquerdo foram comparados por meio do teste de Wilcoxon. A comparação da pressão média, pressão máxima e área de superfície plantares nos três posicionamentos mandibulares foi realizada por meio do teste de Friedman. As variáveis também foram comparadas em função da idade (4 - 7 anos e 8 - 11 anos) e pelo lado de preferência de mastigação. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para correlacionar as variáveis do apoio plantar com a idade, massa corporal e estatura das crianças. **Resultados:** Foram incluídas 93 crianças com idade de 8 [7 - 9] anos, 27 [21-34] quilos e 1,3 [1,21 - 1,41] metros. Houve maior deslocamento mandibular em lateralidade esquerda (13 [9-19] centímetros) em comparação com a lateralidade direita (7 [3,50-12,00] centímetros) ($p < 0,01$). A mudança do posicionamento mandibular não estabeleceu diferenças na pressão média, pressão máxima e superfície de apoio plantar ($p > 0,05$). Quando a mandíbula estava centralizada foram observadas maior pressão média, pressão máxima e área de superfície no pé esquerdo ($p < 0,01$). As crianças mais velhas apresentaram maior deslocamento mandibular à esquerda ($p < 0,01$), entretanto não foram observadas diferenças para as variáveis do apoio plantar em função da idade ($p > 0,05$) e em função do lado de preferência de mastigação ($p > 0,05$). Houve moderada a forte correlação entre idade, massa corporal, estatura e a área de superfície plantar ($0,63 < r < 0,83$; $p < 0,05$) e entre as pressões média e máxima do apoio plantar ($0,58 < r < 0,89$; $p < 0,05$). **Conclusão:** Maior deslocamento mandibular foi observado para o lado esquerdo; entretanto, o posicionamento mandibular, a idade e o lado de preferência mastigatória não alteram a pressão média, pressão máxima e área de superfície do apoio plantar em crianças de quatro a 11 anos.

Palavras-chave: impressões plantares; fotogrametria; posição de repouso da mandíbula; assistência integral à saúde da criança.

BITTAR K.C.B. Influence of mandibular position and side of chewing preference on the plantar support of children four to 11 years old. 2023. 85 p. Master's Thesis (Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences - Associated Program between UEL and UNOPAR) – State University of Londrina, Londrina, 2022.

ABSTRACT

Introduction: Mandibular positioning provides afferent stimuli to the Central Nervous System that can cause global postural adaptations, with consequent changes in balance and plantar support. However, this interference is not yet established, nor are the changes in plantar support depending on the age group and preferred side of chewing in children. **Objectives:** To verify the influence of mandibular positioning in laterality on the plantar support of children and to establish the differences in relation to age and chewing preference side. **Methods:** This is a cross-sectional study evaluating healthy children between four and 11 years old. All children were evaluated by photogrammetry of the face and, simultaneously, the analysis of plantar support by baropodometry, with the mandible in maximum intercuspatation (centralized mandible) and right and left laterality. The distance of mandibular displacement to the right and left sides were compared using the Wilcoxon test. Comparison of mean pressure, maximum pressure and plantar surface area in the three mandibular positions was performed using the Friedman test. Variables were also compared according to age (4-7 years old and 8-11 years old) and by preference for chewing. Spearman's correlation coefficient was used to correlate the plantar support variables with the children's age, body mass and height. **Results:** 93 children aged eight [seven-nine] years, 27 [21-34] kilos and 1.3 [1.21 - 1.41] meters were included. There was greater mandibular displacement in left laterality – 13- (9-19) centimeters compared to right laterality – 7- (3.50-12.00) centimeters ($p < 0.01$). The change in mandibular positioning did not establish differences in mean pressure, maximum pressure and plantar support surface ($p > 0.05$). When the mandible was centered, greater mean pressure, maximum pressure and surface area were observed in the left foot ($p < 0.01$). Older children showed greater mandibular displacement to the left ($p < 0.01$), however, no differences were observed for the variables of plantar support as a function of age ($p > 0.05$) and as a function of the preferred chewing side ($p > 0.05$). There was a moderate to strong correlation between age, body mass, height and plantar surface area ($0.63 < r < 0.83$; $p < 0.05$) and between mean and maximum pressures of plantar support ($0.58 < r < 0.89$; $p < 0.05$). **Conclusion:** Greater mandibular displacement was observed towards the left side; however, mandibular positioning, age and chewing preference side did not influence mean pressure, maximum pressure and surface area of plantar support in children aged four to 11 years.

Keywords: plantar impressions; photogrammetry; resting position of the jaw; comprehensive care for children's health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vista lateral da Articulação Têmporo Mandibular	19
Figura 2 – Posição do côndilo mandibular e estruturas da articulação têmporo mandibular	20
Figura 3 – Marcos anatômicos ósseos para avaliação postural	27
Figura 4 – Imagem ilustrativa do apoio plantar com carga de pressão desequilibrada	30
Figura 5 – Imagem ilustrativa da análise em baropodômetro com diferentes distribuições de áreas de pressão. As áreas em vermelho representam maiores apoios e as azuis apoios menores	31

ARTIGO

Figura 1 – Posicionamento dos marcadores e posicionamentos mandibulares utilizados para análise. A) Mandíbula lateralizada a direita. B) Mandíbula centralizada. C) Mandíbula lateralizada a esquerda	37
Figura 2 – Posição de avaliação sobre o baropodômetro	39
Figura 3 – Resultados das comparações da pressão média (A), pressão máxima (B) e área de superfície (C) entre os apoios plantares direito e esquerdo* $p < 0,01$	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados de caracterização da amostra e comparação em função da idade.....	40
Tabela 2 – Comparação do apoio plantar em diferentes posições mandibulares.....	41
Tabela 3 – Análise de correlação entre dados antropométricos e variáveis de apoio plantar.....	42
Tabela 4 – Comparação entre os dados antropométricos e variáveis de apoio plantar em crianças com preferência mastigatória à direita e à esquerda	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA

ATP	Adenosina Trifosfato
ATM	Articulação temporomandibular
CL	Comissura labial
COP	Centro de Pressão
EC	Ângulo da articulação Esterno clavicular
GE	Glabela-Esterno Vertical
MM	Músculos mastigatórios
OE	Orbicular Externo
PIM	Posição de máxima intercuspidação
SAPO	Software para avaliação postural
SCM	Músculo Esternocleidomastóideo
SE	Sistema Estomatognático
SNC	Sistema nervoso central

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	HIPÓTESE	17
4	REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1	SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO	18
4.1.1	Disco, Cápsula Articular e Ligamento da Articulação Temporomandibular	19
4.1.2	Articulação Temporomandibular e seus Movimentos	20
4.2.	RELAÇÃO ENTRE SISTEMA SENSORIAL, ESTOMATOGNÁTICO, POSTURA E CONTROLE POSTURAL	21
4.3	AVALIAÇÃO DOS MOVIMENTOS MANDIBULARES POR FOTOGRAMETRIA	24
4.4	RELAÇÃO DOS MOVIMENTOS E POSIÇÃO DA MANDÍBULA E APOIO PLANTAR	28
5	ARTIGO	33
6	CONSIDERAÇÕES GERAIS DA DISSERTAÇÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICES	65
	APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO RESPONSÁVEL	66
	APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO	68
	ANEXO	69
	ANEXO A: NORMAS DO PERIÓDICO ALVO PARA SUBMISSÃO	70

1 INTRODUÇÃO

A mandíbula é um osso importante para várias funções vitais como fala, mastigação, sucção, deglutição e está inserida no sistema estomatognático composto por ossos, músculos, articulações, dentes, lábios, língua, bochechas, glândulas, artérias, veias e nervos. Estas estruturas, o posicionamento e os movimentos da mandíbula estimulam os mecanorreceptores aferentes, que continuamente enviam informações para o sistema nervoso central (TRULSSON; JOHANSSON, 2002; CUCCIA e CARADONNA, 2009) e que podem desencadear respostas eferentes em todo o corpo (JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

Acredita-se que os movimentos e posições mandibulares possam estar relacionados às mudanças posturais, já que o sistema sensório-motor da mandíbula é capaz de modular e estabilizar o sistema de controle postural (ALGHADIR *et al.*, 2015). Propõe-se que o sistema estomatognático possa contribuir para o equilíbrio postural em aproximadamente 2% (SOLOVYKH *et al.*, 2012), já que uma alteração da posição mandibular ou da postura, desencadeia o reflexo postural para corrigir os desvios e manter o corpo em equilíbrio (OBER *et al.*, 2000); e na permanência de alterações posturais, os músculos moverão a mandíbula para uma posição mais confortável (OBER *et al.*, 2000). Neste sentido, Bracco *et al.*, (2004) apontam que mudanças nas relações das arcadas dentárias (mandíbula e maxila) têm efeito na estabilidade postural e sugere-se que os sinais aferentes da oclusão dentária, perturbações externas ou condições patológicas possam afetar o equilíbrio corporal (JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

As relações entre a mandíbula, o controle postural e o apoio plantar já foram apresentadas no estudo de Valentino *et al.*, (2002) que detectaram correlações entre o plano oclusal e a ativação dos músculos dos arcos plantares. Cuccia e Caradonna (2009) também afirmam que uma mudança na posição mandibular pode levar a alterações nas aferências proprioceptivas e periodontais, com influência sobre o centro de pressão do pé (COP). A literatura ainda aponta que a má oclusão e seus tratamentos podem influenciar a postura corporal, contato do pé com o solo e o centro de massa (AGUILAR *et al.*, 2012; JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020). Entretanto, ainda há carência de

estudos sobre a relação do SE e o apoio plantar. Manfredini *et al.*, (2012) afirmam que na literatura não há conclusão quanto à influência da postura mandibular e características oclusais na área de inclinação do pé. Ferrario *et al.*, (1996) concluíram que as modificações do centro de pressão não foram influenciadas por diferentes posições dentais. Perinetti *et al.*, (2006) e Perinetti *et al.*, (2010) não encontraram diferenças entre os parâmetros posturais, posição de repouso mandibular e intercuspidação dentária em indivíduos saudáveis ou com má oclusão.

Cabe destacar que outros fatores poderiam interferir na posição e deslocamento mandibulares e no apoio plantar. Pode-se citar como fatores intrínsecos o crescimento ósseo, mordida cruzada, desvio de linha média entre as arcadas dentárias, respiração oral, entre outros. Fatores extrínsecos como hábitos deletérios, como o uso de chupetas e mamadeiras, chupar o dedo, preferência do lado mastigatório, fraturas e lesões de membros inferiores, entre outros. Entretanto estas relações ainda não foram evidenciadas em pesquisas científicas.

O deslocamento mandibular pode ser avaliado com o uso da fotogrametria, um método que permite medir os ângulos corporais com base em fotografias e, por meio da conexão a um computador, torna os dados obtidos altamente confiáveis (LIMA *et al.*, 2004). É uma boa alternativa clínica a outros métodos, como o uso de radiografias, por não ser invasiva, possuir baixo custo e ser mais objetiva que a avaliação visual, o que aumenta a confiabilidade da avaliação das alterações posturais (GADOTTI e BIASOTTO-GONZALEZ, 2010). Pode ser amplamente utilizada na pesquisa científica, devido a sua facilidade de coleta e análise dos dados, além de permitir a avaliação da coluna vertebral e de outros segmentos corporais, nos planos sagital e frontal (FURLANETTO *et al.*, 2012).

Uma das formas de avaliar o apoio plantar é com o uso do baropodômetro, que permite conhecer a distribuição das cargas ou pressões nas várias zonas plantares (MARTÍNEZ-NOVA *et al.*, 2010; XU *et al.*, 2017). O baropodômetro realiza o mapeamento da pressão plantar, e ao gravar a impressão plantar e forças de reação do solo em posição ortostática, é possível determinar a percentagem de peso suportada por cada pé e a relação de simetria entre eles (PINEDA *et al.*, 2016). Aponta-se que o diagnóstico precoce

do apoio plantar na infância é importante para detectar precocemente as alterações biomecânicas que possam se tornar sintomáticas a longo prazo (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Atualmente, na literatura, os resultados sobre o impacto das diferentes posições mandibulares no apoio plantar são divergentes. Os estudos na área da fisioterapia abordam geralmente os processos ascendentes das alterações posturais e analisam se o apoio plantar desequilibrado pode manifestar alterações ascendentes em qualquer parte do corpo, na busca do melhor equilíbrio. Na odontologia, pode-se encontrar pesquisas relacionadas ao sistema estomatognático com uma visão relacionada aos processos descendentes das alterações posturais, visto que uma mordida cruzada ou mesmo um desvio de linha média podem desequilibrar o SE e causar um desequilíbrio postural da criança e se manifestar nos pés. Entretanto, as pesquisas apresentam metodologias inadequadas, com viés metodológico e amostras pequenas, e ainda não existe consenso.

Desta forma, acredita-se que pesquisas com metodologias adequadas, controladas e com maior tamanho amostral poderão contribuir para estabelecer a influência do posicionamento mandibular no apoio plantar e direcionar as estratégias clínicas de avaliação e reabilitação em crianças.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a influência do posicionamento mandibular nas variáveis do apoio plantar em crianças de quatro a 11 anos, bem como, as diferenças do apoio plantar em relação a idade e lado de preferência de mastigação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer e comparar o deslocamento mandibular lateral direito e esquerdo em crianças de quatro a 11 anos.
- Analisar os valores de pressão e área de superfície do apoio plantar nos diferentes posicionamentos mandibulares (mandíbula centralizada, lateralizada à direita e à esquerda).
- Correlacionar a idade, massa corporal, estatura e as variáveis do apoio plantar em crianças de quatro a 11 anos.
- Comparar a pressão e área da superfície de apoio plantar em função da idade (entre crianças de quatro a sete anos e de oito a 11 anos).
- Diferenciar os valores de pressão e área de superfície de apoio plantar em função do lado de preferência de mastigação (direita ou esquerda).

3 HIPÓTESE

As hipóteses estabelecidas no presente estudo foram:

- 3.1 Não existe diferença na distância do posicionamento mandibular em lateralidade direita e esquerda em crianças de quatro a 11 anos.
- 3.2 Diferentes posições mandibulares (máxima intercuspidação, lateralidades direita e esquerda) alteram o apoio plantar em crianças de quatro a 11 anos, com maior apoio plantar homolateral ao movimento da mandíbula.
- 3.3 Crianças com maior idade possuem maiores valores de pressão e superfície de apoio plantar.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO

O Sistema Estomatognático (SE) é uma unidade funcional caracterizada por várias estruturas músculo esqueléticas, como a maxila, mandíbula, arcos dentários, glândulas salivares, nervos, estruturas vasculares, articulação temporomandibular (ATM) e músculos mastigatórios (MM) (CUCCIA e CARADONNA, 2009). Este sistema consiste nos ossos maxilar e mandibular, que participam ativamente na manutenção da posição correta do crânio, e atuam em conjunto com os músculos flexores e extensores do pescoço, supra e infra-hióideos, músculos da mastigação e do cingulo do membro superior. Biomecanicamente, é considerado como um único complexo anatômico funcional crânio-cervical-mandibular (CUCCIA e CARADONNA, 2009). Este sistema desempenha funções como a mastigação, a mecânica da fala, a sucção, a deglutição, o cuspe, o sopro e o vômito, entre outros. Em todas essas funções há solicitação motora mandibular e, ao mesmo tempo, movimentos da língua, hióide, palato mole, lábios e outras estruturas.

O SE possui receptores mecânicos na região interdental e fornecem entradas dinâmicas aferentes necessárias para a sensibilidade tátil dos dentes (DONG, 1993). Os fusos musculares, encontrados em todos os músculos esqueléticos em paralelo com as fibras musculares extrafusais, são considerados fonte de propriocepção juntamente com a cápsula articular, órgãos tendinosos de Golgi, que também atuam nas aferências enviadas ao sistema nervoso central (SNC) (GHEZ, 1991; ROIJESON, 2015). Desta forma, as tarefas motoras - os movimentos - acontecem sob o comando do SNC e sofrem influência destas entradas periféricas, permitindo a execução harmoniosa de todas as funções (DOUGLAS, 2010).

Cabe destacar que as ATMs atuam também como um mecanoreceptor, e detectam contatos oclusais inadequados que produzirão respostas motoras que alteram a posição mandibular em relação à maxila (DOUGLAS, 2010).

4.1.1 Disco, Cápsula E Ligamento Da Articulação Temporo Mandibular

O disco da ATM situa-se entre o côndilo mandibular e o osso temporal, separando-a em dois compartimentos: superior e inferior (Figura 1). O compartimento inferior é o responsável pelo movimento de rotação e o compartimento superior pelo movimento de translação de cada côndilo (FLETCHER *et al.*, 2012). Os movimentos mandibulares raramente ocorrem isoladamente, a maioria destes envolvem combinações complexas de atividades musculares (CATE, 2000).

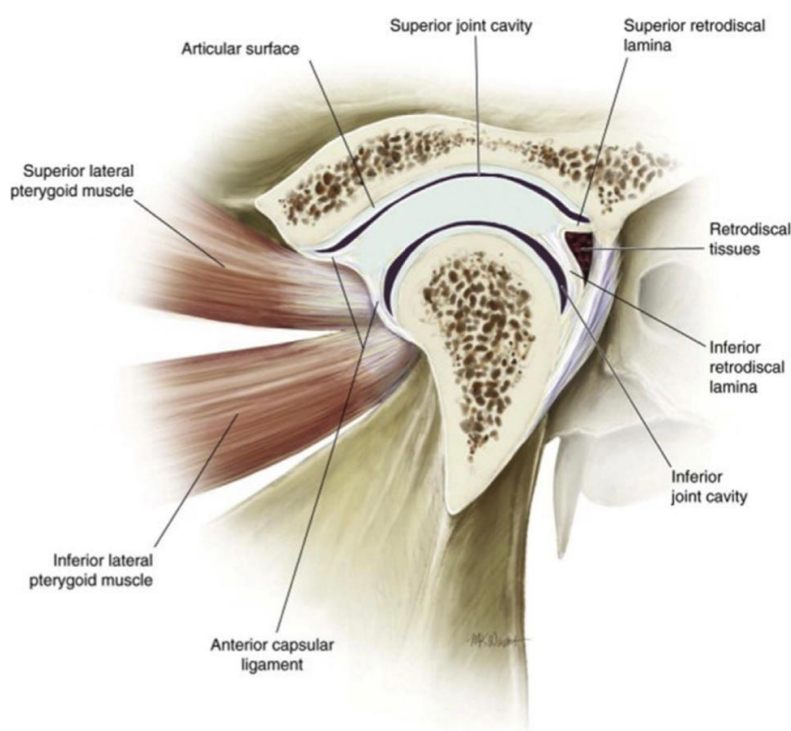


Figura 1 - Vista lateral da Articulação Têmporo Mandibular. Fonte: (DE MORRIS, 2016).

A cápsula (composta por tecido conjuntivo) envolve o complexo da ATM. Ela contém uma membrana sinovial na face interna (que nutre e preenche o espaço articular), responsável pela produção do líquido sinovial. É composta também pelos ligamentos capsulares medial e lateral, que vão da mandíbula ao osso temporal.

4.1.2. Articulação Temporomandibular e Seus Movimentos

Ao nascimento, o tubérculo articular da ATM (parte convexa do osso temporal) é rudimentar e se desenvolve rapidamente em associação com a carga articular durante a protrusão mandibular relacionada a sucção. A eminência atinge 50% de seu tamanho maduro aos três anos de idade (KATSAVRIAS, 2002), após a erupção do primeiro molar decíduo e em função da carga articular sobre a mandíbula durante a mastigação. Ainda, a posição do côndilo mandibular se diferencia e movimenta com a abertura e fechamento da boca (Figura 2).

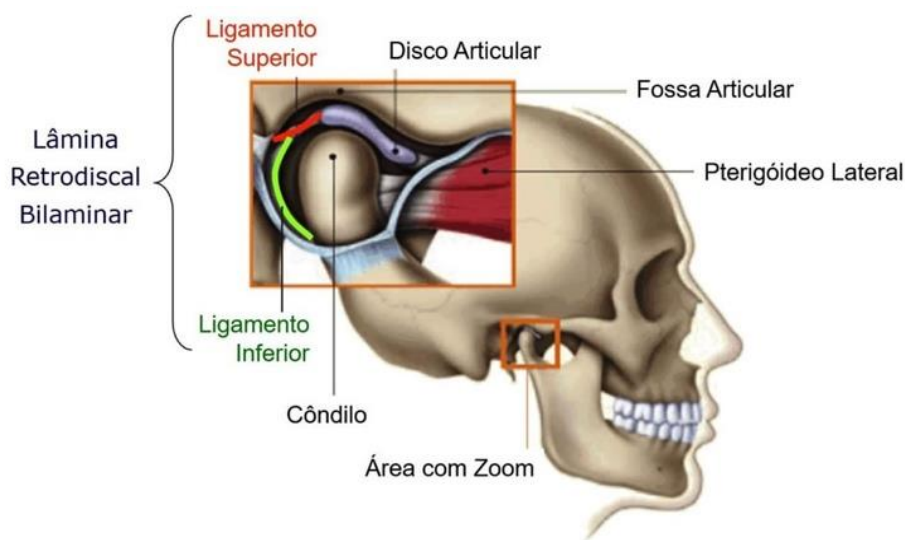


Figura 2 - Posição do côndilo mandibular e estruturas da articulação têmpero mandibular.

Fonte: (NETTER, 2000)

O côndilo mandibular articula-se com a porção escamosa do osso temporal para formar a articulação têmpero mandibular (ATM) (WALKER e MACLEOD, 2017). A concavidade no osso temporal onde o côndilo mandibular se encontra na posição de repouso é denominada fossa mandibular. Anteriormente está o tubérculo articular, que o côndilo translada para baixo durante a função. Posterior à fossa mandibular está a placa timpânica. As superfícies articulares são cobertas por um tecido conjuntivo fibrocartilaginoso (FLETCHER *et al.*, 2012).

Assim, as articulações temporomandibulares são um par de articulações complexas na cabeça, com função de unir a mandíbula ao crânio e permitir a realização dos diferentes movimentos mandibulares (DU BRULL, 1970). O deslocamento mandibular acontece por uma atividade muscular sustentada e requer um equilíbrio entre o consumo e a produção de Adenosina Trifosfato (ATP) por meio das vias bioenergéticas aeróbicas e anaeróbicas. Portanto, o custo de ATP de uma contração, provavelmente, desempenha um papel importante na determinação do desempenho de resistência muscular (TEVALD *et al.*, 2010).

4.2 RELAÇÃO ENTRE SISTEMA SENSORIAL, ESTOMATOGNÁTICO, POSTURA E CONTROLE POSTURAL

Para a boa manutenção do equilíbrio corporal são necessárias informações aferentes que vêm do sistema sensorial (sensibilidade da pele dos pés) (CUCCIA e CARADONNA, 2009), sistemas visuais, vestibulares e proprioceptivos (JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019 ; JAYAKARAN *et al.*, 2018); e podem ser modulados por fatores adicionais, como estado de humor e ansiedade (CUCCIA e CARADONNA, 2009). Destaca-se ainda que os estímulos sensoriais podem variar de um indivíduo para outro, e dependem da disponibilidade, precisão, confiabilidade e inconsistência entre os estímulos sensoriais enviados (VUILLERME *et al.*, 2007).

O córtex sensorial cerebral espera receber o mesmo volume de estímulos aferentes no lado direito e esquerdo para que as respostas motoras sejam melhor executadas (HARTMANN *et al.*, 2014). Na presença de assimetrias dos estímulos aferentes, ocorre uma compensação por outros sistemas sensoriais (BILLOT *et al.*, 2013) e o corpo busca maneiras de manter o equilíbrio por meio de respostas motoras que respondem aos estímulos sensoriais recebidos (*feedback*). Aponta-se que uma entrada sensorial assimétrica, estimula o sistema nervoso a buscar novas informações em outras fontes sensoriais para estabilizar a postura ereta (CENCIARINI e PETERKA, 2006), e uma propriocepção sensorial alterada, provavelmente, terá influência adversa no controle motor (RÖIJEZON *et al.*, 2015).

Se o equilíbrio muscular é perturbado, vários mecanismos neuromusculares buscam por uma compensação (SCHARNWEBER *et al.*, 2017), e devido à capacidade de adaptação do SNC, uma determinada alteração postural pode não ser aparente até que o paciente seja temporariamente privado destas compensações (Winter, 1995). Entretanto, a efetividade do sistema de controle postural depende da disponibilidade e confiabilidade das informações do sistema vestibular e somatossensorial (CARINI *et al.*, 2017), e quando qualquer um desses componentes é alterado, a oscilação corporal e a atividade dos músculos posturais aumentam para manter o equilíbrio postural (GORI e FIRENZUOLI, 2005).

A relação entre a mandíbula e o equilíbrio postural é apresentada por Julià-Sánchez *et al.*, (2020), que sugerem uma forte influência do estado de oclusão dentária na estabilidade do equilíbrio, e destacam que indivíduos que apresentam alterações de oclusão (mordida cruzada, desvio de linha média) beneficiam-se mais dos estímulos de posicionamento mandibular. Aponta-se que sinais aferentes da oclusão dentária podem contribuir efetivamente para o controle do equilíbrio corporal com condições de instabilidades mais pronunciadas (JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019), e que a ausência de estímulos sensoriais adequados resulta em redução da força mastigatória e alteração do controle dos movimentos da mandíbula durante a mastigação (INOUE *et al.*, 1989).

Em relação à mandíbula, pode-se assumir que uma posição mandibular mais simétrica resulta em um padrão de contração simétrico do músculo esternocleidomastóideo (SCM) e reduz a oscilação corporal (CUCCIA e CARADONNA, 2009). Por outro lado, a má oclusão, o arranjo incorreto dos dentes e o fechamento anormal maxilo-mandibular podem causar problemas de equilíbrio muscular no fechamento da boca (CARINI *et al.*, 2017), e sugere-se que a perda unilateral da zona de apoio oclusal possa causar desarmonia nos músculos do pescoço e, assim, afetar a postura corporal (YOSHINO *et al.*, 2003).

A literatura apresenta que a posição mandibular muda a atividade elétrica dos músculos posturais, especialmente paravertebrais, e algumas alterações experimentais na postura plantar (AMBROSI, 2012; BALDINI, 2010). Vários estudos examinaram a relação entre má oclusão e parâmetros da

postura corporal nos planos sagital e frontal; e os resultados identificaram uma correlação entre doenças ortopédicas estruturais e morfologia oclusal (IKEMITSU *et al.*, 2006; LIPPOLD *et al.*, 2003).

Desta forma, a literatura apresenta que o Sistema Estomatognático (SE) desempenha um papel importante no controle postural (ŠIDLAUSKIENĖ *et al.*, 2015), já que estudos demonstraram que mudanças na posição mandibular induzem alterações na postura (FUENTES *et al.*, 2016; CARINI *et al.*, 2017). Em adição, assimetrias e disfunções nos músculos da mastigação, ligamentos e estruturas do Sistema Estomatognático podem resultar em alterações no posicionamento do eixo mandibular, com comprometimento dos mecanismos de controle postural (MONZANI *et al.*, 2003; GANGLOFF; LOUIS; PERRIN, 2000).

O SE também pode contribuir para deficiências no alinhamento e controle neural da postura, já que existem conexões entre o sistema trigeminal, as estruturas nervosas envolvidas no controle da postura e as cadeias músculo-fasciais, ou seja, se as informações proprioceptivas do SE forem imprecisas, o controle da cabeça e a posição do corpo podem ser afetados (CUCCIA e CARADONNA, 2009). Com o exposto anteriormente, acredita-se que qualquer informação do SE (receptores orais, proprioceptores dos músculos maxilares) podem influenciar a oscilação corporal (GANGLOFF e LOUIS; PERRIN, 2000; GANGLOFF e PERRIN, 2002).

Frente aos diversos posicionamentos e movimentos mandibulares, e aos estímulos que ocorrem sobre os mecanorreceptores aferentes pelos movimentos da mandíbula (TRULSSON e JOHANSSON, 2002), o sistema sensório-motor é capaz de modular o controle postural para estabilizar o corpo (ALGHADIR *et al.*, 2015). Bracco *et al.*, (2004) afirmam que as mudanças nas diferentes relações das mandíbulas têm efeito na estabilidade postural. Julià-Sánchez *et al.*, (2019) sugerem que os sinais aferentes da oclusão dentária podem contribuir para o controle do equilíbrio postural quando mais perturbações externas ou condição patológica estiverem presentes. Em adição, na ausência de uma fonte de informação sensorial, como nos deficientes visuais, ocorrerá uma intensificação dos sistemas restantes na tentativa de manter a estabilidade postural (PARREIRA *et al.*, 2017).

Entretanto, a relação entre os estímulos mandibulares aferentes e as respostas motoras para as alterações posturais e apoio plantar ainda é incerta. Sabe-se que a informação somatossensorial parece ser a principal fonte de sinais aferentes quando o indivíduo está de pé (HWANG *et al.*, 2014), e que as alterações nas plantas dos pés podem ser uma forma de observar as adaptações para a manutenção do controle do equilíbrio postural (BILLOT *et al.*, 2013). Entretanto, alguns autores concluíram que a posturografia tem pouca relevância no monitoramento das respostas corporais às mudanças do Sistema Estomatognático, com grande taxa de falha, devido à grande variabilidade dos registros (PERINETTI e CONTARDO, 2009).

Observa-se que há uma variabilidade interindividual nas informações sensoriais relacionadas à distribuição da pressão plantar para o controle da postura, com necessidade de abordar a questão da variabilidade interindividual no campo da neurociência (VUILLERME *et al.*, 2007). De fato, a média interindividual, por definição, extrai apenas os efeitos coletivos que são coincidentes entre os sujeitos, deixando de fornecer qualquer informação sobre a variabilidade individual na organização funcional do SNC (BERTHOZ, 1997; REUCHLIN, 1989).

Para estabelecer relações mais claras entre o SE e o apoio plantar, são necessários estudos maiores, com maior número de variáveis, o que possivelmente forneceria maior evidência dessas relações. Além disso, é necessário realizar avaliações com equipe multidisciplinar para responder de forma mais ampla às alterações e compensações encontradas (CABRERA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2021). Por fim, se a posição da mandíbula altera a postura e o controle postural, acredita-se que essas alterações possam também influenciar o apoio plantar. Entretanto, até o momento não existem estudos que comprovem esta relação.

4.3 AVALIAÇÃO DOS MOVIMENTOS MANDIBULARES POR FOTOGRAMETRIA

A fotogrametria é um método que permite medir os ângulos corporais assim como medidas lineares com base em fotografias e, por meio da conexão a um computador, torna os dados obtidos altamente confiáveis (LIMA *et al.*, 2004). É uma boa alternativa clínica a outros métodos, como o uso de

radiografias, porque não é invasiva, apresenta baixo custo e mais objetiva que a análise visual, o que aumenta a confiabilidade da avaliação das alterações posturais (GADOTTI e BIASOTTO-GONZALEZ, 2010). Pode ser amplamente utilizada na pesquisa científica, devido a sua facilidade de coleta e análise dos dados, além de permitir a avaliação da coluna vertebral e de outros segmentos corporais, nos planos sagital e frontal (FURLANETTO *et al.*, 2012).

O fotograma de um movimento, transportado para o programa de computador, calcula o ângulo ou a medida linear entre segmentos corporais. O processo de avaliação dos softwares de avaliação postural, baseados em imagem digital, pode ser dividido em duas etapas diferentes: (1) palpação para identificar e marcar os pontos anatômicos relevantes; e (2) uso das informações sobre esses pontos como dados de entrada em um algoritmo para obter resultados apropriados (FURLANETTO *et al.*, 2012). A colocação dos marcadores é crucial na fotogrametria, principalmente quando se trata de população infantil (confiabilidade intra e inter examinadores). Com a fotogrametria, na análise da postura é possível afirmar, por exemplo, o grau de elevação de um ombro ou a inclinação da cabeça, e com base nessas informações, é possível construir diagnósticos e efetuar prognósticos com a conduta clínica mais indicada (BARAUNA e RICIERI, 2002).

A fotogrametria facilitou o uso científico da avaliação postural (CAMARGO e PEREIRA, 2012), visto que apresenta boa confiabilidade inter e intra examinadores (MCEVOY e GRIMMER, 2005; NAM *et al.*, 2013). É um método que fornece dados confiáveis e medidas consistentes. Zonnenberg *et al.*, (1996) avaliaram 15 medidas angulares diferentes, usando um goniômetro disposto em um painel e o *Software para avaliação postural* (SAPO) para verificar a confiabilidade intra e inter examinadores, e constataram fidedignidade e validade para medidas angulares.

Bishara *et al.*, (1995) avaliaram os ângulos do orbicular externo (OE) e da comissura labial (CL) e apresentaram boa confiabilidade. Sem a preocupação de verificar a confiabilidade inter-examinador, Ferrario *et al.*, (1995) também utilizaram os ângulos OE e CL para avaliar a posição natural da cabeça de 303 crianças e adultos jovens saudáveis, e demonstraram que não houve diferenças significativas entre os dois grupos. Estes pontos anatômicos foram referência para o trabalho de Farkas *et al.*, (1980) que comparou as

medidas da fotogrametria com as antropométricas diretamente na face dos voluntários e descreveu que a distância entre os olhos e entre as comissuras labiais, por serem facilmente visualizadas na fotografia, têm alta confiabilidade. Em adição, lunes (2004) apontou excelente reprodutibilidade entre um mesmo examinador dos ângulos do orbicular externo (OE), comissura labial (CL), ângulo da articulação esterno clavicular (EC) e indicaram que os ângulos propostos e medidos através do *software* ALCimagem® apresentam confiabilidade e podem ser utilizados para avaliação postural. No entanto, aponta-se que a reprodutibilidade da técnica deve ser assegurada por uma série de parâmetros metodológicos. Dentre os cuidados metodológicos descritos estão o treinamento do fotógrafo, trabalhar com apenas um fotógrafo ou com um número limitado, utilizar sempre a mesma câmera, posicioná-la sempre à mesma distância do paciente, usar tripé e marcas no chão para posicionar o voluntário (FARKAS *et al.*, 1980).

A fotogrametria pode ser usada para avaliação do posicionamento mandibular, e para isso são posicionados marcadores planos, circulares, refletivos na região trágus direito, subnasal e trágus esquerdo, no ofrimum e na sínfise mentoniana. Os marcadores ofrimum e subnasal são utilizados para analisar o alinhamento da cabeça, e o marcador do subnasal serve de origem para o marcador da mandíbula (SPEECH *et al.*, 2014).

Para a análise da posição da cabeça por fotogrametria, Hernandez *et al.*, (2020), em adultos jovens, orientaram os participantes a mover a mandíbula em quatro posições diferentes (repouso, posição de intercuspidação, lateral esquerda e lateral direita). Para padronizar cada posição lateral, três marcas foram feitas nos incisivos centrais superiores (com a marcação central indicando o meio do arco mandibular) e as outras duas marcações colocadas três milímetros (mm) a direita e três mm a esquerda por meio de um guia. Os resultados apontaram a presença da má oclusão (mordida cruzada posterior unilateral), mas que o lado da mordida cruzada não está relacionado com a alteração da postura corporal estática.

Em um outro estudo, Castillo *et al.*, (2016), em adultos jovens, avaliaram o ângulo vertical da cabeça, por meio dos pontos anatômicos trágus da orelha e o acrômio receberam marcadores de poliestireno de 15 milímetros (mm) de diâmetro, para o registro fotográfico e posterior análise pelo software

de avaliação postural SAPO. Kulczynski *et al.*, (2018) também utilizaram marcadores de bolas de isopor de 15 mm de diâmetro, que foram fixadas aos participantes com fita adesiva dupla face (Figura 3). As imagens foram adquiridas com uma linha de prumo (com duas bolas de isopor de 40 mm espaçadas a 60 cm caídas do teto ao lado do paciente para calibrar a vertical verdadeira, a uma distância de três metros (m) do paciente e a uma altura de 1,2 m do chão. Os pontos anatômicos ósseos para avaliação postural foram o trágus direito e esquerdo; acrômio direito e esquerdo, dentre outros, por meio do *software para avaliação postural* (SAPO) e estabeleceram alterações posturais com inclinação da cabeça com vista anterior foram estabelecidas.

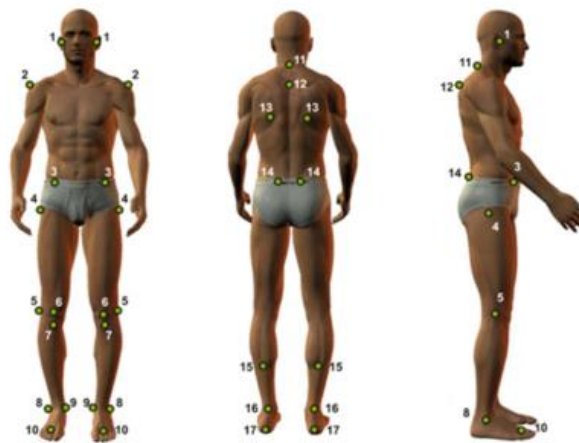


Figura 3 - Marcos anatômicos ósseos para avaliação postural. Fonte: Software de Avaliação Postural SAPO®.

Os pontos anatômicos utilizados por Andrade *et al.*, (2019) para a fotogrametria incluíram glabella, mentum apex e uma linha reta perpendicular ao solo para formar os ângulos para serem analisadas seis imagens de abertura mandibular e seis imagens de fechamento mandibular, para obter valores de movimento irregulares (graus) para o movimento de abertura-fechamento mandibular. Os participantes foram posicionados a 3,80 metros do tripé; a porção lateral do pé esquerdo (vista lateral direita) e os calcanhares (vista anterior) dos participantes estavam a 0,15 metros de distância da parede. Para manter essa distância, os pés foram posicionados em alinhamento, com distância pré-estabelecida de 10 centímetros entre os calcanhares, e em rotação externa de 10 graus. Neste estudo a fotogrametria também demonstrou

excelente confiabilidade intra e inter examinador na avaliação da posição da cabeça. A maioria dos valores angulares apresentou excelente confiabilidade intra e inter examinador (ANDRADE *et al.*, 2019).

Em outro estudo, Penha *et al.*, (2009) analisaram o alinhamento da cabeça em vista anterior e estabeleceram os ângulos: Glabela-Esterno (GE) vertical, formado a partir da interseção da linha reta que ligava a glabela (G) e o manúbrio e uma linha vertical (perpendicular ao solo). A postura da cabeça diferiu significativamente por sexo, já que meninas mostraram ângulos menores e cabeça anteriorizada quando comparada aos meninos.

Youssef (2016) observou a posição da cabeça em relação ao tronco por meio do ângulo formado entre uma linha traçada pelo canto do olho e trágus da orelha e uma linha horizontal através do trágus da orelha, este ângulo descreveu a inclinação horizontal da cabeça, e avaliou a assimetria da parte anterior da cabeça do lado direito ou esquerdo. Os resultados estabeleceram a quantificação angular da posição anterior da cabeça, e puderam diferir os lados, dependendo da população testada.

Frente aos estudos aqui apresentados pode-se concluir que a fotogrametria é utilizada em crianças e adultos para a análise angular, de distâncias e do posicionamento da face e mandíbula e seus resultados podem ser replicados em novas pesquisas.

4.4 RELAÇÃO DOS MOVIMENTOS E POSIÇÃO DA MANDÍBULA E APOIO PLANTAR

Uma alteração da posição mandibular desencadeia o reflexo postural num movimento involuntário para corrigir os desvios e manter o corpo em equilíbrio (OBER *et al.*, 2000). Caso a alteração postural permaneça, os músculos moverão a mandíbula para uma posição mais confortável, com consequente alteração da postura (OBER *et al.*, 2000) e do apoio plantar. Hipóteses sugerem uma relação de estímulos tanto na direção céfalo-caudal quanto na direção podo-cefálica, portanto, a má oclusão e seus tratamentos poderiam influenciar a postura corporal, contato do pé com o solo, centro de massa, pegada e vice-versa, embora esse ainda seja um tema controverso (RIVERO *et al.*, 2012; JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020).

Os estudos de Baldini *et al.*, (2013) e Buisseret (1999) demonstraram uma correlação fraca entre a posição mandibular e a postura corporal em indivíduos saudáveis. Scharnweber *et al.*, (2017), Michelotti *et al.*, (2006) e Michelotti *et al.*, (2011) estabeleceram que o deslocamento mandibular, seja por desvio de linha média ou por uma mordida cruzada não influenciou no controle postural ou distribuição de pressão plantar, e destacam que o controle postural e a distribuição da pressão plantar são critérios posturais independentes (SCHARNWEBER *et al.*, 2017).

Para Baldini *et al.*, (2013) a posição do centro de pressão do pé não foi influenciada por componentes visuais ou oclusais. O estudo de Perinetti *et al.*, (2006) não mostrou correlação posturográfica detectável entre a oclusão dentária e a postura corporal. Amaricai *et al.*, (2020) não evidenciaram diferenças do deslocamento do centro de pressão (COP) ao comparar a posição postural mandibular e a intercuspidação máxima (PIM). Scharnweber *et al.*, (2017) apresentam que parâmetros dentários permanentes não têm impacto na distribuição da pressão plantar, apenas bloqueiam a oclusão. Em contradição, Michelotti *et al.*, (2011) apontam que a posição miocêntrica da mandíbula (posição estabelecida ao longo da trajetória neuromuscular, mais comumente entre um e dois milímetros de fechamento vertical da posição de repouso fisiológico) causa uma melhora na distribuição de peso na área dos pés.

Assim, aponta-se ainda que a literatura não é conclusiva quanto à influência da postura mandibular e características oclusais na área de inclinação do pé, e que não há evidências da existência de uma relação previsível entre as características oclusais e posturais (MANFREDINI *et al.*, 2012). Destaca-se também que as metodologias dos estudos apresentados são amplamente divergentes, com amostras pequenas, o que impede a conclusão de uma hipótese.

Uma das formas de avaliar o apoio plantar é por meio do baropodômetro, que permite conhecer a distribuição das cargas ou pressões nas várias zonas plantares (MARTÍNEZ-NOVA *et al.*, 2010; XU *et al.*, (2017); Pineda-Lopez, (2016) por ser um método de diagnóstico que permite estabelecer características biomecânicas dos pés, com registros gráficos de

pegadas plantares. O apoio plantar pode ser visualizado pela pressão média, pressão máxima e área de superfície no pé direito e no pé esquerdo (Figura 4).

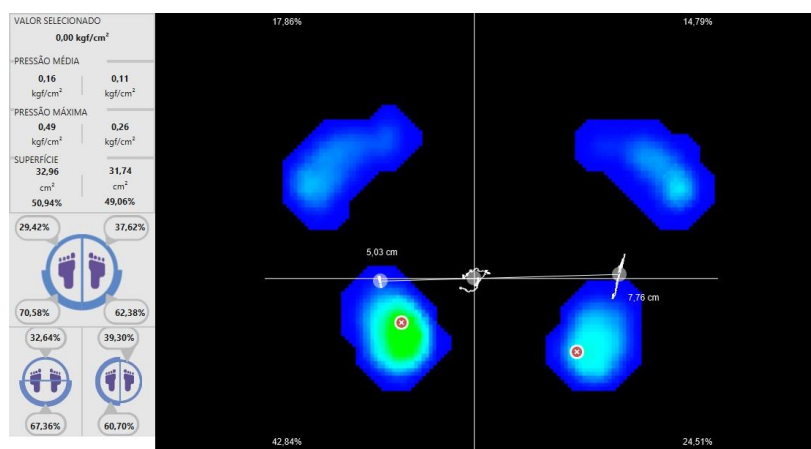


Figura 4 – Imagem ilustrativa do apoio plantar com carga de pressão desequilibrada. Fonte: do autor.

A análise baropodométrica pode identificar possíveis disfunções dos pés por mapeamento da pressão da superfície plantar, que indiretamente indica possíveis anormalidades posturais (PINEDA-LOPEZ, 2016). Ao gravar a impressão plantar e forças de reação do solo durante a posição em pé, é possível determinar a percentagem de peso suportada por cada pé e a simetria da relação entre os pés (PINEDA- LOPES, 2016).

O Baropodômetro é um aparelho constituído principalmente por sensores de pressão ou força, utilizado para medir a distribuição pressórica estática durante a posição ortostática. Com ele, pode-se analisar diversos parâmetros, como a assimetria de descarga de peso nas regiões plantares, os deslocamentos e oscilações do centro de pressão dos pés, entre outros (ESTREMOTE, 2010; FREITAS, 2008). Rosário (2014) afirmou que o diagnóstico do apoio plantar anormal é o conhecimento da pressão plantar por meio da Baropodometria (semelhante a um Podoscópio). A única diferença é a gama de cores termográficas mostradas pelo software que varia dependendo da diferença de pressão corpórea, ao analisar a pressão estática, as áreas que normalmente recebem a maior pressão (coloridas em vermelho) são o calcanhar e a cabeça metatarsiana (ROSÁRIO, 2014) (Figura 5).

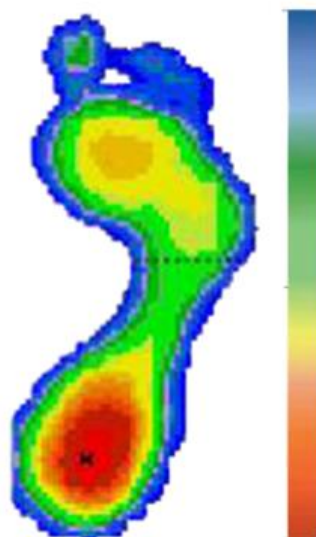


Figura 5 - Imagem ilustrativa da análise em baropodômetro com diferentes distribuições de áreas de pressão. As áreas em vermelho representam maiores apoios e as azuis apoios menores. Fonte: do autor.

As informações do comportamento biomecânico dos pés são capturadas com um sistema de aquisição de dados baseado em microcontrolador; os sinais são então transferidos para o computador principal por meio de um módulo de transmissão com fio. O sistema opera em tempo real, em que a informação da distribuição de pressão, as pressões médias, os picos de pressão e a área de contato dos pés aparecem na tela, enquanto o sujeito está sobre o sensor (FIGUEIREDO, 2005).

O baropodômetro é confiável para a análise do apoio plantar em crianças de quatro a 12 anos, pode ser usado numa única sessão e serve como um bom recurso de auxiliar de diagnóstico (BITTAR *et al.*, 2020). Bittar *et al.*, (2020) mostraram que a baropodometria, para a análise do apoio plantar, pode ser realizada por diferentes avaliadores, uma vez que os resultados indicaram alta confiabilidade inter avaliador. No entanto, a análise da estabilometria com baropodômetro apresenta baixa confiabilidade e, portanto, não deve ser utilizada em crianças de quatro a 12 anos para avaliação do controle postural.

O diagnóstico do apoio plantar na infância é importante para detectar precocemente as alterações biomecânicas que podem se tornar sintomáticas a longo prazo (ALMEIDA *et al.*, 2015). É a partir dos seis anos que os valores fisiológicos são perdidos e medidas mais confiáveis podem ser obtidas

(TRALDI *et al.*, 2015). Como resposta da avaliação do apoio plantar por baropodometria, Cavanagh *et al.*, (1987) estabeleceram que o pico de pressão no calcanhar foi 2,6 vezes maior do que as pressões do antepé, a distribuição de carga mostrou que o calcanhar carregava 60%, o meio-pé 8% e o antepé 28% do suporte de peso corporal, e que os dedos dos pés estavam minimamente envolvidos no processo de descarga de peso. Ainda, que cada tornozelo suportava 50% do peso corporal e essa força dividia-se em dois vetores, os calcâneos suportavam 57% a 60% da carga e os antepés 40% a 43%. A carga dos antepés dividia-se sob as cabeças dos metatarsais, dos dedos e região do mediopé na proporção de 28%, 4% e 8%, respectivamente (CAVANAGH, 1987). Bittar *et al.*, (2020) avaliaram 112 crianças, com idade média de oito anos e observaram que a maioria apresentava maior apoio plantar no membro inferior esquerdo com apoio predominantemente nos calcâneos bilateralmente. As crianças com maior idade apresentaram mais área de apoio plantar, também bilateralmente.

Assim, frente aos resultados conflitantes apresentados pela literatura ainda são necessários estudos que estabeleçam a relação entre a posição e movimentos mandibulares com o apoio plantar, principalmente em crianças.

5 ARTIGO

O presente manuscrito será submetido à revista *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Qualis A2 e fator de impacto 3.364.

A posição mandibular e o lado preferencial de mastigação alteram o apoio plantar em crianças de quatro a 11 anos?

**Autores: Karina Correia Bonalumi Bittar^a, Camile Ludovico Zamboti^b,
Christiane de Souza Guerino Macedo^c**

^aMestre em Ciências da Reabilitação UEL/PitágorasUNOPAR, Paraná – Brazil.

^bPhD em Ciências da Reabilitação UEL/PitágorasUNOPAR, Paraná – Brazil.

^cPhD, professora do Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), programa de pós-graduação em Ciências da Reabilitação UEL/PitágorasUNOPAR Paraná – Brazil.

Autor correspondente:

Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo

Email: chmacedo@uel.br

Endereço: Av. Robert Koch, 60, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia/ UEL. Londrina - Paraná, Brasil. CEP: 86038-350.

RESUMO:

Introdução: A influência do posicionamento mandibular e do lado mastigatório no apoio plantar em crianças ainda não está estabelecida. **Objetivos:** Estabelecer a relação entre posicionamento mandibular, preferência mastigatória, idade e apoio plantar em crianças. **Métodos:** Foram avaliadas 93 crianças, entre quatro e 11 anos, submetidas à análise do posicionamento mandibular por fotogrametria e do apoio plantar por baropodometria. Avaliou-se a distância do deslocamento mandibular à direita e à esquerda e comparou-se o apoio plantar nas três posições mandibulares, em função da idade (4 - 7 e 8 - 11 anos) e pelo lado de preferência de mastigação. **Resultados:** Houve maior deslocamento mandibular para a esquerda ($p < 0,01$). O posicionamento mandibular não alterou as pressões média e máxima e a área do apoio plantar ($p > 0,05$). O pé esquerdo apresentou maior pressão média e máxima e área de superfície ($p < 0,01$). A idade e o lado mastigatório preferido não alteraram o apoio plantar ($p > 0,05$). Houve correlação moderada à forte entre idade, massa corporal, estatura e superfície plantar ($0,63 < r$; $p < 0,05$) e entre as pressões média e máxima de apoio plantar ($0,58 < r$; $p < 0,05$). **Conclusão:** A posição mandibular, idade e lado de preferência mastigatória não influenciam no apoio plantar em crianças de quatro a 11 anos.

Palavras-chave: Equilíbrio Postural, Fotogrametria, Posição de Repouso da Mandíbula, Atenção Integral à Saúde da Criança.

Introdução

O corpo humano tem a capacidade de promover alterações posturais e direcionar a atividade muscular para neutralizar a força da gravidade e evitar quedas (POLLOCK *et al.*, 2000). A manutenção da postura ortostática em posição estável só é possível por meio da coordenação neuromuscular precisa de todos os segmentos do corpo (NOWAK; GOLEC; WIECZOREK; GOLEC, 2023), com mecanismos de ajustes posturais que envolvem ativações musculares controladas pelo Sistema Nervoso Central (SNC) e mediadas por entradas multissensoriais integradas (visuais, vestibulares e somatossensoriais) (CUCCIA e CARADONNA, 2009).

Embora SOLOVYKH *et al.*, (2012) afirmem que aproximadamente 2% do equilíbrio postural é influenciado pelo sistema estomatognático (SE), a aferência proprioceptiva da oclusão desempenha um papel vital na

manutenção do controle postural adequado (STANCKER; SILVA; NETO; RODRIGUES, 2015). Como resposta a estes estímulos, ocorrem contrações musculares que buscam o melhor equilíbrio e controle postural, com relação direta na posição do crânio e da coluna vertebral. Acredita-se que os movimentos e posições mandibulares podem estar associados às mudanças posturais, já que o sistema sensório-motor da mandíbula é capaz de modular e estabilizar o controle postural (ALGHADIR *et al.*, 2015). Cabe destacar que outros fatores poderiam interferir na posição e deslocamento mandibulares e no apoio plantar, como fatores intrínsecos (crescimento ósseo, mordida cruzada, desvio de linha média entre as arcadas dentárias, respiração oral, entre outros) e extrínsecos (uso de chupetas e mamadeiras, chupar o dedo, preferência do lado mastigatório, fraturas e lesões de membros inferiores, entre outros). E afirma-se que sinais aferentes da oclusão dentária, perturbações externas ou condições patológicas podem afetar o equilíbrio corporal (JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

Estudos apontam que mudanças nas posições da mandíbula têm efeito na estabilidade postural (BRACCO *et al.*, 2004; JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019), e em condições de permanência de alterações posturais, os músculos poderão mover a mandíbula para uma posição mais confortável (OBER *et al.*, 2000). Portanto, movimentos e posições mandibulares podem desencadear reflexos posturais para corrigir os desvios e manter o corpo em equilíbrio. E, como consequência aos ajustes posturais, podem ocorrer alterações dos apoios plantares para favorecer o equilíbrio postural (BILLOT *et al.*, 2013), devido à aceleração da gravidade e, como consequência, influenciar a pressão plantar (JACOB *et al.*, 2021).

As relações entre a mandíbula, o controle postural e o apoio plantar foram apresentadas por Valentino *et al.*, (2002) que detectaram correlações entre o plano oclusal e a ativação dos músculos dos arcos plantares em adultos jovens. Cuccia e Caradonna (2009) afirmam que uma mudança na posição mandibular pode levar a alterações nas aferências proprioceptivas e periodontais, com influência sobre o centro de pressão oscilatória corporal. Ainda, a má oclusão e seus tratamentos podem influenciar a postura corporal, contato do pé com o solo e o centro de massa corporal (AGUILAR *et al.*, 2012; JULIÀ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020). Por outro lado, Ferrario *et al.*, (1996) concluíram

que as modificações do centro de pressão não foram influenciadas por diferentes posições dentais. Perinetti *et al.*, (2006) e Perinetti *et al.*, (2010) não encontraram diferenças entre os parâmetros posturais, posição de repouso mandibular e intercuspidação dentária em indivíduos saudáveis ou com má oclusão. E, Manfredini *et al.*, (2012) afirmam que na literatura não há conclusão quanto à influência da postura mandibular e características oclusais na área de inclinação do pé.

Apesar da prática clínica apontar a possibilidade de inter-relações da posição mandibular e o apoio plantar, esta relação ainda não é confirmada já que os resultados apresentados até o momento são conflitantes, os estudos têm viés metodológicos e poucos são direcionados às crianças. Pesquisas com metodologias bem descritas e controladas poderão contribuir para o melhor entendimento biomecânico destas relações e direcionar as estratégias clínicas de avaliação e reabilitação de crianças. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi estabelecer a relação entre posicionamento mandibular, preferência mastigatória, faixa etária e apoio plantar em crianças.

Métodos

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal, com crianças saudáveis de quatro a 11 anos, na área de controle motor e biomecânica e está aprovado pelo comitê de ética em Pesquisa da Universidade (Parecer N. 4.346.542). Como o estudo foi conduzido com crianças, os responsáveis foram orientados, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e estiveram presentes durante as avaliações. Também, as crianças foram orientadas, questionadas e consentiram em participar do estudo.

Participantes

O cálculo amostral foi realizado com os dados do estudo "Confiabilidade das medidas do apoio plantar e controle postural de crianças de quatro a 12 anos: análise por baropodometria" (BITTAR *et al.*, 2020). Os valores considerados para a análise foram pressão máxima do apoio plantar direito

($1,04\pm 0,48$) e pressão máxima do apoio plantar esquerdo ($1,25\pm 0,53$), que estabeleceram uma amostra de 93 crianças.

Foram incluídas crianças, saudáveis, de ambos os sexos, entre quatro e 11 anos, recrutadas de consultórios de odontologia e em escolas regulares. Os critérios de exclusão incluíram disfunções auditivas, visuais, vestibulares, neurológicas, temporomandibulares ou musculoesqueléticas dolorosas, tratamentos farmacológicos, história de tratamento ortodôntico, dificuldade de movimentarem a mandíbula para os lados direito e/ou esquerdo e as portadoras de mordida cruzada anterior e posterior. Houve exclusão de duas crianças, sexo feminino, por fratura prévia de membro inferior.

Coleta de dados

Os dados de caracterização da amostra (nome, sexo, faixa etária, massa corporal e estatura) foram obtidos no dia da avaliação e devidamente registrados no software do baropodômetro.

Para a análise do posicionamento mandibular foi empregada a fotogrametria de face, com marcadores localizados sobre o trágus direito e sínfise mental sem qualquer dor ou desconforto (KUMAR *et al.*, 2013). As imagens foram realizadas com a mandíbula centralizada (Figura 1B), lateralizada a direita (1A) e a esquerda (1C).

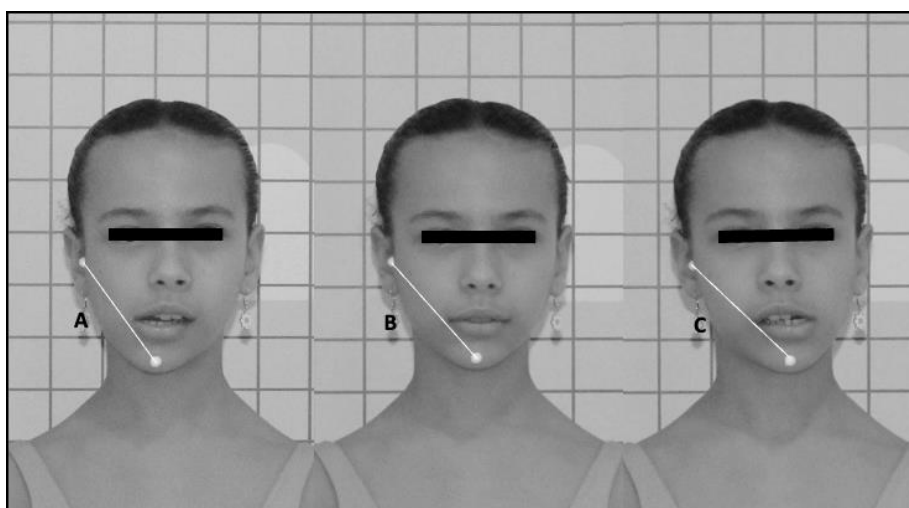


Figura 1 - Posicionamento dos marcadores e posicionamentos mandibulares utilizados para análise. A) Mandíbula lateralizada a direita. B) Mandíbula centralizada. C) Mandíbula lateralizada a esquerda.

A sequência do posicionamento mandibular (máxima intercuspidação, lateral direita e esquerda) foi previamente estabelecida por meio do *software* www.random.com, colocada sequencialmente em envelopes lacrados e sequenciados numericamente, que eram abertos somente no momento da avaliação. A criança foi familiarizada com as posições mandibulares em lateralidade direita e esquerda em amplitude máxima do movimento. Após o entendimento do posicionamento lateral mandibular foi iniciada a avaliação por fotogrametria (HSUEH *et al.*, 2022).

Para os resultados do deslocamento mandibular foi estabelecida a distância entre o trágus direito e a sínfise mental, por meio de retas lineares estabelecidas pelo *software* IMAGEJ® (*National Institutes of Health, USA*), com a mandíbula em máxima intercuspidação (mandíbula centralizada), com deslocamento à direita e à esquerda. Para definir o deslocamento mandibular foi estabelecida a diferença entre as distâncias encontradas (em milímetros), com a mandíbula centralizada e posicionada à direita (distância direita = distância trágus- sínfise mental com mandíbula centralizada - distância trágus- sínfise mental com mandíbula à direita), e depois entre a mandíbula centralizada e posicionada a esquerda (distância esquerda = distância trágus- sínfise mental com mandíbula centralizada - distância trágus- sínfise mental com mandíbula à esquerda). Estas diferenças foram consideradas para análises. O *software* IMAGEJ® estabeleceu as medidas das distâncias em pixels, que posteriormente foram transformadas em centímetros por meio do *software* PixelConverter®.

Em cada posição da mandíbula, além da imagem para fotogrametria, foram coletadas as análises do apoio plantar por meio do baropodômetro BaroScan® (Londrina, Paraná, Brasil). Para a avaliação no baropodômetro, as crianças foram posicionadas em ortostatismo, em posição confortável, com os pés posicionados como proposto por Bittar *et al.*, (2020) (Figura 2).



Figura 2 - Posição de avaliação sobre o baropodômetro.

As variáveis do apoio plantar consideradas para a análise foram a pressão média (Kgf/cm^2), pressão máxima (Kgf/cm^2) e área de superfície plantar (cm^2), bilateralmente. Foram realizadas três coletas de fotogrametria e baropodometria, com tempo de permanência de 15 segundos sobre o baropodômetro para cada posição mandibular. Ao término de cada coleta a criança desceu, caminhou livremente e foi direcionada a subir novamente no baropodômetro para as próximas avaliações, com intervalo de um minuto entre elas. A média dos três resultados, de cada posição mandibular, foi considerada para análise.

Após estabelecido o posicionamento mandibular, um único pesquisador realizou as imagens para a fotogrametria e um segundo pesquisador realizou a coleta no baropodômetro. Ao término da avaliação por fotogrametria e baropodometria, foi oferecido a cada criança um pão de queijo, e a primeira mordida estabeleceu o lado de preferência mastigatória.

Análise de dados

O teste de Shapiro Wilk analisou a normalidade dos dados, que foram descritos em mediana [intervalo interquartilico]. O teste de Wilcoxon comparou as diferenças do deslocamento mandibular para a direita e esquerda, e as variáveis dos apoios plantares com a mandíbula nestas duas posições. O teste de Friedman comparou as variáveis dos apoios plantares com a mandíbula nas três posições (máxima intercuspidação, lateralizada a direita e a esquerda). As análises de comparação das variáveis de apoio plantar em função da idade (4-7 anos e de 8-11 anos) e em função do lado de mastigação, foram realizadas

por meio do teste de Wilcoxon. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Foram analisadas as análises de correlações entre idade, massa corporal, estatura, pressão média, pressão máxima e área de superfície por meio do coeficiente de correlação de Spearman. Foram consideradas correlação insignificante ($r < 0,30$), fraca ($r = 0,30$ a $0,49$), moderada ($r = 0,50$ a $0,69$), forte ($r = 0,70$ a $0,89$) e muito alta ($r > 0,90$) (MUKAKA *et al.*, 2012).

Resultados

Os dados de caracterização da amostra total ($n=93$; 49 meninas e 44 meninos), distribuídas em função da idade (crianças de 4 - 7 anos e de 8 -11 anos), estão apresentados na tabela 1. Das crianças avaliadas 87,9% eram destros. Como esperado, quando divididas pela faixa etária foram estabelecidas diferenças de idade, massa corporal e estatura. Entretanto, o deslocamento mandibular foi sempre maior à esquerda e nas crianças mais velhas (tabela 1).

Tabela 1- Resultados de caracterização da amostra e comparação em função da faixa etária.

	Amostra total (n=93)	Crianças de 4 - 7 anos (n=34)	Crianças de 8 -11 anos (n=59)	P*
Idade, anos	8 [7-9]	6 [5-7]	8 [8-9]	0,000
Massa corporal (Kg)	27 [21-34]	19,50 [17-22]	27 [24-32,25]	0,000
Estatura (m)	1,30 [1,21-1,41]	1,24 [1,15-1,33]	1,30 [1,16 - 1,43]	0,020
Pressão média no pé direito (kgf/cm ²)	0,14 [0,12-0,16]	0,14 [0,11-0,16]	0,13 [0,12 - 0,15]	0,78
Pressão média no pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,17 [0,15-0,22]	0,17 [0,15-0,19]	0,17 [0,15 - 0,21]	0,82
Pressão máxima no pé direito (kgf/cm ²)	0,44 [0,34-0,59]	0,42 [0,31-0,61]	0,43 [0,35 - 0,58]	0,81
Pressão máxima no pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,72 [0,53-0,94]	0,64 [0,52-0,85]	0,66 [0,53 - 1,02]	0,93
Área de Superfície no pé direito cm ²	42,11 [35,50-53,00]	37,94 [32,39-53,05]	40,28 [30,26 - 47,76]	0,82
Área de Superfície no pé esquerdo cm ²	49,44 [40,18-59,81]	44,25 [38,75-61,03]	47,71 [35,35 - 59,66]	0,59
DLM direita, mm	7 [3,50-12,00]	6 [4,75- 1,25]	7,50 [3 - 15,75]	0,92
DLM esquerda, mm	13 [9-19]	10 [6-13]	14 [7 - 20]	0,004

kgf: quilograma força. cm²: centímetros quadrados. Mm: milímetros. DLM: Distância da lateralidade mandibular. Resultados apresentados em mediana [intervalo interquartilico]. Diferenças estabelecidas por meio do teste de Wilcoxon. P* Valores de p para a comparação entre as idades.

Quando as variáveis do apoio plantar, coletadas nos três posicionamentos mandibulares, foram comparadas, não houve diferença significativa para a pressão média, pressão máxima e área de superfície plantar (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação do apoio plantar de crianças em diferentes posições mandibulares.

	Mandíbula posicionada a direita (n=93)	Mandíbula Centralizada (n=93)	Mandíbula posicionada a esquerda (n=93)	p
Pressão média do pé direito (kgf/cm ²)	0,14 [0,12 – 0,16]	0,14 [0,12 – 0,16]	0,14 [0,12 – 0,15]	0,45
Pressão média do pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,18 [0,15 -0,21]	0,17 [0,15 – 0,22]	0,18 [0,15 – 0,21]	0,58
Pressão máxima do pé direito (kgf/cm ²)	0,43 [0,34 – 0,62]	0,44 [0,34 – 0,59]	0,46 [0,35 – 0,60]	0,64
Pressão Máxima do pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,70 [0,53 – 0,92]	0,76 [0,53 – 0,94]	0,71 [0,52 – 0,93]	0,71
Área de superfície do pé direito (cm ²)	42,11 [34,69 – 53,15]	42,11 [35,50 – 53,00]	41,70 [35,81 – 53,50]	0,45
Área de superfície do pé esquerdo (cm ²)	49,03 [40,08 – 61,24]	49,44 [40,18 – 59,81]	49,44 [40,89 – 60,73]	0,96

kgf: quilograma força. cm²: centímetros quadrados. Resultados apresentados em mediana e intervalo interquartil. Diferenças estabelecidas por meio do teste de Friedman.

Como não foram evidenciadas alterações dos apoios plantares nos diferentes posicionamentos mandibulares, os apoios entre os pés direito e esquerdo (a pressão média, pressão máxima e área de superfície plantar) foram comparados somente com a mandíbula em máxima interscupidação (mandíbula centralizada). Os resultados estabeleceram sempre maiores apoios no pé esquerdo ($p < 0,01$) (Figura 3).

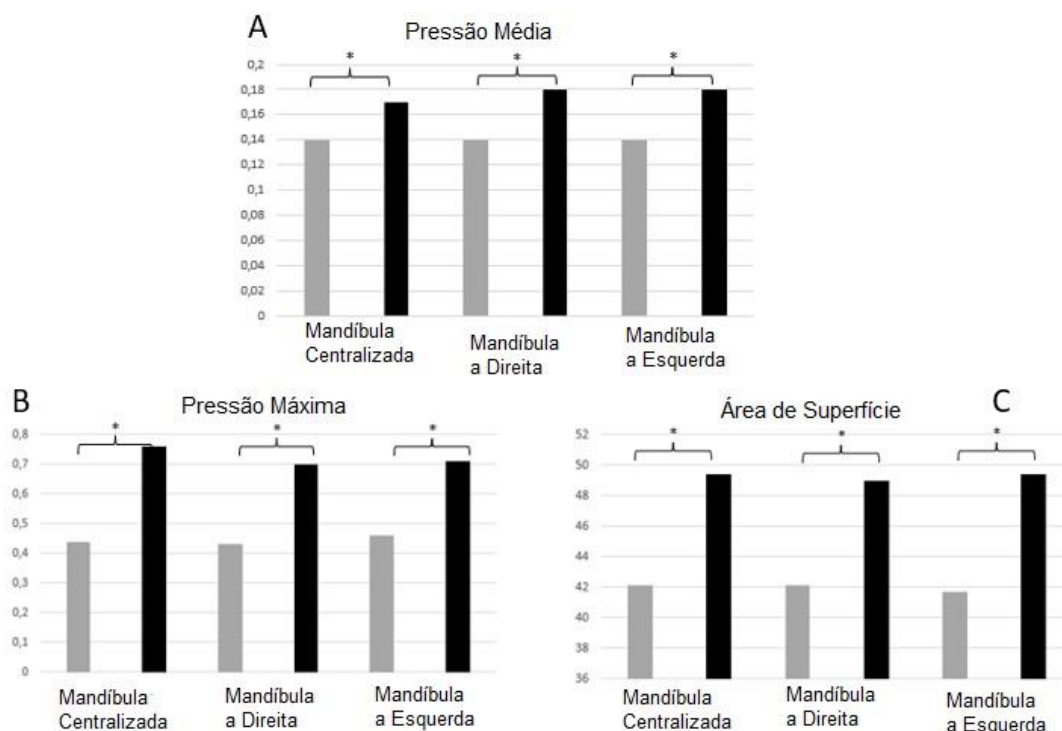


Figura 3 - Resultados das comparações da pressão média (A), pressão máxima (B) e área de superfície (C) entre os apoios plantares direito e esquerdo de crianças (n=93); *p<0,01.

Para a amostra total (n=93) houve moderada correlação entre faixa etária, massa corporal, estatura e a área de superfície plantar, dos apoios em membro direito e esquerdo. Foram encontradas fracas correlações entre faixa etária, massa corporal, estatura, pressão média e máxima, dos apoios a direita e a esquerda (tabela 3). Em adição, a correlação entre pressão média do pé direito e a pressão máxima do pé direito foi de $R_o=0,85$ ($p=0,000$), e para pressão média e a pressão máxima do pé esquerdo foi observado correlação de $R_o=0,89$ ($p=0,000$).

Tabela 3 - Análise de correlação entre dados antropométricos e variáveis de apoio plantar em crianças (n=93).

	Faixa etária (R_o ; valor p)	Estatura (R_o ; valor p)	Massa corporal (R_o ; valor p)
Pressão média do pé direito (kgf/cm ²)	0,183; 0,079	0,150; 0,148	0,201; 0,053
Pressão média do pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,360; 0,000	0,271; 0,008	0,384; 0,000
Pressão Máxima do pé direito (kgf/cm ²)	0,219; 0,035	0,264; 0,010	0,271; 0,008
Pressão Máxima do pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,210; 0,043	0,216; 0,037	0,259; 0,012
Área de superfície do pé direito (cm ²)	0,711; 0,000	0,645; 0,000	0,831; 0,000
Área de superfície do pé esquerdo (cm ²)	0,688; 0,000	0,632; 0,000	0,779; 0,000

kgf: quilograma força. cm²: centímetros quadrados. Resultados estabelecidos por meio do Coeficiente de Correlação de Spearman.

Quando as crianças foram distribuídas em função do lado de preferência de mastigação, houve diferença no peso corporal, com maior peso em crianças com mastigação a esquerda ($p=0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Comparação entre os dados antropométricos e variáveis de apoio plantar em crianças com preferência mastigatória a direita e a esquerda.

	Preferência Mastigatória a Direita (n= 54)	Preferência Mastigatória a Esquerda (n= 39)	p
Idade	8 [7 – 9]	8 [8 – 9]	0,25
Massa corporal	25 [20 – 32]	29 [25-36]	0,01*
Estatura	1,26 [1,17 – 1,42]	1,30 [1,22 – 1,43]	0,51
Pressão média no pé direito (kgf/cm ²)	0,14 [0,12 – 0,17]	0,14 [0,12 – 0,16]	0,24
Pressão média no pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,17 [0,14 – 0,20]	0,18 [0,15 – 0,22]	0,24
Pressão máx. no pé direito (kgf/cm ²)	0,43 [0,33 – 0,57]	0,46 [0,37 – 0,68]	0,22
Pressão máx. no pé esquerdo (kgf/cm ²)	0,64 [0,53 – 0,88]	0,75 [0,52 – 1,04]	0,19
Área de superfície no pé direito (cm ²)	37,84 [29,50 – 47,61]	44,15 [36,21 – 53,51]	0,51
Área de Superfície no pé esquerdo (cm ²)	47 [37,43 – 58,39]	52,29 [42,92 – 63,28]	0,29

kgf: quilograma força. cm²: centímetros quadrados. máx: máxima.

Discussão

O presente estudo foi o primeiro a analisar a relação entre o posicionamento da mandíbula e o apoio plantar em crianças entre quatro e 11 anos. A hipótese de que pudesse existir influência do posicionamento mandibular no apoio plantar foi rejeitada, também não foram encontradas diferença pela faixa etária e preferência de lado na mastigação. Entretanto, em todas as análises houve maior pressão média, pressão máxima e área de superfície plantar no apoio esquerdo.

Para apontar a influência da posição mandibular sobre o apoio plantar foi necessário comprovar o deslocamento lateral mandibular. Para isso, utilizou-se a fotogrametria, que apresenta de boa a excelente confiabilidade intra e inter avaliadores (ICC 0,65-0,99) (HSUEH *et al.*, 2022), e mensurou a diferença da distância entre os pontos (trágus direito e sínfise mentual) com a mandíbula centralizada, lateralizada para a direita e para a esquerda. A fotogrametria da face já foi utilizada para descrever a distância entre os olhos e as comissuras labiais (FARKAS *et al.*, 1980; BISHARA *et al.*, 1995; FERRARIO *et al.*, 1995),

entretanto, como o presente estudo analisou o deslocamento mandibular, foi utilizado, de forma inédita, os pontos do trágus direito e sínfise mentoniana.

Em função do posicionamento lateral da mandíbula, contrário a hipótese estabelecida, não houve diferença na pressão máxima, pressão média e área do apoio plantar. Estudo em adultos já haviam evidenciado que mudar a posição mandibular, desvios de linha média, mordida cruzada ou componentes oclusais não alteram o apoio plantar (AMARICAI *et al.*, 2020; MICHELOTTI *et al.*, 2011; BALDINI *et al.*, 2013; SCHARNWEBER *et al.*, 2017). Entretanto, o presente estudo avaliou crianças, o que valoriza os resultados encontrados e apresentados de forma inédita. Acredita-se a não diferença no apoio plantar de crianças, poderiam ser justificados em função de que os mecanorreceptores aferentes respondem principalmente aos movimentos da mandíbula, e não à sua posição (TRULSSON e JOHANSSON, 2002). Adicionalmente, mecanismos de compensações e adaptações corporais, em respostas ao crescimento e desenvolvimento da criança, podem acontecer em qualquer estrutura (ossos, músculos, articulações, tecidos miofasciais, etc.) e equilibrar de forma descendente sem alterar o apoio plantar. Sabe-se que o crescimento corporal de uma criança ocorre de forma assimétrica (HAGNER *et al.*, 2011), e que a manutenção da postura corporal adequada requer um esforço mais concentrado devido à fraqueza fisiológica dos músculos, tonificados à medida que a criança cresce e aumenta a atividade muscular. Malinowski *et al.*, (1987) já afirmavam que podem ocorrer correções espontâneas das alterações posturais, bem como o agravamento dos mesmos no período de desenvolvimento postural. Entretanto, estas adaptações e compensações ainda não foram estudadas e comprovadas pela literatura.

Ademais, nos resultados do presente estudo, fatores como a faixa etária e a preferência de lado de mastigação também não interferiram na pressão média, pressão máxima e área de superfície plantar. Esta análise é importante pois a oclusão dentária alterada e relacionada a preferência mastigatória pode influenciar a atividade muscular mastigatória e ocasionar assimetria muscular e desenvolvimento ósseo desarmônico (FERRARIO *et al.*, 2000). Entretanto, apesar da preferência mastigatória apresentada pelas crianças, não houve influência no apoio plantar, o que pode ser justificado porque compensações podem ocorrer em outros sistemas sensoriais distribuídos em todo o corpo

(BILLOT *et al.*, 2013). Cenciarini e Peterka (2006) afirmam que uma entrada sensorial diferente, força o sistema nervoso a recrutar outras fontes sensoriais para estabilizar a postura ereta, o que poderia justificar a não alteração das variáveis do apoio plantar. Assim, frente às perturbações externas, como uma assimetria no posicionamento da mandíbula, acredita-se que outros sistemas sensório-motores poderão agir na tentativa da manutenção do equilíbrio e da postura corporal (POLLOCK *et al.*, 2000).

Quando observado apenas os resultados de apoio plantar, independentemente da posição da mandíbula, a pressão média, pressão máxima e área de superfície foram sempre maiores no pé esquerdo (Figura 3), e confirmam os resultados de Bittar *et al.*, (2020). O maior apoio plantar à esquerda poderia ser justificado pela dominância do membro inferior direito (o primeiro a subir escadas ou chutar uma bola) e maior suporte, estabilidade e apoio no solo no membro inferior esquerdo, destaca-se que na amostra do presente estudo 87,9% das crianças eram destros e o membro inferior direito seria o mais móvel e o esquerdo o responsável pelo maior apoio. Por outro lado, os resultados do presente estudo contrariam Cavanagh (1987) e Pineda-Lopes (2016) ao estabelecerem simetria no apoio plantar de adultos, e destaca a pergunta sobre a mudança do apoio plantar em crianças (maior à esquerda) e adultos (em simetria), e para as adaptações que podem ocorrer durante o crescimento. Desta forma, futuros estudos de coorte poderiam responder a questão sobre a mudança destes apoios desde a infância, adolescência e até a idade adulta.

Houve moderada a forte correlação entre faixa etária, massa corporal, estatura e a área de superfície plantar, dos apoios à direita e à esquerda. Estes resultados já eram esperados pois quanto maior a idade, maior o peso e a altura com conseqüente maior o tamanho do pé e área de superfície plantar. Entretanto, isto ainda não havia sido apresentado em estudos com baropodometria de crianças entre quatro e 11 anos. Também, correlações moderadas a fortes foram encontradas entre as pressões média e máxima dos apoios plantares, o que aponta a não necessidade de realizar a análise destas duas variáveis, já que elas são altamente correlatas. Assim, futuros estudos poderiam utilizar somente a análise da pressões média ou da pressão máxima em seus resultados.

Os resultados do presente estudo estabeleceram que a posição da mandíbula, a faixa etária e o lado de mastigação não influenciaram o apoio plantar de crianças entre quatro e 11 anos. Portanto, a utilização da avaliação do apoio plantar deve ser contraindicada para estabelecer qualquer resultado relacionado ao posicionamento mandibular. Porém, como a estabilidade postural se desenvolve durante a infância e adolescência, futuros estudos poderão avaliar os movimentos mandibulares em crianças maiores de 11 anos e adolescentes, e analisar o controle postural associado aos movimentos mandibulares, de forma dinâmica e em plataforma de força, considerada instrumento de avaliação padrão ouro.

Conclusão

As crianças avaliadas no presente estudo deslocaram sua mandíbula mais a esquerda. Entretanto, o posicionamento mandibular, a faixa etária e o lado de preferência mastigatória não alteraram a pressão média, pressão máxima e área de superfície dos apoios plantares, que foram sempre maiores no pé esquerdo. Também foi evidenciada correlação entre idade, massa corporal, estatura e a área de superfície plantar, assim como entre as pressões média e máxima dos apoios do plantares.

Referências

Aguilar RI, Sánchez FI, Pedraza CGE, Guadarrama QL. Correlação entre pegada e má oclusão. Um estudo de caso clínico. *Rev Adm.* 69 (2): 91-94, 2012.

Alghadir AH, Zafar H, Iqbal ZA. Effect of three different jaw positions on postural stability during standing. *Functional Neurology.* 60 (1): 53-57, 2015.

Amaricai E, Onofrei RR, Suciú O, Marcautuanu C, Stoica ET, Negruțiu ML, David VL, Sinescu C. Do different dental conditions influence the static plantar

pressure and stabilometry in young adults? *PLoS ONE.*, 15(2): 1-10, 2020. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228816>.

Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Cozza P. Evaluation of the correlation between dental occlusion and posture using a force platform. *Clinics.*68(1): 45-49,2013. Available from: [https://doi.org/10.6061/clinics/2013\(01\)OA07](https://doi.org/10.6061/clinics/2013(01)OA07).

Billot M, Handrigan GA, Simoneau M, Corbeil P, Teasdale N. Short term alteration of balance control after a reduction of plantar mechanoreceptor sensation through cooling. *Neuroscience Letters.* 535(1): 40-44, 2013. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.11.022>

Bishara SE, Cummins DM, Jorgensen GJ, Jakobsen JR. A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part I: methodology and reliability. *Am J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 107(6): 633-639, 1995.

Bittar KCB, Oliveira SSI, Michel MCB, Terçarolli SP, Zamboti CL, Macedo C SG. Reliability of plantar pressure and postural control measures of children from 4 to 12 years: Analysis by baropodometry. *Motriz. Revista de Educação Física.* 26(3):1-6, 2020. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1980-6574202000030002>

Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neuroscience Letters.* 356(3): 228–230, 2004. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.11.055>

Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure Distribution under Symptom-Free Feet during Barefoot Standing. *Foot e Ankle International.* 7(5): 262–276, 1987. Available from: <https://doi.org/10.1177/107110078700700502>

Cenciarini M, Peterka RJ. Stimulus-dependent changes in the vestibular contribution to human postural control. *Journal of Neurophysiology.* 95(5): 2733–2750, 2006. Available from: <https://doi.org/10.1152/jn.00856.2004>

Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*. 64(1): 61–66, 2009. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1807-59322009000100011>

Farkas LG, Bryson W, Tech B, Klotz J. Is photogrammetry of the face reliable? *Plast. Reconstr. Surg.* 66 (3): 346-355, 1980.

Ferrario VF, Sforza C, Miani JRA, Barbini E. New television technique for natural head and body posture analysis. *The J. of Craniomand. Practice*. 13 (4): 247-255, 1995.

Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Taroni A. Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship? *J Prosthet Dent*. 76(3):302-308, 1996.

Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J. Oral Rehabil.* 27: 33–40, 2000. Available from: doi: 10.1046/j.1365-2842.2000.00490.x

Hagner W, Bąk D, Hagner-Derengowska M, Hagner W, Bąk D, Hagner-Derengowska M. CHANGES IN BODY POSTURE IN CHILDREN BETWEEN THE 10 TH AND 13 TH YEARS OF AGE. Vol. 18, *Ann. Med.* 2011.

Hsueh WY, Kang KT, Yao CJ, Chen YJ, Weng WC, Lee PL, Chang CW, Hsu WC. Measurements of craniofacial morphology using photogrammetry in children with sleep-disordered breathing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* Nov;162:111287, 2022. doi: 10.1016/j.ijporl.2022.111287. Epub 2022 Aug 18. PMID: 36029654.

Jacob SM, Chisnoiu AM, Buduru SD, Berar A, Fluerasu MI, Iacob I, Objelean A, Studnicska W Jr, Viman LM. Plantar Pressure Variations Induced by Experimental Malocclusion-A Pilot Case Series Study. *Healthcare (Basel)*. May

18;9(5):599, 2021. doi: 10.3390/healthcare9050599. PMID: 34069913; PMCID: PMC8157550.

Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Burtscher M. Dental occlusion and body balance: A question of environmental constraints? In *Journal of Oral Rehabilitation*. 46(4): 388–397, 2019. Available from: <https://doi.org/10.1111/joor.12767>.

Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The influence of dental occlusion on dynamic balance and muscular tone. *Frontiers in Physiology*. *Front Physiol* [Internet]. Jan 31 [cited 2021 May 10];10, 2020. Available from: www.frontiersin.org

Kumar S, Garg S, Gupta S. A determination of occlusal plane comparing different levels of the tragus to form ala-tragal line or Camper's line: A photographic study. *Journal of advanced prosthodontics*. 5(1):9-15, 2013. Available from: <https://doi.org/10.4047/jap.2013.5.1.9>

Malinowski A.: *Norma biologiczna a rozwój somatyczny człowieka* [*The Biological Norm and the Somatic Development of the Human Being*]. IWZZ, Warszawa, 1987.

Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guarda-Nardini L. Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: Where we are now and where we are heading for. *Journal of Oral Rehabilitation*. 39(6): 463–471, 2012. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2012.02291.x>.

Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture: An overview. *Progress in Orthodontics*. 12(1): 53–58, 2011. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pio.2010.09.010>.

Mukaka, MM. Statistics Corner: A Guide to Appropriate Use of Correlation Coefficient in Medical Research. *Malawi Med. J.* 24 (3): 69–71, 2012.

Nowak M, Golec J, Wieczorek A, Golec P. Is There a Correlation between Dental Occlusion, Postural Stability and Selected Gait Parameters in Adults? *Int J Environ Res Public Health*. Jan 16;20(2):1652, 2023. doi: 10.3390/ijerph20021652. PMID: 36674407; PMCID: PMC9862361.

Ober WC, Garrison CW, Silverthorn AC. *Fisiologia, un approccio integrato*. Casa Editrice Ambrosiana 2000.

Perinetti G. Dental occlusion and body posture: No detectable correlation. *Gait and Posture*. 24(2): 165–168, 2006. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.07.012>.

Perinetti G, Contardo L, Silvestrini-Biavati A, Biasati AS, Perdoni L, Castaldo, A. Dental malocclusion and body posture in young sub-jects: a multiple regression study. *Clinics*. 65(7):689-695, 2010.

Pineda-López F, Guerra A, Montes E, Benítez DS. A low cost baropodometric system for children's postural and gait analysis. In: *IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, 1-4, 2016. doi: 10.1109/ColComCon.2016.7516381. [10.1109/ColComCon.2016.7516381](https://doi.org/10.1109/ColComCon.2016.7516381)

Pollock A, Durward B, Rowe P. Pollock2000. *Clinical Rehabilitation*. 402–406, 2000. Available from: pollock@middleton4.freemove.co.uk.

Scharnweber B, Adjami F, Schuster G, Kopp S, Natrup J, Erbe C, Ohlendorf D. Influence of dental occlusion on postural control and plantar pressure distribution. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*. 35(6): 358–366, 2017. Available from: <https://doi.org/10.1080/08869634.2016.1244971>.

Solovykh EA, Bugrovetskaya OG, Maksimovskaya LN. Information Value of Functional Status of the Stomatognathic System for Postural Balance Regulation. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 153(3): 401-405, 2012.

Stancker TG, Silva AC, Neto HP, Rodrigues CDA Influência da má oclusão no equilíbrio e na postura: uma revisão sistemática. *Homem Ter. Posturologia Reabilitação. J.* **13** :320,2015. doi:10.17784/mtprehabJournal.2015.13.320. [[CruzRef](#)] [[Google Acadêmico](#)]

Trulsson M, Johansson RS. Orofacial mechanoreceptors in humans: encoding characteristics and responses during natural orofacial behaviors. *Behav Brain Res.* Sep 20;135(1-2):27-33, 2002. doi: 10.1016/s0166-4328(02)00151-1. PMID: 12356430

Valentino B, Valentino T, Melito F. Correlation between interdental occlusal plane and plantar arches. An EMG study. *Pain Clinic.* 14(3):259–262, 2002. Available from: <https://doi.org/10.1163/156856902320761487>

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS DA DISSERTAÇÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou avaliar e analisar o apoio plantar de crianças entre quatro e 11 anos (pressão média, pressão máxima e área de superfície) em diferentes posicionamentos mandibulares (máxima intercuspidação, lateralidades direita e esquerda). Também foram comparados os apoios plantares entre crianças mais novas (4 a 7 anos) e mais velhas (8 a 11 anos) e em função do lado de preferência de mastigação. Foi possível estabelecer que o posicionamento mandibular, a faixa etária e o lado de preferência mastigatória não alteraram a pressão média, pressão máxima e área de superfície dos apoios plantares, que foram sempre maiores no pé esquerdo. E comprovou-se que a posição da mandíbula não influenciou no apoio plantar.

Em adição foi possível concluir que a faixa etária, a massa corporal e a estatura se relacionam ao apoio plantar, e que quanto mais velhas, pesadas e altas, maiores serão as pressões médias e máximas, bem como a área de superfície dos pés direito e esquerdo.

Por fim, pode-se considerar que os resultados do presente estudo contribuem para contraindicar a avaliação do apoio plantar relacionado aos posicionamentos mandibulares, às alterações de idade e em função do lado de mastigação.

REFERÊNCIAS

- Aguilar RI, Sánchez FI, Pedraza CGE, Guadarrama QL. Correlação entre pegada e má oclusão. Um estudo de caso clínico. *Rev ADM*. 69 (2):91-94, 2012.
- Alghadir AH, Zafar H, Iqbal ZA. Effect of three different jaw positions on postural stability during standing. *Functional Neurology*. 60 (1): 53-57, 2015.
- Almeida PO, Prudente GFG, Sá FE, Lima LAO, Jesus-Moraleida FR, Viana-Cardoso KV. Assimetrias Postural e de Distribuição de Carga em Pré-escolares. *Motricidade*. 11(4):58–70, 2015. Available from: <https://doi.org/10.6063/motricidade.4033>.
- Amaricai E, Onofrei RR, Suciú O, Marcauteanu C, Stoica ET, Negruțiu ML, David VL, Sinescu C. Do different dental conditions influence the static plantar pressure and stabilometry in young adults? *PLoS ONE*. 15(2):1-10, 2020.
- Ambrosi F. *Fondamenti di Posturologia*. Ed. 2012.
- Andrade RM, Guimarães LR, Ribeiro AP, Marques AP, Crivello O, Carvalho BKG, João SMA. Reliability in Mandibular Movement Evaluation Using Photogrammetry in Patients with Temporomandibular Disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. May 42(4): 267-275, 2019.
- Baldini A. Clinical and instrumental treatment of a patient with dysfunction of the stomatognathic system: a case report. *Ann Stomatol*. 1(2): 2-5, 2010.
- Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Cozza P. Evaluation of the correlation between dental occlusion and posture using a force platform. *Clinics*. 68(1): 45–49, 2013. Available from: [https://doi.org/10.6061/clinics/2013\(01\)OA07](https://doi.org/10.6061/clinics/2013(01)OA07).
- Barauna MA, Ricieri D. Biofotogrametria: Recurso Diagnóstico do Fisioterapeuta. *Revista O Coffito*. (17): 7–11, 2002.

Berthoz A. *Le sens du mouvement*. Editions Odile Jacob, Paris, 1997.

Billot M, Handrigan GA, Simoneau M, Corbeil P, Teasdale N. Short term alteration of balance control after a reduction of plantar mechanoreceptor sensation through cooling. *Neuroscience Letters*. 535(1), 40–44, 2013. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.11.022>.

Bittar KCB, Oliveira SSI, Michel MCB, Terçarolli SP, Zamboti CL, Souza CGM. Reliability of plantar pressure and postural control measures of children from 4 to 12 years: Analysis by baropodometry. *Motriz. Revista de Educação Física*. 26(3): 1-6, 2020. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1980-6574202000030002>.

Bishara SE, Cummins DM, Jorgensen GJ, Jakobsen JR. A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part I: methodology and reliability. *Am J. Orthod. Dentofacial Orthop*.107(6):633-639, 1995.

Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neuroscience Letters*. 356(3): 228–230, 2004. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.11.055>.

Buisseret-Delmas C, Compoin C, Delfini C, Buisseret P. Organization of reciprocal connections between trigeminal and vestibular nuclei in the rat. *J Comp Neurol*. 409(1):153-68, 1999. Available from: doi: 10.1002/(sici)1096-9861(19990621)409:1<153::aid-cne11>3.0.co;2-#. PMID: 10363717.

Cabrera-Domínguez ME, Domínguez-Reyes A, Pabón-Carrasco M, Pérez-Belloso AJ, Coheña-Jiménez M, Galán-González AF. Dental Malocclusion and Its Relation to the Podal System. *Frontiers in Pediatrics*. 9, 2021. Available from: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.654229>.

Camargo CS, Pereira K. Progression of anthropometric variables, posture and balance of obese and overweight children. *ConScientiae Saúde*. 11(2): 256, 2012.

Carini F, Mazzola M, Fici C, Palmeri S, Messina M, Damiani P, Tomasello G. Posture and posturology, anatomical and physiological problems: overview and current state of art. *Acta Biomed*. 88(1): 11-16, 2017.

Castillo DB, Azato FK, Coelho TK, Pereira PZ, Silva MG. Clinical study on head and jaw position of patients with muscle temporomandibular disorder. *Rev Dor*. 17(2):88-92, 2016.

Cate TR. Anatomias macroscópica e microscópica. In: George AZ, Gunnar EC, Sessle BJ, Mohl ND. *Disfunções da articulação temporomandibular e dos músculos da mastigação*. 2 th Ed. São Paulo: Santos. 48-65, 2000.

Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure Distribution under Symptom-Free Feet during Barefoot Standing. *Foot e Ankle International*. 7(5), 262–276, 1987. Available from: <https://doi.org/10.1177/107110078700700502>.

Cenciarini M, Peterka RJ. Stimulus-dependent changes in the vestibular contribution to human postural control. *Journal of Neurophysiology*. 95(5): 2733–2750, 2006. Available from: <https://doi.org/10.1152/jn.00856.2004>.

Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*. 64(1): 61–66, 2009. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1807-59322009000100011>.

Dong WK, Shiwaku T, Kawakami Y, Chudler EH. Static and dynamic responses of periodontal ligament mechanoreceptors and intradental mechanoreceptors. *J Neurophysiol*. 69(5):1567–1582, 1993.

Douglas CR, Avoglio JLV, Oliveira H. Stomatognathic adaptive motor syndrome is the correct diagnosis for temporomandibular disorders. *Medical Hypotheses*.

74(4): 710–718, 2010. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.10.028>.

Du Brull EL. Sicher's oral anatomy. 7th ed. St Louis: Mosby. 178, 1970.

Estremote MM. Medição da descarga de peso de indivíduos hemiplégicos e não hemiplégicos utilizando uma nova plataforma de força. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia –Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

Farkas LG, Bryson W, Tech B, Klotz J. Is photogrammetry of the face reliable? *Plast. Reconstr. Surg.* 66(3):346-355, 1980.

Fernández Rf, Carter P, Muñoz S, Solva H, Venegas GHP, Cantin M, Ottone NE. Evaluation of validity and reliability of a methodology for measuring human postural attitude and its relation to temporomandibular joint disorders. *Singapore Med J.* 57(4):204–208, 2016.

Ferrario VF, Sforza C, Miani JRA, Barbini E. New television technique for natural head and body posture analysis. *The J. of Craniomand.Practice.* 13(4): 247-55, 1995.

Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Taroni A. Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship? *J Prosthet Dent.* 76(3):302-308, 1996. doi: 10.1016/s0022-3913(96)90176-6. PMID: 8887805.

Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J. Oral Rehabil.* 27:33–40, 2000. Available from: doi: 10.1046/j.1365-2842.2000.00490.

Ferro K. The Glossary of Prosthodontic Terms: ninth edn., *J. Prosthet. Dent.* 117(5):1–105, 2017. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.12.001. PMID: 28418832.

Figueiredo JAC. Estudo da redistribuição do apoio plantar através de baropodometria utilizando equilibrador neuromuscular. *Rev Terapia manual*. 11(3):352-355, 2005.

Fletcher MC, Piecuch JF, Lieblich SE. Anatomia e fisiopatologia da articulação temporomandibular. In: Milora M, Ghali GE, Larsen PE, Waite PD. *Princípios de cirurgia oral e maxilofacial de Peterson*. Shelton (CT): Editora Médica do Povo; 2012.

Freitas RLB. Plataforma de força para aplicações biomédicas. 2008. 136 f Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

Fuentes Fernández, R.; Carter, P.; Muñoz, S. et al. Evaluation of validity and reliability of a methodology for measuring human postural attitude and its relation to temporomandibular joint disorders. *Singapore Med J*. 57:204–8, 2016.

Furlanetto TS, Candotti CT, Comerlato T, Loss JF. Validating a postural evaluation method developed using a digital image-based postural assessment (DIPA) software. *Comput Methods Programs Biomed*. 108(1):203-212, 2012.

Gadotti I, Biasotto-Gonzalez D. Sensitivity of clinical assessment of head posture in sagittal plane – a preliminary study. *J Eval Clin Pract*. 16: 141–144, 2010.

Gangloff P, Louis JP, Perrin PP. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects. *Neurosci Lett*. 293(3): 203–206, 2000.

Gangloff P, Perrin PP. Unilateral trigeminal anaesthesia modifies postural control in human subjects. *Neurosci Lett*. 330: 179-182, 2002.

Ghez C, Gordon J. Voluntary movement. In: Kandel E, Schwartz J, Jessell T, editors. Principles of neural science. London: Prentice-Hall International, Londres. 564-580, 1991.

Gori L, Firenzuoli F. La posturologia: problematiche metodologiche ed evidenze scientifiche [Posturology. Methodological problems and scientific evidence]. *Recenti Prog Med.* Feb;96(2):89-91, 2005. Italian. PMID: 15844769.

Hartmann F, Cucchi G, Hartmann F, Cucchi G. Characteristics of Periodontal Proprioception. *Stress and Orality.* 87–96, 2014. Available from: https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0271-8_6.

Hernandez JZ, Montero RA, Balana MC, Willaert E, Gomis JM. Relationship between Unilateral Posterior Crossbite and Human Static Body Posture. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17(15):1-10, 2020.

Hwang S, Agada P, Kiemel T, Jeka JJ. Dynamic reweighting of three modalities for sensor fusion. *PLoS ONE.* 9(1):1-8, 2014. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088132>.

Inoue T, Kato T, Masuda Y, Nakamura T, Kawamura Y, Morimoto T. Modifications of masticatory behavior after trigeminal deafferentation in the rabbit. *Exp Brain Res.* 74(3):579-91, 1989. doi: 10.1007/BF00247360. PMID: 2707333.

lunes DH. Análise da confiabilidade inter e intra-examinadores na avaliação postural pela fotogrametria computadorizada. 2004.109f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

Ikemitsu H, Zeze R, Yuasa K, Izumi K. The relationship between jaw deformity and scoliosis. *Journal Oral Radiology.* 22: 14–17, 2006. <https://doi.org/10.1007/s11282-006-0039-6>

Jayakaran P, Mitchell L, Johnson GM. Peripheral sensory information and postural control in children with strabismus. *Gait and Posture*. 65: 197–202, 2018. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.07.173>.

Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Burtscher M. (2019). Dental occlusion and body balance: A question of environmental constraints? In *Journal of Oral Rehabilitation*. 46(4):388–397, 2019. Available from: <https://doi.org/10.1111/joor.12767>.

Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. *Front Physiol*. Jan 31;10:1626, 2020. doi: 10.3389/fphys.2019.01626. PMID: 32082183; PMCID: PMC7005008.

Katsavrias EG. Changes in articular eminence inclination during the craniofacial growth period. *Angle Orthod*. 72(3):258–264, 2002.

Kulczynski FZ, Andriola FO, Deon PH, Melo, DAS, Pagnoncelli RM. Postural assessment in class III patients before and after orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg*. 22:143–150, 2018.

Lima LCO, Barauna MA, Sologurem MJJ, Canto RST, Gastaldi AC. Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotogrametry. *J Appl Oral Sci*. 12(3): 232-237, 2004 .

Lippold C, Van den Bos L, Hohoff A, Danesh G, Ehmer U. Interdisciplinary study of orthopedic and orthodontic findings in pre-school infants. *J Orofac Orthop*. 64(5): 330–340, 2003.

Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guarda-Nardini L. Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: Where we are now and where we are heading for. *Journal of Oral Rehabilitation*. 39(6): 463–471, 2012. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2012.02291.x>

Martínez-Nova A, Sánchez-Rodríguez R, Pérez-Soriano P, Llana-Belloch S, Leal-Muro A, Pedrera-Zamorano JD. Plantar pressures determinants in mild Hallux Valgus. *Gait and Posture*. 32(3): 425–427, 2010. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.06.015>.

McEvoy MP, Grimmer K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC musculoskeletal disorders*. 6(1):35, 2005.

Michelotti A, Buonocore G, Farella M, Pellegrino G, Piergentili C, Altobelli S, Martina R. Postural stability and unilateral posterior crossbite: Is there a relationship? *Neuroscience Letters*. 392(1–2): 140–144, 2006. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.09.008>.

Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture: An overview. *Progress in Orthodontics*. 12(1): 53–58, 2011. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pio.2010.09.010>.

Monzani D, Guidetti G, Chiarini L. Combined effect of vestibular and craniomandibular disorders on postural behavior. *Acta otorhinolaryngologia italic*. 23(1): 4–9, 2003.

Nam SH, Son SM, Kwon, JW, Lee NK. The intra-and inter-rater reliabilities of the forward head posture assessment of normal healthy subjects. *Journal of physical therapy science*. 25(6):737-739, 2013.

Ober WC, Garrison CW, Silverthon AC. *Fisiologia, un approccio integrato*. Casa Editrice Ambrosiana 2000.

Oliveira SSI, Pannuti CM, Paranhos KS, Tanganeli JPC, Laganá DC, Sesma N, et al. Effect of the occlusal splint and therapeutic exercises on postural balance of patients with signs and symptoms of temporomandibular disorder. *Clin Exp Dent Res [Internet]*. Apr 12;5(2):109–15, 2019.

Parreira RB, Grecco LAC, Oliveira CS. Postural control in blind individuals: A systematic review. *Gait and Posture*. 57: 161–167, 2017. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.008>.

Penha PJ, Baldini M, João SMA. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7- and 8- year-old children. *J Manipulative Physiol Ther*. 32(2):154-159, 2009.

Perinetti G. Dental occlusion and body posture: No detectable correlation. *Gait and Posture*. 24(2): 165–168, 2006. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.07.012>.

Perinetti G, Contardo L. Posturography as a diagnostic aid in dentistry: A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*. 36(12): 922–936, 2009. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2009.02019.x>.

Perinetti G, Contardo L, Silvestrini-Biavati A, Biasati AS, Perdoni L, Castaldo A. Dental malocclusion and body posture in young sub-jects: a multiple regression study. *Clinics*. 65(7):689-69, 2010.

Pineda-López F, Guerra A, Montes E, Benítez DS. A low cost baropodometric system for children's postural and gait analysis. In: *IEEE COLOMBIAN CONFERENCE ON COMMUNICATIONS AND COMPUTING (COLCOM)*, 2016. Cartagena. Proceedings... Cartagena, Colombia, abr. 2016.

Reuchlin M, Lautrey J, Marendaz C, Ohlmann T. *Cognition: l'universet l'individuel*, Presses Universitaires de France, Paris, 1989.

Rivero IA, Flores IS, Contreras GEP, Quiroz LJG. Correlación plantar y maloclusión. Caso clínico Resumen Correlation between footprint and malocclusion. A clinical case study Caso Clínico. 91-94, 2012.

Röijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation: Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical

interventions. *Manual Therapy*. 20(3): 368–377, 2015. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.008>.

Rosário JLP. A review of the utilization of baropodometry in postural assessment. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 18(2): 215–219, 2014. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.05.016>.

Scharnweber B, Adjami F, Schuster G, Kopp S, Natrup J, Erbe C, Ohlendorf D. Influence of dental occlusion on postural control and plantar pressure distribution. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*. 35(6):358–366, 2017. Available from: <https://doi.org/10.1080/08869634.2016.1244971>.

Šidlauskienė M, Smailienė D, Lopatienė K, Čekanauskas E, Pribušienė R, Šidlauskas M. Relationships between Malocclusion, Body Posture, and nasopharyngeal pathology in Pre-Orthodontic children. *Med Sci Monit*. 21: 1765-1773, 2015.

Solovykh EA, Bugrovetskaya OG, Maksimovskaya LN. Information Value of Functional Status of the Stomatognathic System for Postural Balance Regulation. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 153(3), 2012.

Tevald MA, Foulis SA, Lanza IR, Kent-Braun JA. Lower energy cost of skeletal muscle contractions in older humans. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 298(3), 2010. Available from: <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00713.2009>.

Traldi A, Valdrighi HC, Souza LZ, *Vedovello SAS*. Evaluation of facial morphology and sagittal relationship between dental arches in primary and mixed dentition. *Dent Press J Orthod*. 20:63–67, 2015.

Trulsson M, Johansson RS. Orofacial mechanoreceptors in humans: encoding characteristics and responses during natural orofacial behaviors. 2002. Available from: www.elsevier.com/locate/bbr.

Valentino B, Valentino T, Melito F. Correlation between interdental occlusal plane and plantar arches. An EMG study. *Pain Clinic*. 14(3), 259–262, 2002. Available from: <https://doi.org/10.1163/156856902320761487>.

Vuillerme N, Chenu O, Pinsault N, Boisgontier M, Demongeot J, Payan Y. Inter-individual variability in sensory weighting of a plantar pressure-based, tongue-placed tactile biofeedback for controlling posture. *Neuroscience Letters*. 421(2), 173–177, 2007. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.03.076>.

Walker CJ, MacLeod SPR. Anatomy and Biomechanics of Condylar Fractures. In *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 25(1): 11–16, 2017. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cxom.2016.10.002>.

Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. 1995.

Xu C, Wen XX, Huang LY, Shang L, Cheng XX, Yan YB, Lei W. Normal foot loading parameters and repeatability of the Footscan® platform system. *Journal of Foot and Ankle Research*. 10(1), 2017. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13047-017-0209-2>.

Yoshino G, Higashi K, Nakamura T. Changes in weight distribution at the feet due to occlusal supporting zone loss during clenching. *Cranio*. 21(4):271-278, 2003.

Youssef AR. Photogrammetric quantification of forward head posture is side dependent in healthy participants and patients with mechanical neck pain. *Int. J. Physiother*. 3, 326–331, 2016.

Zonnenberg AJJ, Van Maanen CJ, Oostendorp RA, Elvers JWH. Body Posture photographs as diagnostic aid for musculoskeletal disorders related to temporomandibular disorders (TMD). *Cranio*. 14(4):225-232, 1996.

APÊNDICES

APENDICE A:**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO
RESPONSÁVEL**

Seu filho (a) _____ está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa **ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE MOVIMENTO MANDIBULAR, POSIÇÃO DA CABEÇA E APOIO PLANTAR EM CRIANÇAS DE 4 A 11 ANOS** desenvolvido pela odontóloga e mestrandia Karina Correia Bonalumi Bittar, orientado e coordenado pela Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo, da Universidade Estadual de Londrina. O estudo tem por objetivo verificar a relação do movimento mandibular, posição da cabeça e do apoio dos pés.

Após seu aceite em participar do estudo será agendado um melhor horário e data para realização da avaliação, sem prejuízo ao seu filho (a). A avaliação será realizada no consultório de odontologia, localizado no endereço Av. Ayrton Senna da Silva, 600 sala-103 e você deverá estar presente.

Após a entrada na sala de avaliação serão anotados o nome, idade, peso e a altura da criança, que servirá para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Na sequência serão acoplados com fita dupla face bolinhas de isopor em pontos específicos da cabeça e do rosto. Também será posicionado no rosto do seu filho um equipamento de metal, para ajudar na análise da posição da cabeça. Esse equipamento é leve, ajuda na avaliação da dentista e não causa qualquer dor ou desconforto para a criança.

A criança deverá ficar em pé, descalça, sobre o baropodômetro (um equipamento que parece um tapete), mantendo todos os dentes em contato por 15 segundos de forma mais parada possível. Neste momento será realizada uma fotografia e coletados os dados do apoio dos pés. Depois será solicitado que a criança desvie sua mandíbula para a direita, será realizada outra fotografia e outra análise do apoio plantar. Isso será repetido ainda mais uma vez com a mandíbula desviada para a esquerda. A criança permanecerá por 45 segundos sobre o baropodômetro, para as análises com a mandíbula nas três posições já descritas. Caso a criança fique cansada ela poderá sentar, deitar ou andar, como ela preferir, e depois retornar para a próxima análise.

Seguem abaixo algumas informações gerais:

- A criança não será submetida a riscos durante os testes, apenas poderá ficar um pouco cansada. Se isso acontecer ela poderá descansar e retornar ao teste posteriormente.
- As fotografias tiradas da criança serão utilizadas somente para esta pesquisa e ao final serão deletadas. A imagem do seu filho (a) não será disponibilizada em meios digitais ou na internet. Ao final da pesquisa as imagens serão deletadas.

- Você e a criança tem garantia que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos, riscos ou benefícios da pesquisa;
- Em qualquer fase do estudo, você poderá retirar o termo de consentimento e com isso a criança deixará de fazer parte do estudo, sem que isto leve a qualquer penalidade;
- Os procedimentos desta pesquisa estão de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília/DF;
- Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto a identidade e aos dados envolvidos com o estudo, os quais serão utilizados exclusivamente para fins de ensino, pesquisa e divulgação científica;
- Caso necessite de maiores esclarecimentos, ou haja dúvidas, você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br; ou os responsáveis pela pesquisa onde os contatos estão descritos abaixo.
- Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada, entregue a você.

_____, RG nº _____, abaixo assinado, li e entendi todas as informações contidas neste documento e concordo que meu filho (a) _____ participe do estudo. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação científica.

Assinatura do Responsável pela criança

Coordenadora: Profa. Dra. Christiane de S. Guerino Macedo

CREFITO: 16750-F

e-mail: chmacedouel@yahoo.com.br

Telefone: (43) 3371-2288

Celular: (43) 99101-5123

Endereço: Av. Robert Koch, 60 - Operária, Londrina

Assinatura e carimbo

Cirurgiã Dentista Karina C. Bonalumi Bittar

CRO: 9392-Pr

e-mail: karinabbittar@gmail.com

Telefone: (43) 30282908

Celular: (43) 999163384

Assinatura e carimbo

Londrina, ____ de _____ de 2021.

APÊNDICE B:**QUESTIONÁRIO****Nome da Criança:****Idade:** _____

Dentição Mista () Dentição Decídua ()

Destro () Canhoto ()

Usa óculos?

Sim () Não ()

Mastiga: Lado Esquerdo () Lado Direito ()

Ronca () Baba () Engasga com facilidade ()

Dor na Perna () Dor no Quadril () Dor no Joelho ()

Lado Esquerdo () Lado Esquerdo () Lado Esquerdo ()

Lado direito () Lado direito () Lado direito ()

ENGASGA COM FACILIDADE?

ANEXO

ANEXO A:

NORMAS DO PERIÓDICO ALVO PARA SUBMISSÃO

Instructions for Authors

Shortcuts

- [Manuscript Submission Overview](#)
- [Manuscript Preparation](#)
- [Preparing Figures, Schemes and Tables](#)
- [Supplementary Materials, Data Deposit and Software Source Code](#)
- [Research and Publication Ethics](#)
- [Reviewer Suggestions](#)
- [English Corrections](#)
- [Preprints and Conference Papers](#)
- [Authorship](#)
- [Editorial Independence](#)
- [Conflict of Interests](#)
- [Editorial Procedures and Peer-Review](#)
- [Promoting Equity, Diversity and Inclusiveness Within MDPI Journals](#)
- [Resource Identification Initiative](#)

Submission Checklist

Please:

1. Read the [Aims e Scope](#) to gain an overview and assess if your manuscript is suitable for this journal;
2. Use the [Microsoft Word template](#) or [LaTeX template](#) or [Free Format Submission](#) to prepare your manuscript;
3. Make sure that issues about [publication ethics](#), [research ethics](#), [copyright](#), [authorship](#), [figure formats](#), [data](#) and [references format](#) have been appropriately considered;
4. Ensure that all authors have approved the content of the submitted manuscript.
5. Authors are encouraged to add a [biography](#) (optional) to the submission and post it to [SciProfiles](#).

Manuscript Submission Overview

Types of Publications

IJERPH has no restrictions on the length of manuscripts, provided that the text is concise and comprehensive. Full experimental details must be provided so that the results can be reproduced. *IJERPH* requires that authors publish all experimental controls and make full datasets available where possible (see the guidelines on [Supplementary Materials](#) and references to unpublished data).

Manuscripts submitted to *IJERPH* should neither be published previously nor be under consideration for publication in another journal. The main article types are as follows:

- *Articles*: Original research manuscripts. The journal considers all original research manuscripts provided that the work reports scientifically sound experiments and provides a substantial amount of new information. Authors should not unnecessarily divide their work into several related manuscripts, although short *Communications* of preliminary, but significant, results will be considered. The quality and impact of the study will be considered during peer review. Articles should have a main text of around 3000 words at minimum.
- *Reviews*: These provide concise and precise updates on the latest progress made in a given area of research. Systematic reviews should follow the PRISMA [guidelines](#). The main text of review papers should be around 4000 words at minimum.
- *Case reports*: Case reports present detailed information on the symptoms, signs, diagnosis, treatment (including all types of interventions), and outcomes of an individual patient. Case reports usually describe new or uncommon conditions that serve to enhance medical care or highlight diagnostic approaches.

Submission Process

Manuscripts for *IJERPH* should be submitted online at susy.mdpi.com. The submitting author, who is generally the corresponding author, is responsible for the manuscript during the submission and peer-review process. The submitting author must ensure that all eligible co-authors have been included in the author list (read the [criteria to qualify for authorship](#)) and that they have all read and approved the submitted version of the manuscript. To submit your manuscript, register and log in to the [submission website](#). Once you have registered, [click here to go to the submission form for IJERPH](#). All co-authors can see the manuscript details in the submission system, if they register and log in using the e-mail address provided during manuscript submission.

Accepted File Formats

Authors are encouraged to use the [Microsoft Word template](#) or [LaTeX template](#) to prepare their manuscript. Using the template file will substantially shorten the time to complete copy-editing and publication of accepted manuscripts. The total amount of data for all files must not exceed 120 MB. If this is a problem, please contact the Editorial Office ijerph@mdpi.com. Accepted file formats are:

- *Microsoft Word*: Manuscripts prepared in Microsoft Word must be converted into a single file before submission. When preparing manuscripts in Microsoft Word, we encourage you to use the [IJERPH Microsoft Word template file](#). Please insert your graphics (schemes, figures, etc.) in the main text after the paragraph of its first citation.
- *LaTeX*: Manuscripts prepared in LaTeX must be collated into one ZIP folder (including all source files and images, so that the Editorial Office can recompile the submitted PDF). When preparing manuscripts in LaTeX, we encourage you to use the [IJERPH LaTeX template files](#). You can now also use the online application [writeLaTeX](#) to submit articles directly to *IJERPH*. The MDPI LaTeX template file should be selected from the [writeLaTeX template gallery](#).
- *Supplementary files*: May be any format, but it is recommended that you use common, non-proprietary formats where possible (see [below](#) for further details).

Disclaimer: Usage of these templates is exclusively intended for submission to the journal for peer-review, and strictly limited to this purpose and it cannot be used for posting online on preprint servers or other websites.

Free Format Submission

IJERPH now accepts free format submission:

- We do not have strict formatting requirements, but all manuscripts must contain the required sections: Author Information, Abstract, Keywords, Introduction, Materials e Methods, Results, Conclusions, Figures and Tables with Captions, Funding Information, Author Contributions, Conflict of Interest and other Ethics Statements. Check the Journal [Instructions for Authors](#) for more details.
- Your references may be in any style, provided that you use the consistent formatting throughout. It is essential to include author(s) name(s), journal or book title, article or chapter title (where required), year of publication, volume and issue (where appropriate) and pagination. DOI numbers (Digital Object Identifier) are not mandatory but highly encouraged. The bibliography software package *EndNote*, [Zotero](#), *Mendeley*, *Reference Manager* are recommended.

- When your manuscript reaches the revision stage, you will be requested to format the manuscript according to the journal guidelines.

Cover Letter

A cover letter must be included with each manuscript submission. It should be concise and explain why the content of the paper is significant, placing the findings in the context of existing work. It should explain why the manuscript fits the scope of the journal.

Any prior submissions of the manuscript to MDPI journals must be acknowledged. If this is the case, it is strongly recommended that the previous manuscript ID is provided in the submission system, which will ease your current submission process. The names of proposed and excluded reviewers should be provided in the submission system, not in the cover letter.

All cover letters are required to include the statements:

- We confirm that neither the manuscript nor any parts of its content are currently under consideration or published in another journal.
- All authors have approved the manuscript and agree with its submission to (journal name).

Author Biography

Authors are encouraged to add a biography (maximum 150 words) to the submission and post it to [SciProfiles](#). This should be a single paragraph and should contain the following points:

1. Authors' full names followed by current positions;
2. Education background including institution information and year of graduation (type and level of degree received);
3. Work experience;
4. Current and previous research interests;
5. Memberships of professional societies and awards received.

Note for Authors Funded by the National Institutes of Health (NIH)

This journal automatically deposits papers to PubMed Central after publication of an issue. Authors do not need to separately submit their papers through the NIH Manuscript Submission System (NIHMS, <http://nihms.nih.gov/>).

[\[Return to top\]](#)

Manuscript Preparation

General Considerations

- **Research manuscripts** should comprise:
 - **Front matter:** Title, Author list, Affiliations, Abstract, Keywords
 - **Research manuscript sections:** Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions.
 - **Back matter:** Supplementary Materials, Acknowledgments, Author Contributions, Conflicts of Interest, **References**.
- **Review manuscripts** should comprise the **front matter**, literature review sections and the **back matter**. The template file can also be used to prepare the front and back matter of your review manuscript. It is not necessary to follow the remaining structure. Structured reviews and meta-analyses should use the same structure as research articles and ensure they conform to the **PRISMA** guidelines.

- **Case reports** should include a succinct introduction about the general medical condition or relevant symptoms that will be discussed in the case report; the case presentation including all of the relevant de-identified demographic and descriptive information about the patient(s), and a description of the symptoms, diagnosis, treatment, and outcome; a discussion providing context and any necessary explanation of specific treatment decisions; a conclusion briefly outlining the take-home message and the lessons learned.

- **Graphical Abstract:**

A graphical abstract (GA) is an image that appears alongside the text abstract in the Table of Contents. In addition to summarizing the content, it should represent the topic of the article in an attention-grabbing way. Moreover, it should not be exactly the same as the Figure in the paper or just a simple superposition of several subfigures. Note that the GA must be original and unpublished artwork. Any postage stamps, currency from any country, or trademarked items should not be included in it.

The GA should be a high-quality illustration or diagram in any of the following formats: PNG, JPEG, TIFF, or SVG. Written text in a GA should be clear and easy to read, using one of the following fonts: Times, Arial, Courier, Helvetica, Ubuntu or Calibri.

The minimum required size for the GA is 560 × 1100 pixels (height × width). The size should be of high quality in order to reproduce well.

- **Acronyms/Abbreviations/Initialisms** should be defined the first time they appear in each of three sections: the abstract; the main text; the first figure or table. When defined for the first time, the acronym/abbreviation/initialism should be added in parentheses after the written-out form.
- **SI Units** (International System of Units) should be used. Imperial, US customary and other units should be converted to SI units whenever possible.
- **Accession numbers** of RNA, DNA and protein sequences used in the manuscript should be provided in the Materials and Methods section. Also see the section on [Deposition of Sequences and Expression Data](#).
- **Equations:** If you are using Word, please use either the Microsoft Equation Editor or the MathType add-on. Equations should be editable by the editorial office and not appear in a picture format.
- **Research Data and supplementary materials:** Note that publication of your manuscript implies that you must make all materials, data, and protocols associated with the publication available to readers. Disclose at the submission stage any restrictions on the availability of materials or information. Read the information about [Supplementary Materials](#) and Data Deposit for additional guidelines.
- **Preregistration:** Where authors have preregistered studies or analysis plans, links to the preregistration must be provided in the manuscript.
- **Guidelines and standards:** MDPI follows standards and guidelines for certain types of research. See https://www.mdpi.com/editorial_process for further information.

[\[Return to top\]](#)

Front Matter

These sections should appear in all manuscript types

- **Title:** The title of your manuscript should be concise, specific and relevant. It should identify if the study reports (human or animal) trial data, or is a systematic review, meta-analysis or replication study. When gene or protein names are included, the abbreviated name rather than full name should be used. Please do not include abbreviated or short forms of the title, such as a running title or head. These will be removed by our Editorial Office.
- **Author List and Affiliations:** Authors' full first and last names must be provided. The initials of any middle names can be added. The PubMed/MEDLINE standard format is used for affiliations: complete address information including city, zip code, state/province, and country. At least one author should be designated as corresponding author, and his or her email address and other details should be included at the end of the affiliation section. Please read the [criteria to qualify for authorship](#).

- **Abstract:** The abstract should be a total of about 200 words maximum. The abstract should be a single paragraph and should follow the style of structured abstracts, but without headings: 1) Background: Place the question addressed in a broad context and highlight the purpose of the study; 2) Methods: Describe briefly the main methods or treatments applied. Include any relevant preregistration numbers, and species and strains of any animals used. 3) Results: Summarize the article's main findings; and 4) Conclusion: Indicate the main conclusions or interpretations. The abstract should be an objective representation of the article: it must not contain results which are not presented and substantiated in the main text and should not exaggerate the main conclusions.
- **Keywords:** Three to ten pertinent keywords need to be added after the abstract. We recommend that the keywords are specific to the article, yet reasonably common within the subject discipline.

Research Manuscript Sections

- **Introduction:** The introduction should briefly place the study in a broad context and highlight why it is important. It should define the purpose of the work and its significance, including specific hypotheses being tested. The current state of the research field should be reviewed carefully and key publications cited. Please highlight controversial and diverging hypotheses when necessary. Finally, briefly mention the main aim of the work and highlight the main conclusions. Keep the introduction comprehensible to scientists working outside the topic of the paper.
- **Materials and Methods:** They should be described with sufficient detail to allow others to replicate and build on published results. New methods and protocols should be described in detail while well-established methods can be briefly described and appropriately cited. Give the name and version of any software used and make clear whether computer code used is available. Include any pre-registration codes.
- **Results:** Provide a concise and precise description of the experimental results, their interpretation as well as the experimental conclusions that can be drawn.
- **Discussion:** Authors should discuss the results and how they can be interpreted in perspective of previous studies and of the working hypotheses. The findings and their implications should be discussed in the broadest context possible and limitations of the work highlighted. Future research directions may also be mentioned. This section may be combined with Results.
- **Conclusions:** This section is mandatory.
- **Patents:** This section is not mandatory but may be added if there are patents resulting from the work reported in this manuscript.

[\[Return to top\]](#)

Back Matter

- **Supplementary Materials:** Describe any supplementary material published online alongside the manuscript (figure, tables, video, spreadsheets, etc.). Please indicate the name and title of each element as follows Figure S1: title, Table S1: title, etc.
- **Funding:** All sources of funding of the study should be disclosed. Clearly indicate grants that you have received in support of your research work and if you received funds to cover publication costs. Note that some funders will not refund article processing charges (APC) if the funder and grant number are not clearly and correctly identified in the paper. Funding information can be entered separately into the submission system by the authors during submission of their manuscript. Such funding information, if available, will be deposited to FundRef if the manuscript is finally published.
Please add: "This research received no external funding" or "This research was funded by [name of funder] grant number [xxx]" and "The APC was funded by [XXX]" in this section. Check carefully that the details given are accurate and use the standard spelling of funding agency names at <https://search.crossref.org/funding>, any errors may affect your future funding.
- **Acknowledgments:** In this section you can acknowledge any support given which is not covered by the author contribution or funding sections. This may include administrative and technical support, or donations in kind (e.g., materials used for experiments).
- **Author Contributions:** Each author is expected to have made substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data; or the

creation of new software used in the work; or have drafted the work or substantively revised it; AND has approved the submitted version (and version substantially edited by journal staff that involves the author's contribution to the study); AND agrees to be personally accountable for the author's own contributions and for ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work, even ones in which the author was not personally involved, are appropriately investigated, resolved, and documented in the literature.

For research articles with several authors, a short paragraph specifying their individual contributions must be provided. The following statements should be used "Conceptualization, X.X. and Y.Y.; Methodology, X.X.; Software, X.X.; Validation, X.X., Y.Y. and Z.Z.; Formal Analysis, X.X.; Investigation, X.X.; Resources, X.X.; Data Curation, X.X.; Writing – Original Draft Preparation, X.X.; Writing – Review e Editing, X.X.; Visualization, X.X.; Supervision, X.X.; Project Administration, X.X.; Funding Acquisition, Y.Y.", please turn to the [CRediT taxonomy](#) for the term explanation. For more background on CRediT, see [here](#). **"Authorship must include and be limited to those who have contributed substantially to the work. Please read the section concerning the [criteria to qualify for authorship](#) carefully".**

- **Institutional Review Board Statement:** In this section, please add the Institutional Review Board Statement and approval number for studies involving humans or animals. Please note that the Editorial Office might ask you for further information. Please add "The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board (or Ethics Committee) of NAME OF INSTITUTE (protocol code XXX and date of approval)." OR "Ethical review and approval were waived for this study, due to REASON (please provide a detailed justification)." OR "Not applicable" for studies not involving humans or animals. You might also choose to exclude this statement if the study did not involve humans or animals.
- **Informed Consent Statement:** Any research article describing a study involving humans should contain this statement. Please add "Informed consent was obtained from all subjects involved in the study." OR "Patient consent was waived due to REASON (please provide a detailed justification)." OR "Not applicable" for studies not involving humans. You might also choose to exclude this statement if the study did not involve humans. Written informed consent for publication must be obtained from participating patients who can be identified (including by the patients themselves). Please state "Written informed consent has been obtained from the patient(s) to publish this paper" if applicable.
- **Data Availability Statement:** In this section, please provide details regarding where data supporting reported results can be found, including links to publicly archived datasets analyzed or generated during the study. Please refer to suggested Data Availability Statements in section "[MDPI Research Data Policies](#)". You might choose to exclude this statement if the study did not report any data.
- **Conflicts of Interest:** Authors must identify and declare any personal circumstances or interest that may be perceived as influencing the representation or interpretation of reported research results. If there is no conflict of interest, please state "The authors declare no conflict of interest." Any role of the funding sponsors in the choice of research project; design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results must be declared in this section. Any projects funded by industry must pay special attention to the full declaration of funder involvement. If there is no role, please state "The sponsors had no role in the design, execution, interpretation, or writing of the study". For more details please see [Conflict of Interest](#).
- **References:** References must be numbered in order of appearance in the text (including table captions and figure legends) and listed individually at the end of the manuscript. We recommend preparing the references with a bibliography software package, such as [EndNote](#), [ReferenceManager](#) or [Zotero](#) to avoid typing mistakes and duplicated references. We encourage citations to data, computer code and other citable research material. If available online, you may use reference style 9. below.
- Citations and References in Supplementary files are permitted provided that they also appear in the main text and in the reference list.

In the text, reference numbers should be placed in square brackets [], and placed before the punctuation; for example [1], [1–3] or [1,3]. For embedded citations in the text with pagination, use both parentheses and brackets to indicate the reference number and page numbers; for example [5] (p. 10). or [6] (pp. 101–105).

The reference list should include the full title, as recommended by the ACS style guide. Style files for [Endnote](#) and [Zotero](#) are available.

References should be described as follows, depending on the type of work:

- Journal Articles:
 1. Author 1, A.B.; Author 2, C.D. Title of the article. *Abbreviated Journal Name* **Year**, *Volume*, page range.
 - Books and Book Chapters:
 2. Author 1, A.; Author 2, B. *Book Title*, 3rd ed.; Publisher: Publisher Location, Country, Year; pp. 154–196.
 3. Author 1, A.; Author 2, B. Title of the chapter. In *Book Title*, 2nd ed.; Editor 1, A., Editor 2, B., Eds.; Publisher: Publisher Location, Country, Year; Volume 3, pp. 154–196.
 - Unpublished materials intended for publication:
 4. Author 1, A.B.; Author 2, C. Title of Unpublished Work (optional). Correspondence Affiliation, City, State, Country. year, *status (manuscript in preparation; to be submitted)*.
 5. Author 1, A.B.; Author 2, C. Title of Unpublished Work. *Abbreviated Journal Name* year, *phrase indicating stage of publication (submitted; accepted; in press)*.
 - Unpublished materials not intended for publication:
 6. Author 1, A.B. (Affiliation, City, State, Country); Author 2, C. (Affiliation, City, State, Country). Phase describing the material, year. (phase: Personal communication; Private communication; Unpublished work; etc.)
 - Conference Proceedings:
 7. Author 1, A.B.; Author 2, C.D.; Author 3, E.F. Title of Presentation. In *Title of the Collected Work* (if available), Proceedings of the Name of the Conference, Location of Conference, Country, Date of Conference; Editor 1, Editor 2, Eds. (if available); Publisher: City, Country, Year (if available); Abstract Number (optional), Pagination (optional).
 - Thesis:
 8. Author 1, A.B. Title of Thesis. Level of Thesis, Degree-Granting University, Location of University, Date of Completion.
 - Websites:
 9. Title of Site. Available online: URL (accessed on Day Month Year).
Unlike published works, websites may change over time or disappear, so we encourage you create an archive of the cited website using a service such as [WebCite](#). Archived websites should be cited using the link provided as follows:
 10. Title of Site. URL (archived on Day Month Year).
See the [Reference List and Citations Guide](#) for more detailed information.
- [\[Return to top\]](#)

Preparing Figures, Schemes and Tables

- File for Figures and Schemes must be provided during submission in a single zip archive and at a sufficiently high resolution (minimum 1000 pixels width/height, or a resolution of 300 dpi or higher). Common formats are accepted, however, TIFF, JPEG, EPS and PDF are preferred.
- *IJERPH* can publish multimedia files in articles or as supplementary materials. Please contact the editorial office for further information.
- All Figures, Schemes and Tables should be inserted into the main text close to their first citation and must be numbered following their number of appearance (Figure 1, Scheme I, Figure 2, Scheme II, Table 1, *etc.*).
- All Figures, Schemes and Tables should have a short explanatory title and caption.

- All table columns should have an explanatory heading. To facilitate the copy-editing of larger tables, smaller fonts may be used, but no less than 8 pt. in size. Authors should use the Table option of Microsoft Word to create tables.
- Authors are encouraged to prepare figures and schemes in color (RGB at 8-bit per channel). There is no additional cost for publishing full color graphics.

[\[Return to top\]](#)

Supplementary Materials, Data Deposit and Software Source Code

MDPI Research Data Policies

MDPI is committed to supporting open scientific exchange and enabling our authors to achieve best practices in sharing and archiving research data. We encourage all authors of articles published in MDPI journals to share their research data. Individual journal guidelines can be found at the journal 'Instructions for Authors' page. Data sharing policies concern the minimal dataset that supports the central findings of a published study. Generated data should be publicly available and cited in accordance with journal guidelines.

MDPI data policies are informed by [TOP Guidelines](#) and [FAIR Principles](#).

Where ethical, legal or privacy issues are present, data should not be shared. The authors should make any limitations clear in the Data Availability Statement upon submission. Authors should ensure that data shared are in accordance with consent provided by participants on the use of confidential data.

Data Availability Statements provide details regarding where data supporting reported results can be found, including links to publicly archived datasets analyzed or generated during the study.

Below are suggested Data Availability Statements:

- Data available in a publicly accessible repository
The data presented in this study are openly available in [repository name e.g., FigShare] at [[doi](#)], reference number [reference number].
- Data available in a publicly accessible repository that does not issue DOIs
Publicly available datasets were analyzed in this study. This data can be found here: [link/accession number]
- Data available on request due to restrictions eg privacy or ethical
The data presented in this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to [insert reason here]
- 3rd Party Data
Restrictions apply to the availability of these data. Data was obtained from [third party] and are available [from the authors / at URL] with the permission of [third party].
- Data sharing not applicable
No new data were created or analyzed in this study. Data sharing is not applicable to this article.
- Data is contained within the article or supplementary material
The data presented in this study are available in [insert article or supplementary material here]

Data citation:

- [dataset] Authors. Year. Dataset title; Data repository or archive; Version (if any); Persistent identifier (e.g., DOI).

Computer Code and Software

For work where novel computer code was developed, authors should release the code either by depositing in a recognized, public repository such as [GitHub](#) or uploading as supplementary information to the publication. The name, version, corporation and location information for all software used should be clearly indicated. Please include all the parameters used to run software/programs analyses.

Supplementary Material

Additional data and files can be uploaded as "Supplementary Files" during the manuscript submission process. The supplementary files will also be available to the referees as part of the peer-review process. Any file format is acceptable; however, we recommend that common, non-proprietary formats are used where possible. For more information on supplementary materials, please refer to https://www.mdpi.com/authors/layout#_bookmark83.

References in Supplementary Files

Citations and References in Supplementary files are permitted provided that they also appear in the reference list of the main text.

Unpublished Data

Restrictions on data availability should be noted during submission and in the manuscript. "Data not shown" should be avoided: authors are encouraged to publish all observations related to the submitted manuscript as Supplementary Material. "Unpublished data" intended for publication in a manuscript that is either planned, "in preparation" or "submitted" but not yet accepted, should be cited in the text and a reference should be added in the References section. "Personal Communication" should also be cited in the text and reference added in the References section. (see also the MDPI reference list and citations style guide).

Remote Hosting and Large Data Sets

Data may be deposited with specialized service providers or institutional/subject repositories, preferably those that use the DataCite mechanism. Large data sets and files greater than 60 MB must be deposited in this way. For a list of other repositories specialized in scientific and experimental data, please consult databib.org or re3data.org. The data repository name, link to the data set (URL) and accession number, doi or handle number of the data set must be provided in the paper. The journal [Data](#) also accepts submissions of data set papers.

Deposition of Sequences and Expression Data

New sequence information must be deposited to the appropriate database prior to submission of the manuscript. Accession numbers provided by the database should be included in the submitted manuscript. Manuscripts will not be published until the accession number is provided.

- *New nucleic acid sequences* must be deposited in one of the following databases: [GenBank](#), [EMBL](#), or [DDBJ](#). Sequences should be submitted to only one database.
- *New high throughput sequencing (HTS) datasets* (RNA-seq, ChIP-Seq, degradome analysis, ...) must be deposited either in the [GEO database](#) or in the NCBI's [Sequence Read Archive \(SRA\)](#).
- *New microarray data* must be deposited either in the [GEO](#) or the [ArrayExpress](#) databases. The "Minimal Information About a Microarray Experiment" (MIAME) guidelines published by the Microarray Gene Expression Data Society must be followed.
- *New protein sequences* obtained by protein sequencing must be submitted to UniProt (submission tool [SPIN](#)). Annotated protein structure and its reference sequence must be submitted to [RCSB of Protein Data Bank](#).

All sequence names and the accession numbers provided by the databases must be provided in the Materials and Methods section of the article.

Deposition of Proteomics Data

Methods used to generate the proteomics data should be described in detail and we encourage authors to adhere to the "[Minimum Information About a Proteomics Experiment](#)". All generated mass spectrometry raw data must be deposited in the appropriate public database such as [ProteomeXchange](#), [PRIDE](#) or [jPOST](#). At the time of submission, please include all relevant information in the materials and methods section, such as repository where the data was submitted and link, data set identifier, username and password needed to access the data.

[\[Return to top\]](#)

Research and Publication Ethics

Research Ethics

Research Involving Human Subjects

When reporting on research that involves human subjects, human material, human tissues, or human data, authors must declare that the investigations were carried out following the rules of the Declaration of Helsinki of 1975 (<https://www.wma.net/what-we-do/medical-ethics/declaration-of-helsinki/>), revised in 2013. According to point 23 of this declaration, an approval from the local institutional review board (IRB) or other appropriate ethics committee must be obtained before undertaking the research to confirm the study meets national and international guidelines. As a minimum, a statement including the project identification code, date of approval, and name of the ethics committee or institutional review board must be stated in Section 'Institutional Review Board Statement' of the article.

Example of an ethical statement: "All subjects gave their informed consent for inclusion before they participated in the study. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and the protocol was approved by the Ethics Committee of XXX (Project identification code)."

For non-interventional studies (e.g. surveys, questionnaires, social media research), all participants must be fully informed if the anonymity is assured, why the research is being conducted, how their data will be used and if there are any risks associated. As with all research involving humans, ethical approval from an appropriate ethics committee must be obtained prior to conducting the study. If ethical approval is not required, authors must either provide an exemption from the ethics committee or are encouraged to cite the local or national legislation that indicates ethics approval is not required for this type of study. Where a study has been granted exemption, the name of the ethics committee which provided this should be stated in Section 'Institutional Review Board Statement' with a full explanation regarding why ethical approval was not required.

A written informed consent for publication must be obtained from participating patients. Data relating to individual participants must be described in detail, but private information identifying participants need not be included unless the identifiable materials are of relevance to the research (for example, photographs of participants' faces that show a particular symptom). Patients' initials or other personal identifiers must not appear in any images. For manuscripts that include any case details, personal information, and/or images of patients, authors must obtain signed informed consent for publication from patients (or their relatives/guardians) before submitting to an MDPI journal. Patient details must be anonymized as far as possible, e.g., do not mention specific age, ethnicity, or occupation where they are not relevant to the conclusions. A [template permission form](#) is available to download. A blank version of the form used to obtain permission (without the patient names or signature) must be uploaded with your submission. Editors reserve the right to reject any submission that does not meet these requirements.

You may refer to our sample form and provide an appropriate form after consulting with your affiliated institution. For the purposes of publishing in MDPI journals, a consent, permission, or release form should include unlimited permission for publication in all formats (including print, electronic, and online), in sublicensed and reprinted versions (including translations and derived works), and in other works and products under open access license. To respect patients' and any other individual's privacy, please do not send signed forms. The journal reserves the right to ask authors to provide signed forms if necessary.

If the study reports research involving vulnerable groups, an additional check may be performed. The submitted manuscript will be scrutinized by the editorial office and upon request, documentary evidence (blank consent forms and any related discussion documents from the ethics board) must be supplied. Additionally, when studies describe groups by race, ethnicity, gender, disability, disease, etc., explanation regarding why such categorization was needed must be clearly stated in the article.

Ethical Guidelines for the Use of Animals in Research

The editors will require that the benefits potentially derived from any research causing harm to animals are significant in relation to any cost endured by animals, and that procedures followed are unlikely to cause offense to the majority of readers. Authors should particularly ensure that their research complies with the commonly-accepted '3Rs [1]':

- Replacement of animals by alternatives wherever possible,
- Reduction in number of animals used, and
- Refinement of experimental conditions and procedures to minimize the harm to animals.

Authors must include details on housing, husbandry and pain management in their manuscript.

For further guidance authors should refer to the Code of Practice for the Housing and Care of Animals Used in Scientific Procedures [2], American Association for Laboratory Animal Science [3] or European Animal Research Association [4].

If national legislation requires it, studies involving vertebrates or higher invertebrates must only be carried out after obtaining approval from the appropriate ethics committee. As a minimum, the project identification code, date of approval and name of the ethics committee or institutional review board should be stated in Section 'Institutional Review Board Statement'. Research procedures must be carried out in accordance with national and institutional regulations. Statements on animal welfare should confirm that the study complied with all relevant legislation. Clinical studies involving animals and interventions outside of routine care require ethics committee oversight as per the American Veterinary Medical Association. If the study involved client-owned animals, informed client consent must be obtained and certified in the manuscript report of the research. Owners must be fully informed if there are any risks associated with the procedures and that the research will be published. If available, a high standard of veterinary care must be provided. Authors are responsible for correctness of the statements provided in the manuscript.

If ethical approval is not required by national laws, authors must provide an exemption from the ethics committee, if one is available. Where a study has been granted exemption, the name of the ethics committee that provided this should be stated in Section 'Institutional Review Board Statement' with a full explanation on why the ethical approval was not required.

If no animal ethics committee is available to review applications, authors should be aware that the ethics of their research will be evaluated by reviewers and editors. Authors should provide a statement justifying the work from an ethical perspective, using the same utilitarian framework that is used by ethics committees. Authors may be asked to provide this even if they have received ethical approval.

MDPI endorses the ARRIVE guidelines (arriveguidelines.org/) for reporting experiments using live animals. Authors and reviewers must use the ARRIVE guidelines as a checklist, which can be found at <https://arriveguidelines.org/sites/arrive/files/documents/ARRIVE%20Compliance%20Questionnaire.pdf>. Editors reserve the right to ask for the checklist and to reject submissions that do not adhere to these guidelines, to reject submissions based on ethical or animal welfare concerns or if the procedure described does not appear to be justified by the value of the work presented.

1. NSW Department of Primary Industries and Animal Research Review Panel. Three Rs. Available online: <https://www.animaethics.org.au/three-rs>
2. Home Office. Animals (Scientific Procedures) Act 1986. Code of Practice for the Housing and Care of Animals Bred, Supplied or Used for Scientific Purposes. Available online: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/388535/CoPanimalsWeb.pdf
3. American Association for Laboratory Animal Science. The Scientific Basis for Regulation of Animal Care and Use. Available online: <https://www.aalas.org/about-aalas/position-papers/scientific-basis-for-regulation-of-animal-care-and-use>
4. European Animal Research Association. EU regulations on animal research. Available online: <https://www.eara.eu/animal-research-law>

Research Involving Cell Lines

Methods sections for submissions reporting on research with cell lines should state the origin of any cell lines. For established cell lines the provenance should be stated and references must also be given to either a published paper or to a commercial source. If previously unpublished *de novo* cell lines were used, including those gifted from another laboratory, details of institutional review board or ethics committee approval must be given, and confirmation of written informed consent must be provided if the line is of human origin.

An example of Ethical Statements:

The HCT116 cell line was obtained from XXXX. The MLH1⁺ cell line was provided by XXXXX, Ltd. The DLD-1 cell line was obtained from Dr. XXXX. The DR-GFP and SA-GFP reporter plasmids were obtained from Dr. XXX and the Rad51K133A expression vector was obtained from Dr. XXXX.

Research Involving Plants

Experimental research on plants (either cultivated or wild) including collection of plant material, must comply with institutional, national, or international guidelines. We recommend that authors comply with the [Convention on Biological Diversity](#) and the [Convention on the Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora](#).

For each submitted manuscript supporting genetic information and origin must be provided. For research manuscripts involving rare and non-model plants (other than, e.g., *Arabidopsis thaliana*, *Nicotiana benthamiana*, *Oryza sativa*, or many other typical model plants), voucher specimens must be deposited in

an accessible herbarium or museum. Vouchers may be requested for review by future investigators to verify the identity of the material used in the study (especially if taxonomic rearrangements occur in the future). They should include details of the populations sampled on the site of collection (GPS coordinates), date of collection, and document the part(s) used in the study where appropriate. For rare, threatened or endangered species this can be waived but it is necessary for the author to describe this in the cover letter.

Editors reserve the rights to reject any submission that does not meet these requirements.

An example of Ethical Statements:

Torenia fournieri plants were used in this study. White-flowered Crown White (CrW) and violet-flowered Crown Violet (CrV) cultivars selected from 'Crown Mix' (XXX Company, City, Country) were kindly provided by Dr. XXX (XXX Institute, City, Country).

Arabidopsis mutant lines (SALKxxxx, SAILxxxx,...) were kindly provided by Dr. XXX, institute, city, country).

Clinical Trials Registration

Registration

MDPI follows the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) [guidelines](#) which require and recommend registration of clinical trials in a public trials registry at or before the time of first patient enrollment as a condition of consideration for publication.

Purely observational studies do not require registration. A clinical trial not only refers to studies that take place in a hospital or involve pharmaceuticals, but also refer to all studies which involve participant randomization and group classification in the context of the intervention under assessment.

Authors are strongly encouraged to pre-register clinical trials with an international clinical trials register and cite a reference to the registration in the Methods section. Suitable databases include [clinicaltrials.gov](#), [the EU Clinical Trials Register](#) and those listed by the World Health Organisation [International Clinical Trials Registry Platform](#).

Approval to conduct a study from an independent local, regional, or national review body is not equivalent to prospective clinical trial registration. MDPI reserves the right to decline any paper without trial registration for further peer-review. However, if the study protocol has been published before the enrolment, the registration can be waived with correct citation of the published protocol.

CONSORT Statement

MDPI requires a completed CONSORT 2010 [checklist](#) and [flow diagram](#) as a condition of submission when reporting the results of a randomized trial. Templates for these can be found here or on the CONSORT website (<http://www.consort-statement.org>) which also describes several CONSORT checklist extensions for different designs and types of data beyond two group parallel trials. At minimum, your article should report the content addressed by each item of the checklist.

[\[Return to top\]](#)

Sex and Gender in Research

We encourage our authors to follow the '[Sex and Gender Equity in Research – SAGER – guidelines](#)' and to include sex and gender considerations where relevant. Authors should use the terms sex (biological attribute) and gender (shaped by social and cultural circumstances) carefully in order to avoid confusing both terms. Article titles and/or abstracts should indicate clearly what sex(es) the study applies to. Authors should also describe in the background, whether sex and/or gender differences may be expected; report how sex and/or gender were accounted for in the design of the study; provide disaggregated data by sex and/or gender, where appropriate; and discuss respective results. If a sex and/or gender analysis was not conducted, the rationale should be given in the Discussion. We suggest that our authors consult the full [guidelines](#) before submission.

[\[Return to top\]](#)

Borders and Territories

Potential disputes over borders and territories may have particular relevance for authors in describing their research or in an author or editor correspondence address, and should be respected. Content decisions

are an editorial matter and where there is a potential or perceived dispute or complaint, the editorial team will attempt to find a resolution that satisfies parties involved.

MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Publication Ethics Statement

IJERPH is a member of the Committee on Publication Ethics ([COPE](#)). We fully adhere to its [Code of Conduct](#) and to its [Best Practice Guidelines](#).

The editors of this journal enforce a rigorous peer-review process together with strict ethical policies and standards to ensure to add high quality scientific works to the field of scholarly publication. Unfortunately, cases of plagiarism, data falsification, image manipulation, inappropriate authorship credit, and the like, do arise. The editors of *IJERPH* take such publishing ethics issues very seriously and are trained to proceed in such cases with a zero tolerance policy.

Authors wishing to publish their papers in *IJERPH* must abide to the following:

- Any facts that might be perceived as a possible conflict of interest of the author(s) must be disclosed in the paper prior to submission.
- Authors should accurately present their research findings and include an objective discussion of the significance of their findings.
- Data and methods used in the research need to be presented in sufficient detail in the paper, so that other researchers can replicate the work.
- Raw data should preferably be publicly deposited by the authors before submission of their manuscript. Authors need to at least have the raw data readily available for presentation to the referees and the editors of the journal, if requested. Authors need to ensure appropriate measures are taken so that raw data is retained in full for a reasonable time after publication.
- Simultaneous submission of manuscripts to more than one journal is not tolerated.
- The journal accepts exact translations of previously published work. All submissions of translations must conform with our [policies on translations](#).
- If errors and inaccuracies are found by the authors after publication of their paper, they need to be promptly communicated to the editors of this journal so that appropriate actions can be taken. Please refer to our [policy regarding Updating Published Papers](#).
- Your manuscript should not contain any information that has already been published. If you include already published figures or images, please obtain the necessary permission from the copyright holder to publish under the CC-BY license. For further information, see the [Rights and Permissions](#) page.
- Plagiarism, data fabrication and image manipulation are not tolerated.

- **Plagiarism is not acceptable** in *IJERPH* submissions.

Plagiarism includes copying text, ideas, images, or data from another source, even from your own publications, without giving any credit to the original source.

Reuse of text that is copied from another source must be between quotes and the original source must be cited. If a study's design or the manuscript's structure or language has been inspired by previous works, these works must be explicitly cited.

All MDPI submissions are checked for plagiarism using the industry standard software iThenticate. If plagiarism is detected during the peer review process, the manuscript may be rejected. If plagiarism is detected after publication, an investigation will take place and action taken in accordance with our policies.

- **Image files must not be manipulated or adjusted in any way** that could lead to misinterpretation of the information provided by the original image.

Irregular manipulation includes: 1) introduction, enhancement, moving, or removing features from the original image; 2) grouping of images that should obviously be presented separately (e.g., from different parts of the same gel, or from different gels); or 3) modifying the contrast, brightness or color balance to obscure, eliminate or enhance some information.

If irregular image manipulation is identified and confirmed during the peer review process, we may reject the manuscript. If irregular image manipulation is identified and confirmed after publication, we may correct or retract the paper.

Our in-house editors will investigate any allegations of publication misconduct and may contact the authors' institutions or funders if necessary. If evidence of misconduct is found, appropriate action will be taken to correct or retract the publication. Authors are expected to comply with the best ethical publication practices when publishing with MDPI.

Citation Policy

Authors should ensure that where material is taken from other sources (including their own published writing) the source is clearly cited and that where appropriate permission is obtained.

Authors should not engage in excessive self-citation of their own work.

Authors should not copy references from other publications if they have not read the cited work.

Authors should not preferentially cite their own or their friends', peers', or institution's publications.

Authors should not cite advertisements or advertorial material.

In accordance with COPE guidelines, we expect that "original wording taken directly from publications by other researchers should appear in quotation marks with the appropriate citations." This condition also applies to an author's own work. COPE have produced a discussion document on [citation manipulation](#) with recommendations for best practice.

[\[Return to top\]](#)

Reviewer Suggestions

During the submission process, please suggest three potential reviewers with the appropriate expertise to review the manuscript. The editors will not necessarily approach these referees. Please provide detailed contact information (address, homepage, phone, e-mail address). The proposed referees should neither be current collaborators of the co-authors nor have published with any of the co-authors of the manuscript within the last five years. Proposed reviewers should be from different institutions to the authors. You may identify appropriate Editorial Board members of the journal as potential reviewers. You may suggest reviewers from among the authors that you frequently cite in your paper.

[\[Return to top\]](#)

English Corrections

To facilitate proper peer-reviewing of your manuscript, it is essential that it is submitted in grammatically correct English. Advice on some specific language points can be found [here](#).

If you are not a native English speaker, we recommend that you have your manuscript professionally edited before submission or read by a native English-speaking colleague. This can be carried out by MDPI's [English editing service](#). Professional editing will enable reviewers and future readers to more easily read and assess the content of submitted manuscripts. All accepted manuscripts undergo language editing, however **an additional fee will be charged** to authors if very extensive English corrections must be made by the Editorial Office: pricing is according to the service [here](#).

[\[Return to top\]](#)

Preprints and Conference Papers

IJERPH accepts submissions that have previously been made available as preprints provided that they have not undergone peer review. A preprint is a draft version of a paper made available online before submission to a journal.

MDPI operates *Preprints*, a preprint server to which submitted papers can be uploaded directly after completing journal submission. Note that *Preprints* operates independently of the journal and posting a preprint does not affect the peer review process. Check the *Preprints* [instructions for authors](#) for further information.

Expanded and high-quality conference papers can be considered as articles if they fulfill the following requirements: (1) the paper should be expanded to the size of a research article; (2) the conference paper should be cited and noted on the first page of the paper; (3) if the authors do not hold the copyright of the published conference paper, authors should seek the appropriate permission from the copyright holder; (4) authors are asked to disclose that it is conference paper in their cover letter and include a statement on what has been changed compared to the original conference paper. *IJERPH* does not publish pilot studies or studies with inadequate statistical power.

Unpublished conference papers that do not meet the above conditions are recommended to be submitted to the [Proceedings Series journals](#).

[\[Return to top\]](#)

Authorship

MDPI follows the International Committee of Medical Journal Editors ([ICMJE](#)) guidelines which state that, in order to qualify for authorship of a manuscript, the following criteria should be observed:

- Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND
- Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND
- Final approval of the version to be published; AND
- Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Those who contributed to the work but do not qualify for authorship should be listed in the acknowledgments. More detailed guidance on authorship is given by the [International Council of Medical Journal Editors \(ICMJE\)](#).

Any change to the author list should be approved by all authors including any who have been removed from the list. The corresponding author should act as a point of contact between the editor and the other authors and should keep co-authors informed and involve them in major decisions about the publication. We reserve the right to request confirmation that all authors meet the authorship conditions.

For more details about authorship please check [MDPI ethics website](#).

Reviewers Recommendation

Authors can recommend potential reviewers. Journal editors will check to make sure there are no conflicts of interest before contacting those reviewers, and will not consider those with competing interests. Reviewers are asked to declare any conflicts of interest. Authors can also enter the names of potential peer reviewers they wish to exclude from consideration in the peer review of their manuscript, during the initial submission progress. The editorial team will respect these requests so long as this does not interfere with the objective and thorough assessment of the submission.

Editorial Independence

Lack of Interference With Editorial Decisions

Editorial independence is of utmost importance and MDPI does not interfere with editorial decisions. All articles published by MDPI are peer reviewed and assessed by our independent editorial boards, and MDPI staff are not involved in decisions to accept manuscripts. When making an editorial decision, we expect the academic editor to make their decision based only upon:

- The suitability of selected reviewers;
- Adequacy of reviewer comments and author response;
- Overall scientific quality of the paper.

In all of our journals, in every aspect of operation, MDPI policies are informed by the mission to make science and research findings open and accessible as widely and rapidly as possible.

Editors and Editorial Staff as Authors

Editorial staff or editors shall not be involved in processing their own academic work. Submissions authored by editorial staff/editors will be assigned to at least two independent outside reviewers. Decisions will be made by other Editorial Board Members who do not have a conflict of interest with the author. Journal staff are not involved in the processing of their own work submitted to any MDPI journals.

Conflict of Interests

According to The International Committee of Medical Journal Editors, "Authors should avoid entering into agreements with study sponsors, both for-profit and non-profit, that interfere with authors' access to all of the study's data or that interfere with their ability to analyze and interpret the data and to prepare and publish manuscripts independently when and where they choose."

All authors must disclose all relationships or interests that could inappropriately influence or bias their work. Examples of potential conflicts of interest include but are not limited to financial interests (such as membership, employment, consultancies, stocks/shares ownership, honoraria, grants or other funding, paid expert testimonies and patent-licensing arrangements) and non-financial interests (such as personal or professional relationships, affiliations, personal beliefs).

Authors can disclose potential conflicts of interest via the online submission system during the submission process. Declarations regarding conflicts of interest can also be collected via the [MDPI disclosure form](#). The corresponding author must include a summary statement in the manuscript in a separate section "Conflicts of Interest" placed just before the reference list. The statement should reflect all the collected potential conflict of interest disclosures in the form.

See below for examples of disclosures:

Conflicts of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stocks in Company Y. Author C has been involved as a consultant and expert witness in Company Z. Author D is the inventor of patent X.

If no conflicts exist, the authors should state:

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

IJERPH will not consider manuscripts for publication that report tobacco research funded, in whole or in part, by a tobacco company or tobacco industry organization or affiliate. For non-tobacco related research funded by the tobacco industry or research funded by the e-cigarette industry and pharmaceutical industry, authors should disclose any potential conflicts of interest based on [The New International Journal of Environmental Research and Public Health \(IJERPH\) Policy Concerning Tobacco Company Funding](#).

[\[Return to top\]](#)

Editorial Procedures and Peer-Review

Initial Checks

All submitted manuscripts received by the Editorial Office will be checked by a professional in-house *Managing Editor* to determine whether they are properly prepared and whether they follow the ethical policies of the journal, including those for human and animal experimentation. Manuscripts that do not fit the journal's ethics policy or do not meet the standards of the journal will be rejected before peer-review. Manuscripts that are not properly prepared will be returned to the authors for revision and resubmission. After these checks, the *Managing Editor* will consult the journals' *Editor-in-Chief* or *Associate Editors* to determine whether the manuscript fits the scope of the journal and whether it is scientifically sound. No judgment on the potential impact of the work will be made at this stage. Reject decisions at this stage will be verified by the *Editor-in-Chief*.

Peer-Review

Once a manuscript passes the initial checks, it will be assigned to at least two independent experts for peer-review. A single-blind review is applied, where authors' identities are known to reviewers. Peer review comments are confidential and will only be disclosed with the express agreement of the reviewer.

In the case of regular submissions, in-house assistant editors will invite experts, including recommendations by an academic editor. These experts may also include *Editorial Board Members* and Guest Editors of the journal. Potential reviewers suggested by the authors may also be considered. Reviewers should not have published with any of the co-authors during the past three years and should not currently work or collaborate with any of the institutions of the co-authors of the submitted manuscript.

Optional Open Peer-Review

The journal operates optional open peer-review: *Authors are given the option for all review reports and editorial decisions to be published alongside their manuscript. In addition, reviewers can sign their review, i.e., identify themselves in the published review reports.* Authors can alter their choice for open review at any time before publication, but once the paper has been published changes will only be made at the discretion of the *Publisher* and *Editor-in-Chief*. We encourage authors to take advantage of this opportunity as proof of the rigorous process employed in publishing their research. To guarantee impartial refereeing, the names of referees will be revealed only if the referees agree to do so, and after a paper has been accepted for publication.

Editorial Decision and Revision

All the articles, reviews and communications published in MDPI journals go through the peer-review process and receive at least two reviews. The in-house editor will communicate the decision of the academic editor, which will be one of the following:

- *Accept after Minor Revisions:*
The paper is in principle accepted after revision based on the reviewer's comments. Authors are given five days for minor revisions.
- *Reconsider after Major Revisions:*
The acceptance of the manuscript would depend on the revisions. The author needs to provide a point by point response or provide a rebuttal if some of the reviewer's comments cannot be revised. A maximum of two rounds of major revision per manuscript is normally provided. Authors will be asked to resubmit the revised paper within a suitable time frame, and the revised version will be returned to the reviewer for further comments. If the required revision time is estimated to be longer than 2 months, we will recommend that authors withdraw their manuscript before resubmitting so as to avoid unnecessary time pressure and to ensure that all manuscripts are sufficiently revised.
- *Reject and Encourage Resubmission:*
If additional experiments are needed to support the conclusions, the manuscript will be rejected and the authors will be encouraged to re-submit the paper once further experiments have been conducted.
- *Reject:*
The article has serious flaws, and/or makes no original significant contribution. No offer of resubmission to the journal is provided.

All reviewer comments should be responded to in a point-by-point fashion. Where the authors disagree with a reviewer, they must provide a clear response.

Author Appeals

Authors may appeal a rejection by sending an e-mail to the Editorial Office of the journal. The appeal must provide a detailed justification, including point-by-point responses to the reviewers' and/or Editor's comments using an [appeal form](#). Appeals can only be submitted following a "reject and decline resubmission" decision and should be submitted within three months from the decision date. Failure to meet these criteria will result in the appeal not being considered further. The *Managing Editor* will forward the manuscript and related information (including the identities of the referees) to a designated *Editorial Board Member*. The Academic Editor being consulted will be asked to provide an advisory recommendation on the manuscript and may recommend acceptance, further peer-review, or uphold the original rejection decision. This decision will then be validated by the *Editor-in-Chief*. A reject decision at this stage is final and cannot be reversed.

Production and Publication

Once accepted, the manuscript will undergo professional copy-editing, English editing, proofreading by the authors, final corrections, pagination, and, publication on the www.mdpi.com website.

[\[Return to top\]](#)

Promoting Equity, Diversity and Inclusiveness Within MDPI Journals

Our Managing Editors encourage the Editors-in-Chief and Associate Editors to appoint diverse expert Editorial Boards. This is also reflective in our multi-national and inclusive workplace. We are proud to create equal opportunities without regard to gender, ethnicity, sexual orientation, age, religion, or socio-economic status. There is no place for discrimination in our workplace and editors of MDPI journals are to uphold these principles in high regard.

[\[Return to top\]](#)

Resource Identification Initiative

To improve the reproducibility of scientific research, the [Resource Identification Initiative](#) aims to provide unique persistent identifiers for key biological resources, including antibodies, cell lines, model organisms and tools.

We encourage authors to include unique identifiers - RRIDs- provided by the [Resource Identification Portal](#) in the dedicated section of the manuscript.

To help authors quickly find the correct identifiers for their materials, there is a single [website](#) where all resource types can be found and a 'cite this' button next to each resource, that contains a proper citation text that should be included in the methods section of the manuscript.