

MATHEUS DANTAS DE ARAÚJO BARRETTO

Avaliações bidimensionais ou tridimensionais da posição e do centro de rotação do côndilo da mandíbula nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática: uma revisão sistemática

São Paulo
2020

MATHEUS DANTAS DE ARAÚJO BARRETTO

Avaliações bidimensionais ou tridimensionais da posição e do centro de rotação do côndilo da mandíbula nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática: uma revisão sistemática

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas para obter o título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Zindel Deboni

São Paulo

2020

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Barretto, Matheus Dantas de Araújo.

Avaliações bidimensionais ou tridimensionais da posição e do centro de rotação do côndilo da mandíbula nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática: uma revisão sistemática / Matheus Dantas de Araújo Barretto; orientadora Maria Cristina Zindel Deboni. -- São Paulo, 2020.

71 p. : fig.; tab. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Cirurgia ortognática. 2. Articulação temporomandibular. 3. Oclusão dentária. 4. Relação central. I. Deboni, Maria Cristina Zindel. II. Título.

Barretto MDA. Avaliações bidimensionais ou tridimensionais da posição e do centro de rotação do côndilo da mandíbula nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática: uma revisão sistemática. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 27/01/2021

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria Cristina Zindel Deboni _____

Instituição: FO-USP _____ Julgamento: Aprovado _____

Prof. Dr. Fernando Melhem Elias _____

Instituição: FO-USP _____ Julgamento: Aprovado _____

Prof. Dr. Adriano Rocha Germano _____

Instituição: UFRN _____ Julgamento: Aprovado _____

Dedico essa dissertação à minha família.

À eles que abdicaram de desejos por mim; que assistiram meus rabiscos se tornarem letras, letras formarem palavras e se organizarem em textos, que, por fim, culminaram na conclusão dessa dissertação; meus amados pais Alexandre e Magda, meus exemplos de amor, persistência e honestidade. Obrigado por sonharem comigo, por priorizarem a educação e pelo zelo, mesmo à distância e em todos os momentos.

Ao meu irmão Thiago, pelo apoio e incentivo nos meus sonhos, por me ensinar sobre o novo, pela amizade que construímos e por ser inspiração.

À Artur pela paciência em minhas celebrações e lamentações, minhas reflexões e o meu falar sozinho; pela compreensão nos momentos difíceis ou de distância; por todo o cuidado e carinho.

À Maria do Carmo, Maria Florência e Raíssa, minhas avós e tia; meus exemplos de retidão, fé e dedicação. Obrigado pelos conselhos, pelo carinho infinito e por todas as orações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os pesquisadores e a todos os pensadores por construírem esse vasto mar de conhecimento, no qual eu posso navegar. O conjunto de suas obras, direta ou indiretamente, formou a mim e a todos os que me formaram. Sem o conjunto de seus esforços e contribuições, o tempo teria passado nulo. Espero poder contribuir com uma vírgula nesse imenso mar; aguardando que outras vírgulas sejam acrescentadas após a minha.

À Profa. Dra. Maria Cristina Zindel Deboni, os dois anos e meio de convivência e aprendizado inviabilizam um agradecimento sucinto, como a sessão pede, sendo um desafio para o escritor desta. Na tentativa de brevidade, agradeço primeiramente pela dedicação, zelo e servidão ao ensino público superior; pelo ensino através do exemplo; pela manutenção do espírito curioso juvenil, que a mantém atual e necessária a instituição vanguardista que faz parte; pelas orientações acadêmicas, profissionais e pessoais; pelo exemplo de pesquisadora; pelo acolhimento firme e silencioso; pela parceria, confiança e todas as oportunidades a mim concedidas nesse período.

Ao Prof. Dr. Fernando Melhem Elias pela coorientação; por ter sido o autor da provocação, por ter me cedido a semente que, cultivada por nós e professora Maria Cristina, deu origem a esta dissertação. Também pelo aprendizado clínico e profissional, propiciados pelo rigor com que exerce a profissão, além das oportunidades e convívio dos últimos cinco anos.

À Profa. Dra. Maria da Graça Naclério-Homem pelo entusiasmo com o novo e a salvaguarda com o velho; pelo aceite do meu projeto e recepção na Universidade de São Paulo; pela defesa do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilofaciais.

À Prof. Dra. Emanuela Ferraz, pela curiosidade obstinada que ampara a dos alunos, sendo uma sementeira nesse universo acadêmico; pela dedicação e seriedade no ensinar, também ensinando pelo exemplo; por ser parte da minha formação acadêmica.

A todos os docentes da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilofaciais da Faculdade de Odontologia da USP pela convivência e aprendizado vívido, do que é ser professor, ao longo do mestrado. Ainda, ao Prof. Dr. Cláudio Mendes

Panutti e Profa. Dra. Mary Caroline Macedo por suas consideráveis contribuições em minha formação científica e acadêmica.

Aos meus colegas de pós-graduação, Júlia Lúcio (minha dupla), Natália Bueno, Sahar Riman, Lilian Espinola e Camila Maciel por compartilharem a rotina, ansiedade, frustrações, alegrias e tristezas; atenuando as responsabilidades e espessando as conquistas. Obrigado pelo convívio generoso.

Aos funcionários do Departamento de Cirurgia, Prótese e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais, em nome de Sr. Édison Henrique Vicente, Sra. Aparecida Conceição de Souza e Dra. Vera Regina Pereira Pozzani pelo suporte administrativo e estrutural, garantindo o nosso cumprimento de prazos, auxiliando na realização da clínica da Pós-Graduação, permitindo a realização das pesquisas e atendimentos à população.

À Universidade de São Paulo por garantir aos seus docentes, discentes e funcionários, as estruturas, as condições e a formação que a mantém na vanguarda brasileira; por manter essa imensa instituição pública educacional que em muito contribuiu na minha formação como especialista e futuro mestre.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“A diferença entre a palavra certa e a quase certa é a diferença
entre um relâmpago e um vagalume.”

Mark Twain.

RESUMO

Barretto MDA. Avaliações bidimensionais ou tridimensionais da posição e do centro de rotação do côndilo da mandíbula nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática: uma revisão sistemática [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2020. Versão Corrigida.

Apresentamos uma revisão sistemática que buscou determinar o eixo de rotação e a posição condilar nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento virtual e tradicional de cirurgias ortognáticas por meio da síntese dos resultados de estudos de avaliações 2D ou 3D. Foi realizada uma revisão sistemática por dois investigadores independentes nas bases de dados PubMed, SCOPUS, Embase e Cochrane. Foram considerados elegíveis para a presente revisão: apenas artigos completos que incluíssem avaliação bi ou tridimensional da posição condilar da mandíbula em relação a sua fossa e seu eixo rotacional usado para o planejamento da cirurgia ortognática; qualquer tipo de avaliação em humanos ou biomodelos humanos; acesso qualitativo ou quantitativo da posição condilar da mandíbula em relação a sua fossa e a posição do eixo rotacional mandibular. Revisões críticas, relatos de caso individuais, revisões sistemáticas ou não, estudos em animais ou *in vitro*, foram excluídos. Foram recuperados inicialmente um total de 1.110 estudos. Dez artigos foram eleitos na amostra final. Seis em análise bidimensional e quatro em análise tridimensional. Realizou-se síntese dos dados obtidos em cada estudo incluído, considerando as características metodológicas da seleção dos participantes; das intervenções e métodos de avaliação; além dos principais desfechos quanto a posição e a localização do centro de rotação condilar. Verificamos não haver consenso quanto à posição condilar em relação à fossa, contudo o eixo de rotação mais relatado era pósterior inferior. Apesar disso, os estudos apresentaram grande heterogeneidade, sem padronização, com incertezas e vieses metodológicos. Isso não nos permitiu identificar superioridade de algum método, 2D ou 3D, na determinação do eixo rotacional nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento tradicional ou virtual da cirurgia ortognática. Observamos a existência de duas relações oclusais no planejamento e execução da cirurgia ortognática. A primeira é obtida pela manipulação clínica e reproduzida no transoperatório; tendo a relação côndilo-fossa como referência. A segunda, diferente dessa, é a oclusão final cirúrgica, obtida em máxima intercuspidação habitual, com o

côndilo em relação cêntrica. Também observamos a individualização condilar como critério essencial para realização de um planejamento mais acurado. Portanto, metodologias de planejamento que não permitem essa individualização, são mais imprecisas. Existe muita subjetividade e divergência na definição de relações oclusais nas especialidades odontológicas o que pode confundir as avaliações e a padronização de reporte nos estudos. Concluímos que os achados evidenciam a necessidade de estudos clínicos que utilizem delineamentos metodológicos mais acurados e transparentes para uniformizar conceitos e análises nos planejamentos virtuais em cirurgia bucomaxilofacial.

Palavras-chave: Cirurgia ortognática. Articulação temporomandibular. Oclusão dentária. Relação central.

ABSTRACT

Barretto MDA. Two- or three-dimensional evaluations of the position and center of rotation of the mandibular condyle in joint, occlusal, and orthognathic surgery planning: a systematic review [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2020. Versão Corrigida.

We present a systematic review that sought to determine the axis of rotation and the condylar position in joint, occlusal evaluations and in the virtual and traditional planning of orthognathic surgeries through the synthesis of the results of studies of 2D or 3D evaluations. The survey was conducted by two independent reviewers in PubMed, SCOPUS, Embase and Cochrane databases. Were considered eligible for this review: only complete articles that included bi or three-dimensional evaluation of the condylar position of the mandible in relation to its fossa and its rotational axis used for orthognathic surgery planning were considered eligible for this review; any type of evaluation in humans or human biomodels; qualitative or quantitative access of the condylar position of the mandible in relation to its fossa and the position of the mandibular rotational axis. While critical reviews, individual case reports, systematic reviews or not, animal or *in vitro* studies were not included. A total of 1,110 studies were retrieved initially; 10 articles were included in the review, after reviewer's analysis. Six in two-dimensional analysis and four in three-dimensional analysis. The synthesis of the data obtained in each study included was performed, considering the methodological characteristics of the selection of participants; of the interventions and evaluation methods; in addition to the main outcomes regarding the position and location of the center of condylar rotation. We found that there was no consensus regarding the condylar position in relation to the fossa, however the most reported axis of rotation is posterior inferior. Nevertheless, the studies showed great heterogeneity, without standardization, with uncertainties and methodological bias. This did not allow us to identify the superiority of any method, 2D or 3D, in the determination of the rotational axis in joint, occlusal evaluations and in the traditional or virtual planning of orthognathic surgery. We observed the existence of two occlusal relationships in the planning and execution of orthognathic surgery. The first is obtained by clinical manipulation and reproduced during surgery; having the condyle-fossa relation as a reference. The second is the final surgical occlusion, obtained at maximal intercuspal position, with the condyle in centric relation. We also

observed individualization as an essential criterion for performing a more accurate planning. Therefore, planning methodologies that do not allow this individualization are more imprecise. There is a lot of subjectivity and divergence in the definition of occlusal relations between dental specialties, which can confuse evaluations and standardization of reports in studies. We conclude that the findings show the need for clinical studies that use more accurate and transparent methodological design to standardize concepts and analyses in virtual planning in maxillofacial surgery.

Keywords: Orthognathic surgery. Temporomandibular joint. Dental occlusion. Centric relation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fotografias em norma lateral, frontal e frontal sorrindo, respectivamente. Utilizadas para avaliação clínica do paciente.....	29
Figura 2.2 – Telerradiografia de perfil.....	29
Figura 2.3 – Traçado cefalométrico em telerradiografia de perfil.....	30
Figura 2.4 – Modelos de gesso montados em articulador semiajustável.....	30
Figura 2.5 – Montagem do arco facial em paciente.....	31
Figura 2.6 – Posicionamento da aurícula do arco facial, utilizando o centro condilar do paciente como o eixo de rotação	32
Figura 5.1 – Fluxograma de busca.....	43
Figura 5.2 – Análise de risco de viés.....	47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1 – Análise dos estudos bidimensionais. Identificação do estudo, metodologia, tamanho amostral, avaliação, localização condilar e do eixo de rotação, posição côndilo-fossa, eixo de rotação, CRI e CRF.
..... 45
- Tabela 5.2 – Análise dos estudos tridimensionais. Identificação do estudo, metodologia, tamanho amostral, avaliação, localização condilar e do eixo de rotação, posição côndilo-fossa, eixo de rotação, CRI e CRF
.....46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	2 Dimensões
3D	3 Dimensões
ATM	Articulação Temporomandibular
CASS	Computer-Aided Surgical Simulation
CRF	Centro de Rotação Fixo
CRI	Centro de Rotação Instantâneo
DDF	Deformidade dentofacial
EUA	Estados Unidos da América
GTP	Glossário de Termos Protéticos
MeSH	Medical Subject Headings
MIH	Máxima intercuspidação habitual
mm	Milímetros
OC	Oclusão cêntrica
OH	Oclusão habitual
PNC	Posição natural da cabeça
PRC	Posição retruída de contato
PRISMA	Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols
PROSPERO	International prospective register of systematic reviews
PTR	Posição terminal de rotação
RC	Relação Cêntrica
RM	Ressonância Magnética
TC	Tomografia computadorizada
TCCB	Tomografia computadorizada cone-beam

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	BREVE HISTÓRICO DA CIRURGIA ORTOGNÁTICA E DE SEU PLANEJAMENTO CIRÚRGICO	25
2.1.1	Planejamento cirúrgico tradicional	27
2.1.2	Planejamento cirúrgico tridimensional	32
2.2	RELAÇÕES OCLUSAIS NO PLANEJAMENTO CIRÚRGICO.....	34
3	PROPOSIÇÃO	37
4	MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1	PERGUNTA FOCAL.....	39
4.2	ESTRATÉGIA DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS	39
4.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	40
4.4	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	40
4.5	EXTRAÇÃO DE DADOS E ACESSO AO RISCO DE VIÉS	40
4.6	MEDIDAS DE RESUMO	41
5	RESULTADOS	43
5.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ESTUDOS	44
5.2	RISCO DE VIÉS	47
5.3	MODELOS EXPERIMENTAIS.....	48
5.3.1	Modelos de gesso	48
5.3.2	Relação oclusal	48
5.3.3	Confecção do guia oclusal	48
5.3.4	Alteração articular	48
5.3.5	Deformidade dento-facial	48
5.3.6	Oclusão	49
6	DISCUSSÃO	51
7	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXO	71

1 INTRODUÇÃO

As deformidades dentofaciais (DDF) tem alta prevalência mundial, variando entre 47,2% e 86% (1-3). Dentre suas formas de tratamento, temos a cirurgia ortognática, indicada quando há desarmonias dentofaciais em relação à base óssea, sem possibilidade de correção apenas ortodôntica; promovendo a melhor articulação interdental, melhora na função mastigatória e melhor harmonia na estética facial (4,5). Por ser um procedimento complexo, o planejamento cirúrgico é essencial e se dá pela análise facial e por métodos que referem utilizar o posicionamento mandibular em relação cêntrica.

A definição de relação cêntrica (RC) é controversa e sofreu mudanças nos últimos anos (6,7,8). No Glossário dos Termos Protéticos (GTP), o termo sofreu alterações a cada edição. O mais atual considera a RC uma “relação maxilomandibular, independente do contato dentário, em que os côndilos se articulam na posição anterossuperior contra os declives posteriores das eminências articulares; nesta posição, a mandíbula fica restrita a um movimento puramente rotatório; [...] é uma posição de referência clinicamente útil e reproduzível.” (9)

Por ser o único osso móvel da área que será abordada cirurgicamente, a abordagem à mandíbula é diferente dos demais ossos. Assim, dados pré-cirúrgicos e o planejamento são coletados e executados com uma posição mandibular que permita reprodutibilidade transoperatória do planejado. Isso é obtido por meio da manipulação clínica desse osso, utilizando-se a relação côndilo-fossa como referência (10,11).

Esta posição é obtida através de manipulação na região anterior da mandíbula pelo cirurgião bucomaxilofacial, a mobilizando no sentido pósterio superior, até se perceber o primeiro contato dentário (12). Apesar de tradicionalmente essa posição mandibular ser chamada de relação cêntrica por alguns (12-17), percebemos pela descrição que ela não é compatível com a definição de RC do GTP (9). Outros autores se referem a essa posição como posição retruída de contato (PRC) (18).

Portanto, seria a relação cêntrica a posição mais anterossuperior da cabeça da mandíbula em sua fossa, conforme definido pelo GTP; e a posição de reprodução condilar para cirurgia ortognática, a posição mais pósterio superior da cabeça mandibular em sua fossa, como usado por cirurgões bucomaxilofaciais?

Além desta, a determinação do centro de rotação condilar é também incerta. Como rotacionar a cabeça da mandíbula no planejamento cirúrgico para reproduzir a

trajetória de abertura mandibular? Assim como a definição de RC, a definição do centro de rotação condilar é controversa e passou por alterações nos últimos anos (19-22).

Independente da forma de se planejar a cirurgia, tanto o planejamento tradicional (cefalometria 2D) (12-17), como a simulação cirúrgica virtual (3D) (23-26), prescindem da relação côndilo-fossa como referência. Como visto, apesar das controvérsias sobre o tema, ela é essencial para garantir reprodutibilidade e confiabilidade ao método de planejamento utilizado.

Nosso objetivo é determinar o eixo de rotação e a posição condilar nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento virtual de cirurgias ortognáticas por meio da síntese dos resultados de estudos de avaliações 2D ou 3D, através de uma revisão sistemática.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BREVE HISTÓRICO DA CIRURGIA ORTOGNÁTICA E DE SEU PLANEJAMENTO CIRÚRGICO

A cirurgia ortognática originou-se do propósito de tratar funcionalmente os pacientes que apresentavam alterações oclusais. O primeiro relato considerado como “ortognática” data de 1848 (27, 28); foi corrigida a oclusão de uma paciente do sexo feminino, que apresentava mordida aberta anterior e prognatismo mandibular, através de cirurgia unicamente mandibular. O tratamento foi realizado de forma empírica. Na época, ainda não existia tratamento ortodôntico, nem os demais exames de imagem que hoje fazem parte da avaliação do paciente com indicação para esta cirurgia.

Após o procedimento realizado por Hüllihen (27,28), inicia-se a busca e o desenvolvimento de técnicas cirúrgicas para a realização da cirurgia ortognática (29,30). Em 1903, Ottolengui sugeriu a confecção de um guia único para ser usado no pós-cirúrgico, que ficaria encaixado aos dentes, mantendo a oclusão obtida (31). O que originará futuramente o guia cirúrgico da cirurgia ortognática. Já Christensen foi um dos primeiros a usar cera para registro de mordida, em 1905 (32). Numa época em que os conhecimentos de oclusão ainda se desenvolviam, enquanto o planejamento cirúrgico permanecia limitado a busca por novas técnicas operatórias e variações das técnicas tradicionais. A cirurgia ainda era restrita a procedimentos mandibulares, tendo como desfecho a correção oclusal.

Apesar da cirurgia ortognática começar a ser praticada na metade do século XIX (27), os avanços em suas técnicas de planejamento se dão a partir do início do século XX. Em 1922, o cirurgião russo Alexander Limberg realizou o tratamento de uma paciente com mordida aberta. Ao publicar seu artigo em 1925 (33), enfatizou o uso dos padrões clássicos de proporção na análise facial, além do preparo ortodôntico para a cirurgia da mandíbula. A partir de então começamos a observar um aprimoramento das técnicas, ainda empíricas, de planejamento. O russo foi um dos primeiros a atestar para a importância da movimentação ortodôntica prévia a cirurgia, almejando obter conformidade entre os arcos dentários superior e inferior. Até então, os ortodontistas, que posteriormente virão a ter grande importância no desenvolvimento desta cirurgia, não tinham interesse em cirurgia e os cirurgiões tinham muito pouco interesse em ortodontia.

A primeira guerra mundial foi um período de grande evolução tanto para a cirurgia como para a traumatologia bucomaxilofacial, em razão dos tratamentos aos feridos da guerra. O desenvolvimento técnico-cirúrgico como consequência positiva desse momento, associado à época de ouro de Hollywood, iniciada na década de 20, leva a uma maior preocupação estética pelos pacientes. Induzindo a busca por técnicas que melhorassem a harmonia facial, além de encobrir cicatrizes. É neste período que se inicia o desenvolvimento do que hoje conhecemos como cirurgia plástica.

Em 1931, Kazanjian apresentou o tratamento de 5 casos de prognatismo mandibular, usando modelos de gesso para estudo da modificação oclusal como uma das etapas do planejamento cirúrgico (34). Dois anos após, Robert Henry Ivy, um dos cirurgiões influentes no desenvolvimento da cirurgia plástica nos Estados Unidos, publicou seu artigo associando a cirurgia ortognática com harmonia facial (35). Seguindo nesta mesma linha, Tweed e Steiner publicaram estudos nas décadas de 40 e 50 (36,37), respectivamente, sugerindo que a oclusão e a estética facial são interdependentes. Apesar do planejamento cirúrgico ainda ser empírico, utilizando-se de modelos de gesso na avaliação oclusal do paciente e análise clínica, é nesta década que se iniciam as análises de proporção, estética facial e do perfil mole da face (38,39).

Na primeira metade do século XX começam os estudos por proporções e relações faciais, movidos pela busca estética dos pacientes (40). E a partir da década

de 50, dá-se início aos estudos cefalométricos da face, buscando relações dentofaciais (37,41-43); capitaneada por ortodontistas para o tratamento ortodôntico.

Os potenciais efeitos prejudiciais de um recuo mandibular significativo, para o tecido mole da região submental-cervical, e seu manejo cirúrgico foram descritos pela primeira vez em 1956 por Hovell, na remoção de uma cunha de pele submental (44). Este relato evidenciava a progressiva preocupação estética facial associada a correção oclusal pela cirurgia ortognática.

Com o desenvolvimento do uso da análise cefalométrica e montagem em articulador de modelos de gesso para o planejamento cirúrgico, a integração ortodontia e cirurgia bucomaxilofacial se fortaleceu entre as décadas de 50 e 60 (45). A partir da década de 70, dois grandes avanços técnicos permitiram grande crescimento das possibilidades cirúrgicas da ortognática. 1. desenvolvimento de sistema de fixação maxilomandibular, que ocorreu na década de 60 (46) e 2.

publicação dos estudos microangiográficos e experiências clínicas favoráveis com osteotomia Le Fort I e reposicionamento inferior, publicados por Bell 1975 (47). Até então, a cirurgia maxilar raramente era realizada. Com estas melhorias, a possibilidade de movimentação bimaxilar tornou-se cada vez mais segura e corriqueira; em contrapartida, exigindo planejamento cirúrgico mais complexo.

No início da década de 70, Bell et al. publicaram as bases do plano de tratamento da cirurgia ortognática (48), evidenciando os grandes avanços obtidos da integração ortodontia e cirurgia bucomaxilofacial, sendo o fundamento do planejamento tradicional dessa cirurgia. Devendo ser considerados a análise e diagnóstico das três dimensões espaciais, para obtenção de resultados máximos com técnicas cirúrgicas contemporâneas.

Apesar do planejamento ser realizado de forma bidimensional, clinicamente já havia a preocupação da análise tridimensional do paciente. Como visto nessa publicação que almejava divulgar a técnica entre cirurgiões e ortodontistas, com a finalidade de se obter: proporcionalidade facial tridimensional, equilíbrio oclusal e boa estabilidade odontológica e esquelética. Para isso, eram utilizados a análise clínica do paciente, os traçados cefalométricos e cirurgia dos modelos de gesso.

2.1.1 Planejamento cirúrgico tradicional

Apesar da formatação do planejamento tradicional (2D) ainda nas décadas de 70 e 80, e de todos os avanços para a cirurgia ortognática advinda dessas melhorias, muitos pacientes ainda se queixavam da estética pós-cirúrgica, apesar da correção funcional. O que levou ao estudo de Bell de 1992 (49), em que foi observado uma estética pós-operatória muito aquém em muitos pacientes tratados cirurgicamente, mesmo alguns apresentando perfil facial satisfatório.

No ano seguinte, Arnett e Bergman (50) analisaram apenas traçados cefalométricos e demonstraram que os resultados estéticos eram insatisfatórios. Também observaram que ao utilizar diferentes análises para examinar um mesmo paciente, diferentes tipos de diagnósticos podiam ser gerados. Naquele estudo eles criaram o conceito de “chaves faciais” na análise facial, prévia a cirurgia ortognática. Afirmaram que o sucesso da cirurgia estava na análise clínica e planejamento prévio, baseando-se nos modelos das arcadas em gesso, cefalometria e análise facial. Enquanto o exame clínico e os modelos indicavam necessidade de correção oclusal,

a análise facial identificava os pontos positivos e negativos da face, necessitando de manutenção ou alteração na cirurgia.

Só em 1999 que Arnett e colaboradores conseguiram evoluir na dúvida suscitada por Bell em 1992, sobre a relação dos tecidos moles e ósseos da face no planejamento e execução da cirurgia ortognática. Criaram a análise cefalométrica dos tecidos moles (51), baseada em artigo prévio de 1993 (50). Eles revolucionaram os planejamentos ortodônticos-cirúrgicos, por revelarem a importância do perfil mole nas movimentações dentárias e esqueléticas.

Na aquisição dos exames e dados que permitem a análise e o planejamento, a oclusão do paciente era manipulada em relação cêntrica (RC), como determinada por Dawson em 1985 (52) e mantida por Bell e Arnett (48,50,51). Durante o planejamento, ambos utilizam o centro do côndilo como eixo fixo de rotação mandibular (48,50,51).

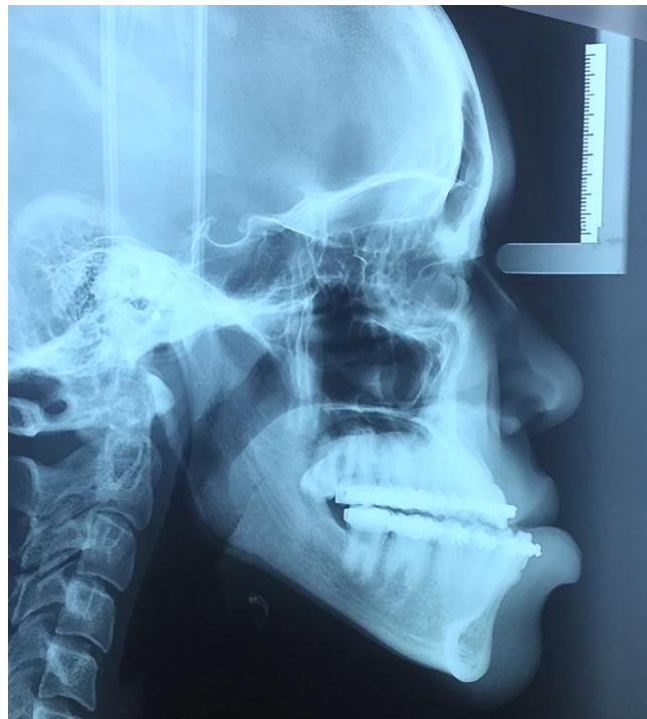
Assim, o planejamento tradicional é realizado através da análise facial (Figura 2.1) e da telerradiografia inicialmente (Figura 2.2), seguido pelo traçado cefalométrico na telerradiografia de perfil (Figura 2.3); nesta etapa eram testados os planos de tratamento. Após definido, é transferido para a cirurgia dos modelos de gesso. Nesta etapa, os modelos são montados em articulador semiajustável (Figura 2.4), de modo a serem espacialmente análogos à dentição maxilar e mandibular no crânio do paciente. Quanto mais precisamente os modelos maxilares forem montados em relação ao eixo de rotação mandibular, mais precisa será a informação sobre os movimentos horizontais e verticais dos maxilares durante a cirurgia do modelo (53,54).

Figura 2.1 – Fotografias em norma lateral, frontal e frontal sorrindo, respectivamente. Utilizadas para avaliação clínica do paciente



Fonte: o autor.

Figura 2.2 – Telerradiografia de perfil. Acervo do pesquisador



Fonte: o autor.

Figura 2.3 – Traçado cefalométrico em telerradiografia de perfil



Fonte: o autor.

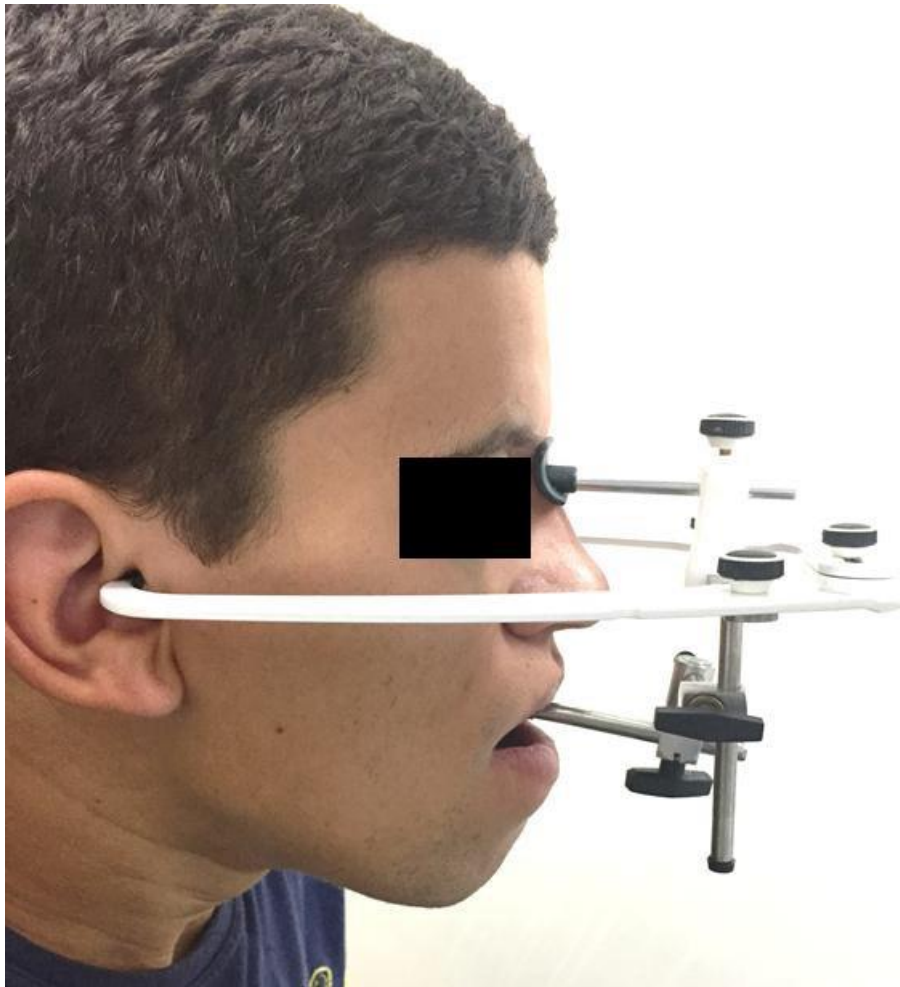
Figura 2.4 – Modelos de gesso montados em articulador semiajustável



Fonte: Imagem cedida pelo Professor Luiz Carlos Alves Júnior.
(Autorização em Anexo A).

Para realizar a transferência das coordenadas do paciente para o articulador, o arco facial é geralmente usado (53, 54) (Figura 2.5). Considera-se o centro condilar do paciente como o eixo de rotação (48,50,51,53) (Figura 2.6). No entanto, esta transferência apresenta imprecisões (54-57), assim como o traçado preditivo e a cirurgia de modelos também podem levar a inaccurácias no planejamento tradicional.

Figura 2.5 – Montagem do arco facial em paciente



Fonte: o autor.

Figura 2.6 – Posicionamento da aurícula do arco facial, utilizando o centro condilar do paciente como o eixo de rotação



Fonte: o autor.

2.1.2 Planejamento cirúrgico tridimensional

Ao longo de dois séculos ocorreu a formatação tradicional do planejamento, que permite a cirurgia obter proporcionalidade facial tridimensional, equilíbrio oclusal e boa estabilidade odontológica e esquelética. O planejamento que tradicionalmente era realizado de forma bidimensional, evoluiu com a tecnologia e atualmente permite análise e planejamento virtual de forma tridimensional (3D).

Com essa transformação no planejamento, o conceito de simulação foi introduzido. E apesar de usados como sinônimos por vezes na prática clínica, têm diferentes significados. Planejamento cirúrgico é a parte organizacional do processo e geralmente precede a simulação. Engloba desde a avaliação à coleta de todos os

dados e processos necessários para a realização da simulação. Já a simulação cirúrgica tem como propósito imitar ou assemelhar-se ao processo de operação do mundo real, utilizando para essa simulação um modelo computacional tridimensional do paciente, que corresponda ao real. Ou seja, é o estudo da cirurgia ortognática através da operação de modelos que permite a análise das melhores estratégias para sua realização.

O protocolo CASS foi o primeiro protocolo tridimensional desenvolvido (23,58-61). Consiste na realização de tomografia computadorizada (TC) do crânio, com o paciente usando um jig de mordida acoplado ao giroscópio digital. Além de escaneamento dos modelos de gesso do paciente, com o mesmo giroscópio acoplado agora aos modelos. Com todas estas imagens digitais do paciente, os modelos digitalizados são sobrepostos nas arcadas dentárias da reconstrução em 3D a partir da TC. Para isso, marcadores fiduciais são utilizados como referência para sobreposição no programa computacional. Então é criado o crânio composto: uma estrutura virtual que reproduz o crânio e estruturas dentárias do paciente. Sua orientação deve reproduzir a posição natural da cabeça (PNC), obtida pelo giroscópio digital durante a tomada da TC.

O desenvolvimento e estudos de acurácia do protocolo CASS permitiram uma maior difusão da simulação virtual 3D. Outros pesquisadores buscaram desenvolver seus próprios protocolos de simulação, almejando simplificar e adaptar a metodologia para suas realidades clínicas. Assim, surgiu o protocolo de Swennen (25,62,63). Este método estabelece um triplo escaneamento pela tomografia computadorizada de feixe cônico ou cone-beam (TCCB): 1. do paciente; 2. do paciente com guia oclusal em cera; 3. do guia oclusal em cera. A aquisição de imagem do paciente é realizada com o mesmo na PNC e marcadores fiduciais internos são usados como referência, associados ao guia oclusal.

Mais recente, foi desenvolvido o protocolo Charlotte (64,65). Também utiliza a TCCB, além de marcadores fiduciais internos, niveladores de laser de luz e marcadores radiopacos em pele.

Esses protocolos apresentaram algumas dificuldades e desvantagens inerentes aos métodos, como: necessidade de marcadores fiduciais (23,25,58-65) e giroscópio digital (23,58-61), deformação da postura labial (23,25,58-63), desconforto ao paciente (23,25,58-65), necessidade de duplo escaneamento com TCCB (62,63) e necessidade de equipe altamente treinada em TCCB (62-65), entre outros.

Apesar disso, permitiram avanços como: avaliar alterações em tecido mole que reflitam as realizadas em tecido duro; construir a melhor estratégia de abordagem a deformidade do paciente, de acordo com as habilidades do cirurgião e anatomia individual de cada paciente; usar o modelo virtual para prever interferências anatômicas advindas da manipulação cirúrgica. Os traçados preditivos permitem uma estimativa da quantidade e direção dos movimentos maxilar e mandibular.

O planejamento da cirurgia ortognática avalia a deformidade dentofacial, pelas análises clínicas e estéticas quantitativas, e planeja as movimentações ósseas para a correção morfofuncional das alterações identificadas. Portanto, o sucesso da simulação de cirurgias ortognáticas complexas é dependente de um planejamento cuidadoso e de informações diagnósticas precisas.

2.2 RELAÇÕES OCLUSAIS NO PLANEJAMENTO CIRÚRGICO

Outra questão a ser considerada nesse planejamento é a relação oclusal. Essencial tanto no planejamento como na execução da cirurgia ortognática, a relação utilizada apresenta divergências ao compararmos as definições empregadas pelos cirurgiões, ortodontistas e reabilitadores orais. Por isto, torna-se controversa.

Sobre essas divergências de nomenclatura, um estudo norte-americano avaliou nacionalmente se havia consenso entre grupos de cirurgiões bucomaxilofaciais e ortodontistas sobre a definição de RC (66). Observou-se grande consistência na definição pelos cirurgiões (78%), definindo RC como a posição em que a cabeça da mandíbula está mais pósterio superior na fossa. O estudo também ressaltou a importância de uma posição mandibular reproduzível pré e transoperatória, como também afirmado no estudo de Ellis em 1990 (67).

Como dito previamente, diferente dos demais ossos envolvidos na cirurgia ortognática, a mandíbula é o único osso móvel que será abordado. Assim, a relação cêndilo-fossa é a única referência transferível da avaliação clínica pré-operatória, para a obtenção da oclusão intermediária cirúrgica (10,11). Portanto, essencial.

Essa posição é obtida através de manipulação na região anterior mandibular pelo dentista, a mobilizando no sentido pósterio superior, até se perceber o primeiro contato dentário (12). Nomeada como relação cêntrica por Dawson (52), ela continua sendo assim nomeada por outros cirurgiões na realização da cirurgia ortognática (12-17,48,50,51).

O Glossário dos Termos Protéticos foi publicado inicialmente em 1956, com o intuito de reunir os termos e suas definições acordadas pelos especialistas em odontologia, especificamente na reabilitação oral. Atualizado a cada seis anos, as definições de RC no GTP passaram por alterações ao longo de décadas, reproduzindo o entendimento científico da comunidade odontológica em cada uma dessas alterações. Como notado na revisão de Keshvad e Winstaley (6,7,8), que evidencia as controvérsias em torno da RC nos últimos 50 anos. Apesar disso, desde 1987 a definição da relação no glossário passou da mais pósterio superior para a mais anterossuperior.

Atualmente, relação cêntrica é definida no GTP como a “relação maxilomandibular, independente de contato dentário em que os côndilos se articulam na posição anterossuperior contra as vertentes posteriores da eminência articular; nessa posição, a mandíbula está restrita a uma movimentação puramente rotacional [...]; é uma posição de referência clinicamente útil e reprodutível” (9). Enquanto máxima intercuspidação habitual (MIH) é conceituada como “intercuspidação completa dos dentes opostos independentes da posição condilar, por vezes referido como o melhor ajuste dos dentes, independentemente da posição condilar.” (9)

Observadas essas divergências na definição de RC, como também entre o observado clinicamente com o descrito na literatura, alguns cirurgiões passam a utilizar posição retruída de contato para definir a posição obtida por manipulação clínica e reproduzida cirurgicamente (18). No GTP, a PRC é assim definida: “contato de dente ou dentes ao longo trajeto de fechamento retruído; contato inicial de dente ou dentes durante o fechamento em torno de um eixo horizontal transversal.” (9)

Devido a essa dificuldade em se conceituar o termo de forma consensual, a relação oclusal utilizada na cirurgia ortognática segue ainda controversa.

3 PROPOSIÇÃO

Determinar o eixo de rotação e a posição condilar nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento virtual de cirurgias ortognáticas por meio da síntese dos resultados de estudos de avaliações 2D ou 3D.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A presente revisão metodológica foi estruturada em acordo com as orientações PRISMA (68), e registrada no PROSPERO (International prospective register of systematic reviews) sob número: CRD42020191221.

4.1 PERGUNTA FOCAL

De acordo com a estrutura PICO:

Qual a metodologia mais apropriada para determinar o eixo de rotação condilar e a posição condilar nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática: avaliações diagnósticas em 2D ou 3D?

4.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Foram criadas estratégias de busca para quatro bases de dados: PubMed, SCOPUS, Embase e Cochrane. Termos Mesh e palavras-chave foram combinados com operadores booleanos, sendo utilizados para busca nessas bases de dados. A presente revisão não apresenta restrição de idioma e a busca foi realizada até 12 de Agosto de 2020. A estratégia de busca combinou os seguintes termos Mesh: “(center of condylar rotation) AND virtual planning; (center of condylar rotation) AND orthognathic surgery; (center of condylar rotation) AND orthognathic; (center of condylar rotation) AND orthognathic virtual planning; (center of condylar rotation) AND position; (center of condylar rotation) AND simulation; (center of mandibular rotation) AND orthognathic surgery; (center of mandibular rotation) AND virtual planning; (center of mandibular rotation) AND orthognathic; (center of mandibular rotation) AND orthognathic virtual planning; (center of mandibular rotation) AND position; (center of mandibular rotation) AND simulation; (axis of mandibular rotation) AND orthognathic; (axis of mandibular rotation) AND orthognathic virtual planning; (axis of mandibular rotation) AND virtual planning; (axis of mandibular rotation) AND orthognathic surgery; (axis of mandibular rotation) AND position; (axis of mandibular rotation) AND simulation”.

Dois revisores (MDAB e MCZD) buscaram independentemente por estudos potenciais, lendo títulos e resumos. Discordâncias foram resolvidas por discussão com um terceiro revisor (FME). Os mesmos revisores avaliaram independentemente os textos completos dos estudos que pareceram atender aos critérios de inclusão, para

determinação de elegibilidade. Estudos que atenderam aos critérios de inclusão, tiveram seus dados extraídos e risco de viés avaliado. Foram registradas as razões para rejeição dos estudos.

4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Apenas artigos completos que incluíssem avaliação bi ou tridimensional da posição condilar da mandíbula em relação a sua fossa e seu eixo rotacional usado para o planejamento da cirurgia ortognática e outras, foram considerados elegíveis para a presente revisão. Qualquer tipo de avaliação em humanos ou biomodelos humanos.

Acesso qualitativo ou quantitativo da posição condilar da mandíbula em relação a sua fossa e a posição do eixo rotacional mandibular.

4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Revisões críticas, relatos de caso individuais, revisões sistemáticas ou não, estudos em animais ou *in vitro*.

4.5 EXTRAÇÃO DE DADOS E ACESSO AO RISCO DE VIÉS

Os mesmos revisores extraíram os dados dos estudos selecionados, usando fichas de extração. Foram acessadas a seguintes variáveis: (1) autor e ano; (2) país de publicação; (3) tipo de estudo; (4) sexo; (5) tamanho amostral; (6) modelos de estudo; (7) avaliação unilateral ou bilateral; (8) método de localização do côndilo mandibular e eixo de rotação; (9) posição condilar em relação à fossa; (10) eixo de rotação condilar e (11) centro de rotação fixo ou instantâneo. Os autores das publicações selecionadas foram contatados para esclarecimento dos dados ou para proverem informações ausentes, quando necessário.

O risco de viés foi avaliado independentemente pelos mesmos revisores (MDAB and MCZD), de acordo com a ferramenta de colaboração da Cochrane adaptada para avaliar o risco de viés (69) consistindo em diferentes domínios: 1. Seleção de pacientes: a seleção de pacientes pode ter introduzido viés? Avaliou presença ou ausência de alteração em ATM e usou métodos claros para os critérios de elegibilidade?; 2. Condução do teste: Houve algum tipo de cegamento dos avaliadores ou dos assessores dos desfechos? Houve alguma descrição clara do método aplicado?; 3. Interpretação dos testes: A interpretação do teste poderia ter introduzido

viés? Houve uma clara descrição do protocolo de posicionamento e do eixo de rotação?; 4. Fluxo e tempo: O fluxo de pacientes poderia ter introduzido viés? Todos os pacientes foram incluídos na análise? E 5. Outros: O trabalho foi aprovado por comitê de ética?

Viés e preocupações de aplicabilidade foram julgados da seguinte forma: (1) baixo risco de viés se todos os critérios foram considerados (randomização adequada e cegamento de alocação, resposta positiva para todas as questões referentes a completude dos dados de desfecho e cegamento, e ausência de resultados seletivos e outras fontes de viés); (2) risco incerto de viés se um ou mais critérios foram parcialmente atendidos; (3) alto risco de viés se um ou mais critérios não foram atendidos. Um terceiro autor (FME) foi consultado em casos de desacordos entre os dois avaliadores.

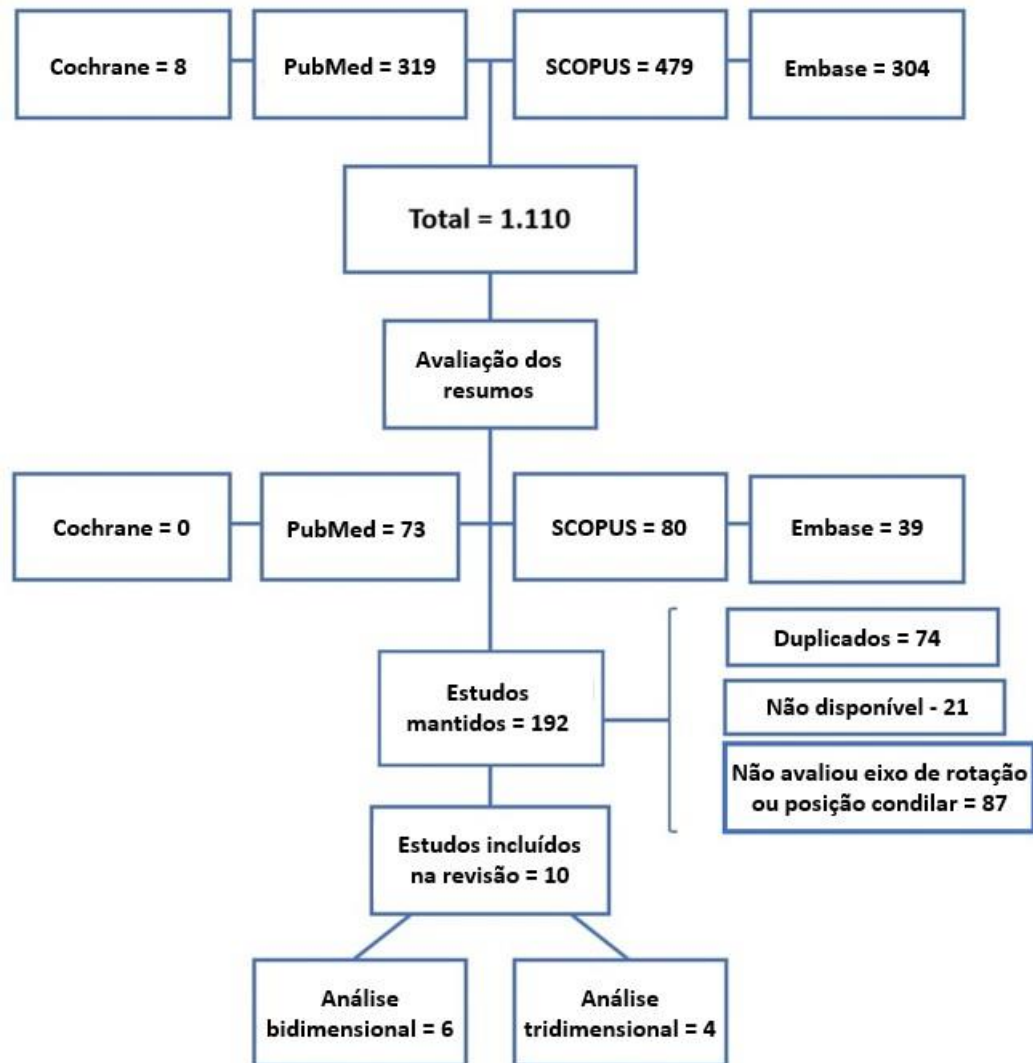
4.6 MEDIDAS DE RESUMO

Análise do risco de viés foi realizada usando Review Manager (RevMan) software, versão 5.3. Análise de correlação entre avaliadores foi avaliada (a priori) em 87% por meio do teste de correlação interclasse utilizando Programa estatístico BIOSTAT 5.3 (Fundação Mamirauá Pará – Brasil).

5 RESULTADOS

Foram selecionados um total de 1.110 estudos. Após análise do título e resumo, 918 artigos foram excluídos. Os 192 restantes foram avaliados por completo. Desses, 74 eram duplicados, 11 artigos não disponibilizaram contatos acessíveis de seus autores, 10 foram resumos de eventos, e 87 não avaliaram o eixo de rotação ou a posição condilar. Finalmente, 10 artigos foram incluídos na revisão. Seis em análise bidimensional e quatro em análise tridimensional. O fluxograma de busca (Figura 5.1) mostra o número de artigos selecionados e excluídos.

Figura 5.1 - Fluxograma de busca



Fonte: o autor.

5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ESTUDOS

Todos os estudos eram prospectivos. Os dados das características dos estudos incluídos estão apresentados nas Tabelas 5.1 e 5.2. Os estudos foram conduzidos na China (18), Japão (70), Brasil (71), Argentina (72), EUA (73,74), Suíça (75), Dinamarca (76), Alemanha (77) e Coréia do Sul (78). Programas universitários ou fundações de pesquisa financiaram 8 estudos total ou parcialmente. Dois estudos não apresentaram informações sobre o financiamento (70,72).

A maioria dos artigos buscou estudar a posição do côndilo mandibular e do eixo de rotação, independente se para o planejamento de ortognática. Entretanto, foi possível dividir os 10 estudos em duas principais metodologias: bidimensional (70-74,76) e tridimensional (18,75,76,78). As características de cada um estão detalhadas nas Tabelas 5.1 e 5.2.

Um total de 149 participantes foram avaliados nesses 10 estudos. A distribuição do sexo foi de 57 homens e 34 mulheres (70,71,73,75,77,78). Quatro estudos não informaram o sexo dos participantes (18,72,74,76).

Tabela 5.1 - Análise dos estudos bidimensionais. Identificação do estudo, metodologia, tamanho amostral, avaliação, localização condilar e do eixo de rotação, posição cômulo-fossa, eixo de rotação, CRI e CRF

Identificação do estudo	Metodologia (tamanho amostral)	Avaliação	Localização condilar e do eixo de rotação	Posição cômulo-fossa	Eixo de rotação	CRI	CRF
Torii et al., 1989 (70)	Registros oclusais de cera em 5 graus de abertura mandibular e 3 relações oclusais (PRC, OH e PTR) de modelos de gesso em articulador. (n = 5)	Unilateral	Registros de amplitude foram analisados graficamente e estatisticamente no computador.	Anteroinferior.	Anteroinferior.	Não	Sim
Learreta et al., 2013 (72)	TCCB e telerradiografia de perfil, focada em cortes sagitais unilaterais da ATM dos participantes do estudo em MIH. 2 grupos: indivíduos com alterações articulares (n = 26) e sem alterações (n = 34).	Unilateral	Um corte sagital da TCCB foi selecionado para análise, junto a telerradiografia. Foram determinados 3 pontos fixos na fossa glenóide como referências na análise cefalométrica. Equações foram utilizadas para analisar a posição condilar e mudar o eixo de rotação condilar.	Central.	Pósterio inferior (10.72±6.23°).	Não	Sim
Lindauer et al., 1995 (74)	Telerradiografia obtida em MIH em 6 graus diferentes de abertura com guias oclusais nos primeiros molares. Cada posição de abertura foi escaneada 5 vezes (n = 8)	Unilateral	Posição dos incisivos e molares foram usados como referência para localização do centro condilar. A posição do cômulo em MIH foi definida como o centro do sistema de coordenadas Cartesianas, com o eixo x paralelo ao plano de Frankfurt, para análise com Dolphin Sonic Digitizing System.	NA	Pósterio inferior.	Sim	Não
Nattestad et al., 1992 (76)	2 telerradiografias em PRC, com 2 graus de abertura mandibular. Esboços foram feitos na telerradiografia e rotacionados em 5, 10, 15, 20 ou 25°. (n = 10)	Unilateral	Foram traçadas 2 tangentes paralelas ao contorno anterior e posterior do cômulo, determinando seu cruzamento como o meio da superfície condilar superior; usado como centro radiográfico condilar. Autocad ® e Summagraphics Supergrid ® software foram usados. Centro de rotação, amplitude do movimento e erro de sobreposição foram calculados para cada participante através de equações.	NA	Pósterio inferior.	Não	Sim
Ismail et al., 1980 (75)	4 telerradiografias, 2 obtidas em RC e 2 outras em OC, todas com guia oclusal. (n = 40)	Bilateral	Foram traçadas tangentes paralelas para medir os espaços articulares superior, anterior e posterior, entre o cômulo e a fossa. Mantendo a distância entre as linhas próximo de 0.1mm.	Pósterio inferior quando em RC e central quando em OC.	NA	NA	NA
Venturelli et al., 2009 (71)	Foram utilizados RM e telerradiografia condilar. Cada exame foi realizado em MIH e com guias oclusais em RC. Também foram avaliados os modelos de gesso montados em articulador; papel gráfico foi posicionado no dispositivo condilar do articulador para registrar o eixo de rotação em RC. (n = 6)	Bilateral	As imagens foram transferidas para um computador e analisadas no AutoCAD 2000 software (Autodesk Inc., USA). Foram determinados 3 pontos na fossa glenóide para acessar a posição condilar.	Pósterio superior quando em MIH. Na telerradiografia, anterossuperior quando em RC e na RM posterior e mais superior.	Pósterio inferior.	Não	Sim

Fonte: o autor. (CRI) Centro Instantâneo de Rotação; (CFR) Centro Fixo de Rotação; (PRC) Posição Retruída de Contato; (OH) Oclusão Habitual; (PTR) Posição Terminal de Rotação; (TCCB) Tomografia computadorizada cone-beam; (ATM) Articulação Temporomandibular; (MIH) Máxima Intercuspidação Habitual; (CR) Relação Cêntrica; (CO) Oclusão Cêntrica; (RM) Ressonância Magnética; (NA) não avaliado.

Tabela 5.2 - Análise dos estudos tridimensionais. Identificação do estudo, metodologia, tamanho amostral, avaliação, localização condilar e do eixo de rotação, posição côndilo-fossa, eixo de rotação, CRI e CRF

Identificação do estudo	Metodologia (tamanho amostral)	Avaliação	Localização condilar e do eixo de rotação	Posição côndilo-fossa	Eixo de rotação	CRI	CRF
Gallo et al., 1997 (75)	Foram registrados movimentos de abertura e fechamento até MIH em um sistema optoeletrônico. Um alvo de cada lado foi posicionado na pele, o mais próximo da ATM, com o eixo paralelo ao Plano de Camper. (n = 30)	Bilateral	Dados do movimento foram filtrados em câmera lenta. Um ponto intracondilar foi estabelecido através da palpação do pólo condilar lateral, com marcação na pele desse ponto. Após sua identificação visual, essa coordenada foi alterada em 15mm na direção medial, obtendo um ponto localizado no interior do côndilo. Então foi calculada a posição do eixo finito de rotação em relação ao ponto intracondilar.	NA	Pósterio inferior ($24.3 \pm 4.2^\circ$).	Sim	Não
Sadat-Khonsari et al., 2003 (77)	Cada participante teve registrado 1 ciclo completo do seu movimento habitual de abertura e fechamento mandibular, através de um articulado eletrônico extra-oral. (n = 8)	Bilateral	Foi usado o CADIAX®, sistema eletrônico axiográfico, para registro da rotação mandibular. Cada conjunto de dados registrado incluía coordenadas sagital, vertical e transversal do lado direito e esquerdo, além do ângulo γ (representa a rotação mandibular em relação para o plano orbital do eixo articular).	NA	A média global de flutuação do eixo foi de 3.3° . O eixo é localizado próximo ao côndilo, quando em repouso. Durante abertura bucal, move-se posterior e inferiormente. Seguido por anterior, inferior e finalmente anterior e superior. Na abertura bucal máxima, localiza-se novamente próximo ao côndilo.	Não	Sim
Ahn et al., 2015 (78)	Através de simulações computacionais 3D, os movimentos de abertura e fechamento mandibular foram criados e simulados. Criando uma simulação dinâmica, que inclui ossos, músculos e ligamentos associados, por meio do ArtiSynth (ferramenta de simulação biomecânica). O movimento mandibular foi limitado, tendo como referência o contato eminência-côndilo, além dos ligamentos esqueléticos e músculos associados. (n = +1*)	Bilateral	O CRI foi registrado em cada passo durante a simulação do ciclo de abertura e fechamento, gerando um gráfico. O ponto em que a mandíbula aparenta rotacionar durante esse ciclo foi determinando e usado para localizar um único eixo de rotação na simulação.	NA	Pósterio inferior.	Sim	Não
Dai et al. 2013 (18)	Imagens de TC foram obtidas com os participantes usando guia oclusal de cera em PRC com 5mm de abertura bucal, para construção de crânio composto. (n = 5)	Bilateral	Para definir o centro geométrico de cada côndilo, 3 linhas foram traçadas a partir de 3 pontos marcados em cada contorno (contorno externo, contorno interno e intermediário).	Anterossuperior.	Central.	Não	Sim




Fonte: o autor. (CRI) Centro Instantâneo de Rotação; (CFR) Centro Fixo de Rotação; (MIH) Máxima Intercuspidação Habitual; (ATM) Articulação Temporomandibular; (3D) tridimensional; (*) estudo utilizou mais de 1 amostra, porém não especificou; (TC) Tomografia Computadorizada; (PRC) Posição Retruída de Contato; (NA) não avaliado.

5.2 RISCO DE VIÉS

A maioria dos estudos incluídos na presente revisão apresentaram uma média de alto risco de viés (18,70-74,76-78) e um apresentou risco incerto de viés (75) (Figura 5.2). Nenhum dos estudos apresentou baixo risco de viés. Predominaram artigos com escassas informações sobre seleção de pacientes (18,76,78), cegamento dos participantes e aprovação pelo comitê de ética (18,70-76).

Figura 5.2 - Análise de risco de viés

	Risco de viés				
	Seleção de pacientes	Condução do teste	Interpretação dos testes	Fluxo e tempo	Outros
Nattestad et al., 1992	-	?	+	+	-
Venturelli et al., 2009	?	?	?	+	-
Dai et al., 2013	-	?	-	+	-
Learreta et al., 2013	?	?	?	+	-
Torii et al., 1989	?	?	?	+	-
Gallo et al., 1997	+	?	?	+	+
Sadat-Khonsari et al., 2003	?	?	?	+	-
Lindauer et al., 1995	?	?	?	+	-
Ahn et al., 2015	-	?	?	+	+
Ismail et al., 1980	?	+	+	+	-

 Alto	 Incerto	 Baixo
---	--	--

Fonte: o autor.

5.3 MODELOS EXPERIMENTAIS

5.3.1 Modelos de gesso

Apenas quatro estudos usaram (18,70,71,76), mas apenas um (71) mencionou que usou o gesso tipo IV para confecção.

5.3.2 Relação oclusal

A relação oclusal foi usada em alguns estudos para guiar a posição condilar. Contato Retruído (18,70,76), Relação Cêntrica (71,73), Posição de Máxima Intercuspidação (70-72,74,75,77), Posição de Repouso (70) e um estudo não proveu nenhuma informação (78).

5.3.3 Confecção do guia oclusal

Para garantir que a relação oclusal planejada fosse mantida durante a metodologia, cinco estudos confeccionaram guias oclusais. Desses, dois foram produzidos com cera (18,70), dois com jig anterior (71,73) e um com resina acrílica (74). Os outros 5 não produziram nenhum guia oclusal (72,75-78).

5.3.4 Alteração articular

Sete estudos relataram não haver alterações articulares nos participantes, mas não citaram o método utilizado para avaliação (18,70-74,77). Três estudos realizaram avaliação clínica e/ou imaginológica para acessar a condição das articulações, incluindo apenas participantes sem alterações articulares (75,76,78).

5.3.5 Deformidade dento-facial

Sete estudos não mencionaram a presença de deformidade dentofacial (DDF) nos pacientes (70-74,76,77). Apenas dois trabalhos avaliaram e classificaram os participantes como perfil facial Classe I (75,78). Um estudo relatou que o participante apresentava DDF, mas sem estratificar (18).

5.3.6 Oclusão

Dos 10 artigos, cinco realizaram seus estudos em pacientes com oclusão Classe I de Angle, sem ausências dentárias (71,73,74,77,78). Apenas um estudo usou pacientes com Classes I, II e III de Angle, também sem ausências dentárias (75). Quatro estudos não referiram a relação oclusal dos participantes incluídos (18,70,72,76).

6 DISCUSSÃO

A forma de se planejar a cirurgia ortognática passou por grandes mudanças nas décadas recentes, e a simulação virtual permitiu maior acurácia entre o planejado e o executado. Passamos a realizar em 3D o que era planejado em 2D. Apesar dos avanços, a metodologia para rotação acurada da mandíbula durante simulação 3D é ainda controversa. Assim como é o posicionamento condilar, o qual serve como referência para execução da simulação e reprodução da cirurgia.

Essa é a primeira revisão sistemática que buscou determinar o eixo de rotação e a posição condilar nas avaliações articulares, oclusais e no planejamento virtual de cirurgias ortognáticas por meio da síntese dos resultados de estudos de avaliações 2D ou 3D. Não houve consenso sobre a posição condilar em relação à fossa, enquanto a maioria dos estudos indicam que a posição do eixo de rotação é pósterio inferior (71,72,74-76,78). Entretanto, as inúmeras falhas conceituais e metodológicas presentes em todos os estudos, associadas a fraca evidência clínica e científica, não nos permitiram concluir sobre a veracidade dos achados. Os estudos incluídos na revisão são heterogêneos, portanto, não foi possível realizar meta-análise para responder se algum método era superior a outro.

A escassez de estudos no tema nos levou a desenvolver uma estratégia de busca abrangente; por isso a extensa lista de termos de busca incluindo avaliações articulares, oclusais e no planejamento da cirurgia ortognática. Mesmo assim, poucos estudos incluídos na revisão. Talvez, por isto ainda não haja revisão sistemática sobre essa relação, até então.

Quanto à avaliação da qualidade, a análise de viés foi desenvolvida para detectar fraquezas metodológicas ou limitações que podem alterar os resultados dos estudos. Como os incluídos na presente revisão foram classificados em alto ou incerto risco de viés (Figura 5.2), esta análise deve ser interpretada com cuidado. A heterogeneidade normalmente surge de diferenças metodológicas entre estudos e pode afetar a generalização das conclusões. No entanto, todos os artigos apresentaram um bom protocolo de fluxo e intervalo de etapas. O estudo de Gallo et al. que apresentou o menor risco de viés (75).

Questões éticas, refino das técnicas para caracterização dos côndilos incluídos e padronização dos protocolos de estudos clínicos são algumas das questões a serem consideradas nas futuras pesquisas. Certamente, as diferentes interpretações da oclusão podem influenciar adversamente a busca por evidência; sendo necessário

que as pesquisas sejam mais acuradas na descrição das relações oclusais avaliadas.

Questões éticas, refino das técnicas para caracterização dos côndilos incluídos e padronização dos protocolos de estudos clínicos são algumas das questões a serem consideradas nas futuras pesquisas. Certamente, as diferentes interpretações da oclusão podem influenciar adversamente a busca por evidência; sendo necessário que as pesquisas sejam mais acuradas na descrição das relações oclusais avaliadas.

Muitos estudos foram realizados laboratorialmente, afastando-se da aplicação clínica. A posição côndilo-fossa é uma variável dependente de alguns fatores, dentre os quais a relação oclusal. As posições articulares são dependentes das relações oclusais; sendo impossível, portanto, modificar a interface oclusal da relação bimaxilar, sem alterar a posição das articulações. Entretanto, os estudos selecionados apresentaram diferentes posições condilares obtidas com relações oclusais similares.

Ainda que não tenha havido consenso da posição condilar em relação à fossa, apenas 2 estudos avaliaram diretamente essa variável (72,73). Destes, um concluiu que a cabeça mandibular está localizada pósterio inferior quando em relação cêntrica (RC) e centralmente quando em oclusão cêntrica (OC) (73). O outro (72) concluiu que o côndilo está central na fossa articular quando em máxima intercuspidação habitual (MIH).

Essas divergências endossam a controvérsia no tema, e enquanto não dominarmos nosso vocabulário odontológico, seguiremos confundido por ele. Apesar de haver consenso conceitual entre cirurgiões bucomaxilofaciais quanto a RC (66), ele é inexistente ao avaliarmos outros conceitos oclusais e de posicionamento condilar, como observado nesse estudo. Além das divergências entre cirurgiões, este dissenso é também notado nas avaliações entre demais especialidades odontológicas. Claramente irresolutas as definições apresentadas entre artigos incluídos e o GTP (9).

Relações oclusais divergentes convergindo para uma mesma relação côndilo-fossa, indicam falhas na conceitualização das relações oclusais. A área reabilitadora avançou mais nos estudos dessas relações, organizando um glossário (9) como referência dos conceitos da especialidade. Por observarmos que a ausência de unificação conceitual pelas especialidades odontológicas é uma das razões dessa controvérsia, utilizamos o GTP (9) como referência para as definições de relação oclusal; estimulando a interdisciplinaridade e estabelecendo um vocabulário odontológico uníssono e compreensível por todas as áreas da odontologia.

As divergências e imprecisões nas posições utilizadas por alguns estudos desta revisão, podem ter ocorrido devido as alterações em alguns conceitos ao longo dos anos, além da falta de conceituação unificada que explique teoricamente o observado clinicamente. Algumas pesquisas provavelmente não consideraram a definição atual da relação cêntrica (9), apresentando diferentes versões entre si (71,73). Apesar de ela ser utilizada pelo GTP desde 1987, apenas um dos estudos incluídos foi realizado antes desta data (73).

A RC foi objeto de uma extensa revisão de literatura que avaliou mais de 300 artigos e seções de livros (6). Concluindo que a definição de RC é o posicionamento condilar mais anterossuperior em sua fossa, independente da relação oclusal; assim como a definição de RC apresentada pelo GTP mais atual (9). Também conclui que a manipulação mandibular é um dos métodos mais consistentes e reprodutíveis de se registrar a RC. Contudo ainda é incerto se essa relação é a utilizada por pacientes durante a função.

Concordamos ser essencial uma relação maxilo-mandibular de aquisição simples e reprodutível pré e transoperatória, como também afirmado por Ellis (67). Assim, ao manipularmos a mandíbula no sentido pósterior superior contra a fossa, acreditamos que será essa a relação cêndilo-fossa obtida, incompatível com a definição de RC apresentada na revisão e no GTP (6,9). Tomando o glossário como referência, a manipulação clínica da mandíbula é melhor definida como PRC, a qual nos permite avaliar a relação bimaxilar sem compensações musculares. Sendo assim a ideal para a avaliação clínica e reprodução transoperatória na cirurgia ortognática.

Posição terminal de rotação (PTR) e oclusão cêntrica (OC) são sinônimos usados para RC, enquanto máxima intercuspidação habitual (MIH) e oclusão habitual (OH) são sinônimos (9). Este tipo de relação oclusal também apresentou diferenças nos estudos incluídos quanto a posição condilar; sendo observadas relações pósterior superior em relação à fossa (71), anteroinferior (70) e central (72,74,75). Apesar da posição central do cêndilo ser a mais frequente dentre os estudos com MIH, muitos não reportaram como realizaram suas análises para esse achado (74,75).

Metade dos estudos incluídos avaliaram a relação cêndilo-fossa em PRC, também sem consenso. Foram observadas relações anteroinferior (70) e anterossuperior (18). Apesar de contraditórias, algumas melhorias foram observadas na aplicação desse conhecimento no planejamento da cirurgia ortognáticas, apresentando um novo método de determinar o eixo de rotação mandibular. No

planejamento cirúrgico virtual, foi-se determinado um centro geométrico na cabeça mandibular tridimensional (18). Contudo, incertezas metodológicas associadas a um pequeno tamanho amostral, tornam esses achados frágeis.

Após essas análises e considerações sobre as relações oclusais, observamos que existem duas relações oclusais no planejamento e execução da cirurgia ortognática. Parece fazer todo o sentido, pois inicialmente busca-se a relação que é contraída clinicamente e reproduzível no transoperatório. Como dito, a manipulação clínica obtém a PRC (9), a qual é reproduzida durante a obtenção da oclusão intermediária cirúrgica, pela condução pósterio superior mandibular. Em ambas as manipulações, tem-se a relação côndilo-fossa como referência. A segunda relação ocorre durante a avaliação da oclusão final, em MIH. Nesse passo cirúrgico, o foco está na obtenção da máxima intercuspidação dentária e nas demais medidas ósseas de referência. Nesse momento, a relação côndilo-fossa então reproduz a definição de RC (9), visto que esta é uma definição da posição condilar, independente da relação oclusal; sendo essa a relação oclusal final cirúrgica. Apesar de realizada clinicamente por todos os cirurgiões, essa metodologia ainda não foi diretamente descrita, até nosso conhecimento. Essa dificuldade na conceituação do que já é realizado por todos, é um dos motivos de tantas controvérsias neste campo.

Metade dos estudos incluídos utilizaram um guia oclusal na aquisição das imagens, servindo como base para as análises (70,71,73-75). Portanto, julgamos impreciso afirmar que os estudos que não usaram guias (72,75-78) proveram resultados confiáveis da posição condilar obtida através da relação oclusal avaliada. Acreditamos que esse fator deve ser considerado principalmente em casos nos quais os participantes não possuem oclusão estável Classe I de Angle (11). Estudos com metodologias padronizadas, principalmente durante a aquisição de imagens pré-operatórias, reduziram o risco de inconsistências na qualidade do planejamento cirúrgico (58,59,60-63).

Embora quase metade dos estudos incluídos reportaram o uso de modelos de gesso em suas metodologias (18,70,71,76), apenas um (71) reportou ter usado o gesso pedra tipo IV. Isso é essencial, pois dentre os tipos de gesso, o tipo IV é o que apresenta alta resistência e baixa expansão após tomar presa (81), propriedades desejadas para avaliações clínicas ou laboratoriais que almejam a precisão (82).

A relação entre diferentes deformidades esqueléticas e a posição condilar já foi tema de estudos prévios. A maioria acredita que a posição central do côndilo em relação à fossa é a usual entre todas as classificações de Angle (93-95), mesmo

assim, outro indica que o posicionamento anterior é o correto (96). A maioria dos estudos incluídos nessa revisão não mencionaram como acessaram a presença das deformidades esqueléticas nos participantes e, quando presente, não a classificaram (70,72-74,76,77). Essa limitação deve ser considerada, visto que diferentes posições condilares poderiam ter sido encontradas. A ausência de avaliação nos impossibilita de comparar os achados dos estudos quanto a esta variável com a posição condilar. Os que avaliaram e classificaram as deformidades incluíram apenas participantes Classe I de Angle (75,78), mas não avaliaram a posição condilar.

Outro dado relevante é quanto as alterações condilares. Apesar de todos os estudos incluídos afirmarem que os pacientes incluídos não apresentavam alterações, apenas três deles realizaram avaliações imaginológicas (75,76,78). Estudos prévios já demonstraram que côndilos com corrupções apresentam padrão de abertura e fechamento bucal com maior variabilidade (89). Assim, devido a probabilidade aumentada de imprecisões, os estudos que incluíram esse tipo de alteração ou não realizaram exames imaginológicos para diagnóstico em suas amostras, deveriam ter apontado considerações em suas conclusões (18,70-74,77).

Apesar desta revisão indicar consenso dos estudos na posição do eixo de rotação, pósterio inferior (71,72,74-76,78). O eixo de rotação condilar sempre foi controverso durante a história do planejamento da cirurgia ortognática. No planejamento tradicional (2D), o centro visual do côndilo na cefalometria é geralmente eleito como o ponto de escolha para o eixo de rotação mandibular (83-86). Embora outros estudos tenham demonstrado que o centro de rotação se localiza fora do côndilo, em diferentes posições, distâncias e angulações (12,63,70,76,79,87,88), o eixo central continua a ser o método comumente mais utilizado no planejamento 2D. Atribuímos duas razões principais para a grande divergência dos achados: 1. imprecisões de mensuração dos diferentes métodos e dispositivos de captura de movimento utilizados, e 2. deformação do tecido mole onde o sensor é posicionado.

Devido à significativa heterogeneidade dos estudos, não foi possível observar nenhum padrão que indicasse evidência de superioridade de um método. Porém, dois estudos apresentaram metodologias interessantes na análise do eixo de rotação durante os movimentos de abertura e fechamento mandibular (77,78). Apesar das limitações metodológicas, ambos utilizaram tecnologias 3D associadas a programas computacionais para realizar suas apreciações. Mesmo com resultados atrativos, esses experimentos 3D mostraram mínima aplicação clínica devido a suas metodologias de difícil reprodução clínica.

Conforme as maneiras de determinação do centro de rotação condilar apresentada pelos estudos em 2D e 3D, podemos agrupá-los em duas formas: centro de rotação fixo (CRF) (18,70-72,76,77), um método simplificado e clinicamente reproduzível; e centro de rotação instantâneo (CRI) (74,75,78), que busca descrever precisamente todo o trajeto realizado pelo côndilo durante a abertura e fechamento. Acreditamos que a maioria dos estudos utilizou um CRF com o intuito de buscar uma metodologia simplificada e reproduzível.

Independente da metodologia utilizada (2D ou 3D), o centro de rotação condilar é uma medida individualizada; conquanto as cabeças mandibulares e suas respectivas fossas, no mesmo indivíduo, não são perfeitamente iguais (79). Dessa forma, imagens 3D são fundamentais para o planejamento da cirurgia ortognática, por permitirem análise individual dos côndilos. A TC consiste em incontáveis imagens 2D capturadas em diferentes eixos e posições do paciente, reproduzindo assim a realidade em imagem virtual após agrupamento pelo software. Portanto, a metodologia tridimensional permite uma melhor definição do centro; por possibilitar a visualização individual dos côndilos sem sobreposição, fato comum em imagens 2D (6,80). Cada mandíbula possui um par singular de côndilos, diferindo entre si. Isso implica em dois centros de rotação diferentes, tendo na associação de ambos o movimento final realizado pela mandíbula.

Para o planejamento da cirurgia ortognática é necessária uma curta rotação mandibular, permitindo remover a penetrabilidade dos maxilares após, possivelmente, o posicionamento da maxila. Sabe-se que a abertura e fechamento mandibular completo é composto por rotação e translação, mas no estudo clássico de Posselt observou-se que até 20mm de abertura esse movimento é basicamente rotacional (90-92). Esse grau de abertura é suficiente para a realização do planejamento cirúrgico, e nele podemos determinar um CRF. Corroborando assim com os estudos que objetivaram determinar um eixo fixo, mas com a limitação de que serve apenas para movimentos de até 20mm, pois acima disso o movimento translacional associa-se ao rotacional.

Para uso no planejamento da cirurgia ortognática, pode não ser necessária uma precisão exata do centro de rotação condilar, como aferido pelo CRI. Julgamos que uma metodologia simples permita a identificação de um ponto, individualizado para cada côndilo do paciente, e que permita planejamento reproduzível e confiável. Dessa forma, um estudo (18) utilizou o planejamento cirúrgico virtual e permitiu avanços nesse apontamento, fornecendo a descrição de um centro geométrico condilar. Apesar de resultados expressivos, o pequeno número amostral e fraco rigor metodológico, podem levantar dúvidas quanto aos avanços alcançados. Alguns passos poderiam ter sido empregados para redução do viés: cegamento dos observadores durante a coleta de

dados, verificação da reprodutibilidade metodológica e inclusão de mais de um observador calibrado, como sugestões.

Portanto, a metodologia de planejamento 2D mostra-se insuficiente e imprecisa. O traçado cefalométrico adota um mesmo ponto como sendo o centro de rotação dos dois côndilos, e o arco facial também realiza essa generalização na transferência ao articulador. Pela incapacidade de prover ao planejamento a individualização necessária à determinação do eixo de rotação condilar, julgamos obsoleto o planejamento tradicional, bem como os tridimensionais que assim o façam.

Por fim, o método preferível a ser utilizado no planejamento cirúrgico é aquele no qual o profissional tem mais habilidade e conhecimento. É importante entender as limitações que tornam o planejamento cirúrgico bidimensional insuficiente e as vantagens proporcionadas pelo planejamento tridimensional. Inovações metodológicas permitiram melhoras tecnológicas, e os profissionais devem estar preparados para este novo conhecimento. Imagens 3D são superiores as 2D (80) e modelos de gesso devem ser construídos usando gesso pedra tipo IV (81). Outra opção é o escaneamento intraoral, o qual permitiu se obter uma oclusão digital final, confiável e precisa (97). Guias oclusais são essenciais para a aquisição de imagens que reproduzam a relação oclusal alcançada pela manipulação clínica (23,98).

Apesar dos avanços permitidos pela integração de tecnologias 3D ao planejamento da cirurgia ortognática, nada adianta se os conceitos tradicionais forem exatamente replicados a essa nova forma de se planejar. Temos de adaptar os conhecimentos fundamentados até então à essa nova forma de manejo tecnológica. Sabemos que os côndilos são estruturas independentes e morfologicamente diferentes; mas se não utilizarmos as inovações da tecnologia 3D para permitir essa individualização, continuaremos planejando de forma falha e incompleta, utilizando uma tecnologia de alto custo e de grande curva de aprendizado.

O modelo ideal de planejamento cirúrgico deve reproduzir o mais fidedignamente os dados clínicos do paciente, apresentando alta acurácia, fácil manipulação e reprodutibilidade. Permitindo assim alta difusão e aceitação pelos clínicos, facilitando a comunicação interprofissional. Nessa escolha, o custo-benefício também deve ser ponderado pelos profissionais. Portanto, ainda há caminhos a serem seguidos para desenvolver um protocolo mais simplificado, que permita fácil reprodução e mantenha a acurácia dos já desenvolvidos.

7 CONCLUSÕES

Nos limites desta revisão, podemos considerar que nas avaliações articulares, de oclusão e nos planejamentos tradicional ou virtual de cirurgias ortognáticas:

1. A definição dos termos descritores da posição e do centro de rotação condilar, bem como da relação oclusal obtida por manipulação clínica, são subjetivas e desarmônicas entre as diversas áreas da odontologia.
2. Apesar da maioria dos estudos ter apontado que o eixo de rotação se localiza póstero-inferior ao côndilo, a heterogeneidade dos estudos não nos permitiu apresentar uma metodologia simples e reprodutível de se determinar o eixo rotacional.
3. Não há consenso quanto a posição condilar.

REFERÊNCIAS¹

1. Gudipani RK, Aldahmeshi RF, Patil SR, Alam MK. The prevalence of malocclusion and the need for orthodontic treatment among adolescents in the northern border region of Saudi Arabia: an epidemiological study. *BMC Oral Health*. 2018;18:16. doi: 10.1186/s12903-018-0476-8.
2. Leite PCC, Camarini ET, Filho LI, Pavan AJ, Farah GJ, Silva MB. Estudo Epidemiológico das deformidades dentofaciais de Maringá/PR. *Pesq Bras Odontopediatr Clín Integrada*. 2004;4(3):217-20.
3. Castro V, Prado CJ, Neto AIT, Zanetta-Barbosa D. Assessment of the epidemiological profile of patients with dentofacial deformities who underwent orthognathic surgery. *J Craniof Surg*. 2013 May;24(3):e271-e75. doi: 10.1097/SCS.0b013e31828f28f3.
4. Angle EH. Double resection of the lower maxilla. *Dent Cosmos*. 1898;40:635-8.
5. Blair VP. Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible. *Dent Cosmos*. 1906;48:817-20.
6. Keshvad A, Winstanley RB. An appraisal of the literature on centric relation. Part I. *J Oral Rehabil*. 2000 Oct;27(10):823-33. doi: 10.1046/j.1365-2842.2000.00653.x.
7. Keshvad A, Winstanley RB. An appraisal of the literature on centric relation. Part II. *J Oral Rehabil*. 2000 Dec;27(12):1013-23. doi: 10.1046/j.1365-2842.2000.00648.x.
8. Keshvad A, Winstanley RB. An appraisal of the literature on centric relation. Part III. *J Oral Rehabil*. 2001 Jan;28(1):55-63. doi: 10.1046/j.1365-2842.2001.00654.x.
9. The Academy of Prosthodontics. The Glossary of Prosthodontic Terms. 9th ed. *J Prosth Dent [Internet]* 2017 May [citado 20 nov. 2019];117(S5):e1-e105. Disponível em: https://www.academyofprosthodontics.org/_Library/ap_articles_download/GPT9.pdf.
10. Lucia VO. A technique for recording centric relation. *J Prosthet Dent*. 1964 May-Jun;14(3):492-505. doi: 10.1016/s0022-3913(64)80017-2.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

11. Bezzon OL, Orsi IA. An interocclusal record made of a combination of wax and acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 1994 Aug;72(3):334-6. doi: [10.1016/0022-3913\(94\)90350-6](https://doi.org/10.1016/0022-3913(94)90350-6).
12. Arnett GW, McLaughlin RP. Facial and dental planning for orthodontists and oral surgeons. 1th ed. London: Mosby; 2004.
13. Bell WH. Correction of the short-face syndrome-vertical maxillary deficiency: A preliminary report. *J Oral Surg.* 1977 Feb;35(2):110-20.
14. Bell WH, Creekmore TD, Alexander RG. Surgical correction of the long face syndrome. *Am J Orthod.* 1977 Jan;71(1):40-67. doi: 10.1016/0002-9416(77)90176-2.
15. Epker BN, Fish L. Surgical-orthodontic correction of open-bite deformity. *Am J Orthod.* 1977 Mar;71(3):278-99. doi: 10.1016/0002-9416(77)90188-9.
16. Bell WH, Proffit WR, White RP, editors. Surgical correction of dentofacial deformities. Philadelphia: Saunders; 1980. Use of an adjustable (anatomic) articulator for case prediction in segmental surgery; p. 169-77.
17. Bell WH, editor. Surgical correction of dentofacial deformities - new concepts. Philadelphia: Saunders; 1985. Cephalometric planning and model surgery; p. 217-26.
18. Dai J, Dong Y, Xin P, Hu G, Xiao C, Shen S, et al. A novel method to determine the potential rotational axis of the mandible during virtual three-dimensional orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2013 Nov;24(6):2014-7. doi: 10.1097/SCS.0b013e3182a30597.
19. Hellsing G, Hellsing E, Eliasson S. The hinge axis concept: A radiographic study of its relevance. *J Prosthet Dent.* 1995 Jan;73(10):60-4. doi: [10.1016/S0022-3913\(05\)80274-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(05)80274-4).
20. Teo CS, Wise MD. Comparison of retruded axis articular mountings with and without applied muscular force. *J Oral Rehabil.* 1981 Jul;8(4):363-76. doi: [10.1111/j.1365-2842.1981.tb00510.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1981.tb00510.x)
21. Brewka RE. Pantographic evaluation of cephalometric hinge axis. *Am J Orthod.* 1981 Jan;79(1):1-19. doi: 10.1016/0002-9416(81)90097-x.
22. McCollum BB. The mandibular hinge axis and a method of locating it. *J Prosthet Dent.* 1960 May-Jun;10(3):428-35. doi: [10.1016/0022-3913\(60\)90005-6](https://doi.org/10.1016/0022-3913(60)90005-6).

23. Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, Rosen A. A new technique for the creation of a computerized composite skull model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003 Feb;61(2):222-7. doi: 10.1053/joms.2003.50033.
24. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF, Christensen AM, Lemoine JJ, Liebschner MA, et al. Clinical feasibility of computer-aided surgical simulation (CASS) in the treatment of complex cranio-maxillofacial deformities. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Apr;65(4):728-34. doi: 10.1016/j.joms.2006.04.001.
25. Swennen GR, Schutyser F, Barth EL, De Groeve P, De Mey A. A new method of 3-D cephalometry Part I: The anatomic cartesian 3-D reference system. *J Craniofac Surg.* 2006 Mar;17(2):314-25. doi: 10.1097/00001665-200603000-00019.
26. Elias FM, Reis BAQ, Afonso FAC. *Cirurgia bucomaxilofacial – diagnóstico e tratamento.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018.
27. Hullihen SP. Case of elongation of the under-jaw and distorsion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. *Am J Dent Sci* [Internet]. 1849 Jan [citado 20 jan 2020];9(2):157-65. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6059554/pdf/amjdentosci80435-0001.pdf>.
28. Aziz SR, Simon P, Hullihen and the origin of orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004 Oct;62(10):1303-7. doi: 10.1016/j.joms.2003.08.044.
29. Whipple JW. Double resection of inferior maxilla for protruding lower jaw. *Dent Cosmos.* 1898 Ju;40(7):552-7.
30. Angle EH. Double resection of lower maxilla. *Dent Cosmos.* 1898 Ago;40(8):635-8.
31. Ottolengui RD. A friendly criticism of Dr Angle's proposed technique in surgical correction of mandibular protrusion. *Dent Cosmos.* 1903 Jun;45(6):454-7.
32. Christensen C. The problem of the bite. *Dent Cosmos.* 1905 Oct;47(10):1184-95.
33. Limberg A. Treatment of open-bite by means plastic oblique osteotomy of the ascending rami of the mandible. *Dent Cosmos.* 1925;67:1191-200.
34. Kazanjian VH. Surgical treatment of mandibular prognathism. *Int J Orthod Oral Surg Radiogr.* 1932 Nov;18(11):1224-39. doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-6963\(32\)90013-1](https://doi.org/10.1016/S0099-6963(32)90013-1).

35. Ivy RH. Surgery in relation to orthodontia and facial harmony. *Int J Orthod Dent Child.* 1933 Sep;19(9):888-98. doi: [https://doi.org/10.1016/S0097-0522\(33\)90193-8](https://doi.org/10.1016/S0097-0522(33)90193-8).
36. Tweed CH. Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure. *Am J Orthod Oral Surg.* 1944-1945;42:22-45.
37. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod.* 1953 Oct;39(10):729-55.
38. Hensel GC. The surgical correction of mandibular protraction, retraction, and fractures of the ascending rami. *Int J Orthod Oral Surg.* 1937 Aug;23(8):814-39.
39. Kazanjian VH. Surgical correction of deformities of the jaws and its relation to orthodontia. *Int J Orthod Oral Surg.* 1936 Mar;22(3):259-82.
40. Downs WB. Variations in facial relationships: Their significance in treatment and prognosis *Am J Orthod* 1948 Oct;34(10):812-40.
41. Sassouni V. A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationships. *Am J Orthod.* 1955 Oct;41(10):735-64. doi: 10.1016/0002-9416(55)90171-8.
42. Moorrees CFA, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. *Am J Phys Anthropol.* 1958 Jun;16(2):213-34. doi: [10.1002/ajpa.1330160206](https://doi.org/10.1002/ajpa.1330160206).
43. Moorrees CFA, Kean MR. Normal variation and its bearing on the use of cephalometric radiographs in orthodontic diagnosis. *Am J Orthod.* 1953 Dec;39(12):942-50. doi: [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(53\)90153-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(53)90153-5).
44. Hovell JH. The surgical construction of variations in the facial skeletal pattern. *Proc R Soc Med.* 1956;49(8):546-56. doi: <https://doi.org/10.1177/003591575604900807>.
45. Poulton DR, Taylor RC, Ware WH. Cephalometric x-ray evaluation of the vertical osteotomy correction of mandibular prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1963 Jul;16:807-20. doi: 10.1016/0030-4220(63)90319-0.
46. Luhr HG, Reidick T, Merten HA. Results of treatment of fractures of the atrophic edentulous mandible by compression plating: a retrospective evaluation of 84 consecutive cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996 Mar;54(3):250-55. doi: 10.1016/s0278-2391(96)90733-8.

47. Bell WH, Fonseca RJ, Kenneky JW, Levy BM. Bone healing and revascularization after total maxillary osteotomy. *J Oral Surg.* 1975 Apr;33(4):253-60.
48. Bell WH, Jacobs JD. Tridimensional planning for surgical/orthodontic treatment of mandibular excess. *Am J Orthod.* 1981 Sep;80(3):263–88. doi: [10.1016/0002-9416\(81\)90290-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(81)90290-6).
49. Bell WH. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery.* Pennsylvania: Saunders; 1992.
50. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993 Apr;103(4):299-312. doi: 10.1016/0889-5406(93)70010-L.
51. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley CM Jr, et al. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Sep;116(3):239-53. doi: 10.1016/s0889-5406(99)70234-9.
52. Dawson PE. Optimum TMJ condyle position in clinical practice. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1985;5(3):10-31.
53. Ellis 3rd E, Tharanon W, Gambrell K. Accuracy of face-bow transfer: effect on surgical prediction and postsurgical result. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992 Jun;50(6):562–567. doi: 10.1016/0278-2391(92)90434-2.
54. Zizelmann C, Hammer B, Gellrich N, Schwestka-Polly R, Rana M, Buche P. [An evaluation of face-bow transfer for the planning of orthognathic surgery.](#) *J Oral Maxillofacial Surg.* 2012 Aug;70(8):1944-950. doi: 10.1016/j.joms.2011.08.025.
55. Gateno J, Forrest KK, Camp B. A comparison of 3 methods of face-bow transfer recording: Implications for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001 Jun;59(6):635-41. doi: 10.1053/joms.2001.23374.
56. Wolford LM, Galiano A. A simple and accurate method for mounting models in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Jul;65(7):1406-9. doi: 10.1016/j.joms.2005.12.047.
57. Walker F, Ayoub AF, Moos KF, Barbenel J. Face bow and articulator for planning orthognathic surgery: 1 face bow. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Oct;46(7):567-72. doi: 10.1016/j.bjoms.2008.02.015.
58. Xia J, Ip HH, Samman N, Wang D, Kot CS, Yeung RW, et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000 Feb;29(1):11–17.

59. Xia J, Wang D, Samman N, Yeung RW, Tideman H. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D color facial model generation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2000 Feb;29(1):2–10.
60. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. *Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am*. 2005 Mar;13(1):25–39. doi: 10.1016/j.cxom.2004.10.004.
61. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. New clinical protocol to evaluate craniomaxillofacial deformity and plan surgical correction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Oct;67(10):2093-106. doi: 10.1016/j.joms.2009.04.057.
62. Swennen GRJ, Mollemans W, De Clercq C, Abeloos J, Lamoral P, Lippens F, et al. A cone-beam computed tomography triple scan procedure to obtain a three-dimensional augmented virtual skull model appropriate for orthognathic surgery planning. *J Craniofac Surg*. 2009 Mar;20(2):297-307. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181996803.
63. Swennen GRJ, Schutyser F, Hausamen JE. Three-dimensional cephalometry. A color atlas and manual. Berlin: Springer; 2006. 365 p.
64. Farrell BB, Franco PB, Tucker MR. Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Oral Maxillofacial Surg Clin N Am*. 2014 Nov;26(4):459–73. doi: 10.1016/j.coms.2014.08.011.
65. Bobek S, Farrell B, Choi C, Farrell B, Weimer K, Tucker M. Virtual surgical planning for orthognathic surgery using digital data transfer and an intraoral fiducial marker: The Charlotte Method. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015 Jun;73(6):1143-58. doi: 10.1016/j.joms.2014.12.008.
66. Truitt J, Strauss RA, Best A. Centric relation: a survey study to determine whether a consensus exists between oral and maxillofacial surgeons and orthodontists. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 May;67(5):1058-61. doi: 10.1016/j.joms.2008.09.025.
67. Ellis 3rd E. Accuracy of model surgery: evaluation of an old technique and introduction of a new one. *J Oral Maxillofac Surg*. 1990 Nov;48(11):1161-7. doi: 10.1016/0278-2391(90)90532-7.
68. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. 2015 Jan 1;4(1):1. doi: 10.1186/2046-4053-4-1.

69. Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman, AD et al. Cochrane Bias Methods Group; Cochrane Statistical Methods Group. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Br Med J*. 2011 Oct;343. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>.
70. Torii K. Analysis of rotation centers of various mandibular closures. *J Prosthet Dent*. 1989 Mar;61(3):285-91. doi: 10.1016/0022-3913(89)90129-7.
71. Venturelli FA, Zuim PRJ, Antenucci RMF, Garcia AR. Analysis of mandibular position using different methods of location. *Acta Odontol Latinoam*. 2009;22(3):155-62.
72. Learreta JA, Barrientos EE. Application of a cephalometric method to the temporomandibular joint in patients with or without alteration in the orientation of the mandibular condyle axis. *Cranio*. 2013 Jan;31(1):46-55. doi: 10.1179/crn.2013.007.
73. Ismail YH, Rokni A. Radiographic study of condylar position in centric relation and centric occlusion. *J Prosthet Dent*. 1980 Mar;43(3):327-30. doi: 10.1016/0022-3913(80)90411-4.
74. Lindauer SJ, Sabol G, Isaacson RJ, Davidovitch M. Condylar movement and mandibular rotation during jaw opening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 Jun;107(6):573-77. doi: 10.1016/s0889-5406(95)70099-4.
75. Gallo LM, Airoidi GB, Airoidi RL, Palla S. Description of mandibular finite helical axis pathways in asymptomatic subjects. *J Dent Res*. 1997;76(2):704-13. doi: [10.1177/00220345970760021201](https://doi.org/10.1177/00220345970760021201).
76. Nattestad A, Vedtofte P. Mandibular autorotation in orthognathic surgery: a new method of locating the center of mandibular rotation and determining its consequence in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac. Surg*. 1992 May-Jun;20(4):163-70. doi: 10.1016/s1010-5182(05)80391-9.
77. Sadat-Khonsari R, Fenske C, Kahl-Nieke B, Kirsch I, Jüde HD. The helical axis of the mandible during the opening and closing movement of the mouth. *J Orofac Orthop*. 2003 Apr;64(3):178–85. doi: [10.1007/s00056-003-0203-0](https://doi.org/10.1007/s00056-003-0203-0).
78. Ahn S, Tsou L, Sánchez CA, Fels S, Kwon H. Analyzing center of rotation during opening and closing movements of the mandible using computer simulations. *J Biomech*. 2015 Feb;48(4):666–71. doi: 10.1016/j.jbiomech.2014.12.041.
79. Villamil MB, Nedel LP, Freitas CMDs, Macq B. Simulation of the human TMJ behavior based on interdependent joints topology. *Comput Methods Programs Biomed*. 2012 Mar;105(3):217–32. doi: 10.1016/j.cmpb.2011.09.010.

80. Scarfe WC, Li Z, Aboelmaaty W, Scott SA. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. *Aust Dent J*. 2012 Mar;57(1 Suppl):46–60. doi: 10.1111/j.1834-7819.2011.01657.x.
81. American National Standards. American Dental Association Specification No. 25. Dental gypsum products. New York: American National Standards Institute; 2000:244-53.
82. Michalakis KX, Asar NV, Kapsampeli V, Magkavali-Trikka P, Pissiotis AL, Hirayama H. Delayed linear dimensional changes of five high strength gypsum products used for the fabrication of definitive casts. *J Prosthet Dent*. 2012 Sep;108(3):189-95. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60146-2.
83. Bell WH, Profitt WR, White RP. Surgical correction of dentofacial deformities. Philadelphia: Saunders; 1980.
84. Turvey TA, Hall DJ, Fish LC, Epker BN. Surgical orthodontic treatment planning for simultaneous mobilization of the maxilla and mandible in correction of dentofacial deformity. *J Oral Surg*. 1982 Nov;54(5):491-8. doi: 10.1016/0030-4220(82)90185-2.
85. Hohl TH. The use of an anatomical articulator in segmental orthognathic surgery. *Am J Orthod*. 1978 Apr;73(4):428-42. doi: 10.1016/0002-9416(78)90172-0.
86. Marko JV. Simple hinge and semi-adjustable articulators in orthognathic surgery. *Am Orthod Dentofacial Orthop*. 1986 Jul;90(1):37-44. doi: 10.1016/0889-5406(86)90025-9.
87. Grant PG. Biomechanical significance of the instantaneous center of rotation: the human temporomandibular joint. *J Biomech*. 1973 Mar;6(2):109–13. doi: [10.1016/0021-9290\(73\)90080-8](https://doi.org/10.1016/0021-9290(73)90080-8).
88. Barager FA, JW Osborn. A model relating patterns of human jaw movement to biomechanical constraints. *J. Biomech*. 1984;17(10):757-67. doi: [10.1016/0021-9290\(84\)90106-4](https://doi.org/10.1016/0021-9290(84)90106-4).
89. Harper RP, Schneiderman E. Condylar movement and centric relation in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent*. 1996 Jan;75(1):67-71. doi: 10.1016/s0022-3913(96)90420-5.
90. Posselt U. Studies in the mobility of human mandible. *Acta Scandinavica*. 1952;10(10):1-160.
91. Ishigake S, Nakamura T, Akanishi M, Maruyama T. Clinical classification of maximal opening and closing movements. *Int J Prosthodont*. 1989 Mar-Apr;2(2):148-54.

92. Lepera F. Determination of the hinge axis clutches on condyle position. *J Prosthet Dent.* 1958;8:260-5.
93. Ricketts RM. Laminography in the diagnosis of temporomandibular joint disorders. *J Am Dent Assoc.* 1953 Jun;46(6):620-48. doi: 10.14219/jada.archive.1953.0100.
94. Ronquillo HI, Guay J, Tallents RH, Katzberg R, Murphy W, Proskin H. Comparison of internal derangements with condyle-fossa relationships, horizontal and vertical overlap, and Angle Class. *J Craniomandib Disord.* 1988;2(3):137-40.
95. Gianelly A, Petra J, Boffa J. Condylar position and Class II deep bite in overjet malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989 Nov;96(5):428-32. doi: 10.1016/0889-5406(89)90328-4.
96. Cohlmia JT, Ghosh J, Sinha PK, Nanda SR, Currier GF. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. *Angle Orthod.* 1996;66(1):27-35. doi: 10.1043/0003-3219(1996)066<0027:TAOTJI>2.3.CO;2.
97. Ho C, Lin H, Lo L. Intraoral scanning and setting up the digital final occlusion in three-dimensional planning of orthognathic surgery: Its comparison with the dental model approach. *Plast Reconstr Surg.* 2019 May;143(5):1027e-36e. doi: 10.1097/PRS.0000000000005556.
98. Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, Rosen A, Hultgren B, Vadnais T. The precision of computer-generated surgical splints. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003 Jul;61(7):814-7. doi: 10.1016/s0278-2391(03)00240-4.

ANEXO A – Termo de Autorização de Uso de Imagem



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Pelo presente termo, eu, Luiz Carlos Alves Júnior, autorizo o uso das minhas fotografias de modelos de gesso montados em articulador, para o uso na dissertação de mestrado de Matheus Dantas de Araújo Barretto.

Natal, 16 de Novembro de 2020.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Luiz Carlos Alves Júnior