

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

NÍVEL: MESTRADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CTBMF

MARCELO FERNANDES SANTOS MELO

ALTERAÇÃO DA POSIÇÃO E REMODELAÇÃO DOS CÔNDILOS
MANDIBULARES APÓS CIRURGIA ORTOGNÁTICA – ESTUDO CLÍNICO
POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Porto Alegre 2014

MARCELO FERNANDES SANTOS MELO

ALTERAÇÃO DA POSIÇÃO E REMODELAÇÃO DOS CÔNDILOS
MANDIBULARES APÓS CIRURGIA ORTOGNÁTICA – ESTUDO CLÍNICO
POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Linha de Pesquisa: Crescimento, desenvolvimento e deformidades dentofaciais

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a obtenção do título de Mestre, na área de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Belle de Oliveira

Porto Alegre 2014

Dedico este trabalho:

Dedico este trabalho a Deus. Agradeço-o por me proporcionar saúde, capacitação, sustento, perseverança e permitir que eu conclua mais uma etapa importante da minha vida.

À minha família, avós, tias e tios, primos e primas, sobrinho, por estarem sempre do meu lado e me apoiando durante toda essa jornada.

Aos meus pais em especial, José Antônio da Costa Melo Júnior e Vânia Fernandes Santos, por terem me ensinado os valores da vida, o amor, o respeito, a justiça e a honestidade, fundamentos importantes para minha formação pessoal; pelo apoio incondicional à minha educação e formação profissional, pelo esforço e dedicação em suas vidas para proporcionarem a realização dos meus sonhos e objetivos.

À minha Tia Dora, por sempre estar presente nos momentos importantes da minha vida e sempre torcendo com muito carinho. Aos meus irmãos Flávio Fernandes Santos Melo, José Carlos dos Santos e Marina Teles de Menezes, por me ensinarem o significado da palavra amizade e criarem um ambiente de família saudável e feliz.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor, mestre e amigo Dr. Rogério Belle de Oliveira, por abrir as portas da PUCRS de forma solícita e pela oportunidade de me mostrar o caminho da pesquisa de forma criteriosa, ética e de qualidade, por depositar em mim a confiança durante todo o mestrado e a realização deste trabalho. Agradeço pela convivência agradável, dedicação ao ensino, disponibilidade, pelo exemplo de conduta profissional, ética e moral perante aos pacientes. Por seus conhecimentos e experiência transmitidos na área da Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, em especial na Cirurgia Ortognática, me proporcionando uma grande evolução profissional, técnica e científica. Um dos grandes responsáveis do meu enriquecimento profissional. Agradeço, em especial, pela amizade, companheirismo, respeito, orientações e conselhos.

Aos professores da pós-graduação, em especial aos professores da Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, pela amizade, pelos ensinamentos e convivência diários no ambulatório de cirurgia de suma importância para o meu aprimoramento profissional.

Aos professores da Ortodontia, em especial à Dra. Luciane Macedo de Menezes e à Dra. Susana Maria Deon Rizzato pelos conhecimentos ortodônticos transmitidos sempre correlacionados com a cirurgia, buscando o melhor tratamento para o paciente. A todos os colegas de pós-graduação da Ortodontia, em especial à Fabiane Azeredo, pela amizade e parceria entre Ortodontia e Cirurgia. Agradeço em especial, ao amigo Dr. André

Weissheimer, pelo seu conhecimento ímpar no tratamento orto-cirúrgico, por toda sua dedicação, tempo, disponibilidade e pelos ensinamentos para manusear os softwares disponíveis para dissertação, colaborando diretamente neste trabalho.

Aos colegas e amigos do Mestrado e Doutorado da Cirurgia, Neimar Scolari, Orion Luiz Hass Jr., Lucas da Silva Meirelles, pela troca de conhecimentos e experiência, discussão de casos, pelo companheirismo e parceria no preparo das cirurgias ortognáticas, atendimento aos pacientes e rotina de bloco cirúrgico. A ajuda de vocês foi fundamental para permitir a realização deste trabalho. Agradeço em especial a Otávio Emmel Becker pela amizade, simplicidade, disponibilidade, ajuda e orientação para manusear o software Dolphin Imaging, colaborando diretamente para realização desta dissertação. Obrigado! Estendo meus agradecimentos a Rafael Linard Avelar, Ricardo Conci, Patrícia Cé, Fernando Antonini, Henrique de Oliveira, Thiago Zanella, Jonathas Claus, pelo companheirismo e troca de conhecimento.

Aos colegas e amigos da especialização e residência em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, pela amizade e parceria, pela troca diária de informações e experiências, pelo esforço e busca contínua em aprender e atualizar-se na área da cirurgia.

Ao amigo Roger Lanes Silveira, que desde Belo Horizonte me ensinou e acompanhou meus passos na Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, apoiando e incentivando minha decisão para realizar o mestrado. Ao amigo Giuliano Henrique M. Luchi, pela boa receptividade em Porto Alegre. Ao amigo

Rafael Sangalli pela atenção, disponibilidade e cuidados com os materiais cirúrgicos durante as cirurgias hospitalares.

Aos professores do curso de especialização em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da PUC-MG e Hospital da Baleia, sob coordenação do Prof. Belini Freire Maia, e aos preceptores da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais – Hospitais João XXIII e Maria A. Lins).

Aos professores do curso de Odontologia da Universidade Tiradentes de Sergipe pela minha formação, em especial aos professores da cirurgia.

Aos funcionários da PUCRS, da Secretaria de Pós-Graduação em Odontologia e em especial aos funcionários da Cirurgia e Traumatologia Buc-Maxilo-Facial, pelo convívio diário, pela disponibilidade em ajudar os alunos e os pacientes, pelo carinho demonstrado e principalmente pela amizade.

Aos professores da pós-graduação “strictu sensu” da PUCRS por terem me passado os seus conhecimentos de pesquisa e por terem estimulado o meu lado crítico para a ciência.

À Profa. Dra. Ana Maria Spohr, coordenadora do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS, pela dedicação e busca contínua pela excelência e aprimoramento do programa.

Ao Ministério da Educação, por meio da CAPES e CNPq, por acreditar e investir nos alunos do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS e contribuir para a formação de novos docentes e pesquisadores.

Aos pacientes atendidos na PUCRS, pela confiança depositada na equipe e colaboração com a pesquisa, engrandecendo nossa vida pessoal e profissional.

RESUMO

OBJETIVO: O objetivo deste estudo foi avaliar tridimensionalmente os deslocamentos e alterações rotacionais dos côndilos mandibulares em pacientes com deformidades dentofaciais submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar, através de Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB) e de ferramentas e softwares de geração e superposição de modelos virtuais 3D.

MATERIAIS E MÉTODOS: O estudo retrospectivo usou TCCB pré (T0) e pós-operatórias (T1) após 6 meses de cirurgia ortognática bimaxilar de 20 pacientes com maloclusão esquelética, divididos igualmente em dois grupos (10 Classe III e 10 Classe II de Angle). Um método de superposição automático baseado na escala de cinza de cada voxel na base do crânio foi usado para registrar e renderizar os modelos virtuais 3D dos côndilos mandibulares. Os deslocamentos foram visualizados e quantificados em mapas de codificação coloridos gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de duas superfícies (representantes de tempos distintos - T0 e T1) e por sobreposição por semitransparência dos modelos virtuais 3D pré e pós cirúrgicos. As alterações foram quantificadas em 5 diferentes superfícies do côndilo e só foram registradas com valores maiores do que 1,5 mm. Para a comparação entre as duas medições realizadas (T0-T1), por se tratarem de dados pareados, foi utilizado o teste *t* student para as diferenças entre os dois grupos Classe II e Classe III. O nível de significância usado foi $p > 0,05$. Os dados demográficos para os dois grupos mostraram uma distribuição normal, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, e suas variáveis foram comparadas com o teste *t* student para amostras pareadas.

RESULTADOS: O grupo Classe III apresentou maior deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea na superfície posterior e maior deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção óssea na superfície superior do côndilo. O grupo Classe II apresentou maior deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea na superfície superior e maior deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção óssea no pólo lateral. Para o grupo Classe III, os deslocamentos rotacionais predominantes foram o *roll* medial (10%), *yaw* medial (15%), *pitch* para baixo (25%). Já para o grupo Classe II, os predominantes foram o *roll* medial e lateral (5%), *yaw* medial (20%), *pitch* para cima (45%).

CONCLUSÃO: O estudo comprova que adaptações pós-cirúrgicas ocorrem após 6 meses de cirurgia ortognática bimaxilar, e os deslocamentos e rotações condilares maiores do que 1,5 mm foram observadas nos dois grupos. O grupo Classe II apresentou maior alteração condilar, entretanto nenhum grupo apresentou remodelação óssea condilar disfuncional, mantendo a adaptação pós-cirúrgica relativamente estável.

Palavras-chave: Cirurgia ortognática bimaxilar; côndilos mandibulares; Tomografia Computadorizada Cone Beam; superposição; modelos virtuais 3D.

ABSTRACT

PURPOSE: The aim of this study was to evaluate three-dimensional displacements and rotational changes of the mandibular condyles in patients with dentofacial deformities underwent bimaxillary orthognathic surgery, through of computerized cone beam tomography (CBCT) and tools and generation and superimposition softwares of virtual 3D models.

MATERIALS AND METHODS: The retrospective study used pre CBCT pre (T0) and postoperative (T1) after 6 months of bimaxillary orthognathic surgery of 20 patients with skeletal malocclusion, equally divided into two groups (10 Class III and 10 Class II of Angle). An automatic superimposition method based on the gray scale of each voxel in the skull base was used to register and render the virtual 3D models of the mandibular condyles. The displacements were visualized and quantified in color-coded maps generated from the calculation of the distances between the closest points of two surfaces (representatives of different times, T0-T1) and by semitransparent overlays of 3D virtual models pre and post surgical. The changes were quantified on 5 different surfaces of the condyle and were only recorded with values greater than 1.5 mm. To compare the two measurements (T0-T1), because they are paired data, we used the student t test for differences between the two groups Class II and Class III. The level of significance used was $p < 0.05$. Demographic data for the two groups showed a normal distribution by the Kolmogorov-Smirnov test, and its variables were compared using the Student t test for paired samples.

RESULTS: The Class III group presented greater displacement outward or bone apposition on the posterior surface and greater displacement inward or bone resorption on the upper surface of the condyle. The Class II group presented greater displacement outward or bone apposition on the upper surface and greater displacement inward or bone resorption on the lateral pole of the condyle. For the Class III group, the predominant rotational displacements were medial roll (10%), medial yaw (15%), pitch down (25%). As for the Class II group, were the predominant medial and lateral roll (5%), medial yaw (20%), pitch up (45%).

CONCLUSION: The study confirms that postsurgical adaptations occur after 6 months of bimaxillary orthognathic surgery, and the displacements and rotations condylar larger than 1.5 mm were observed in both groups. The Class II group showed the greatest change condylar, though neither group showed dysfunctional condylar bone remodeling, keeping the postsurgical adaptation relatively stable.

Keywords: Bimaxillary orthognathic surgery; Mandibular condyles; CT Cone Beam; Superposition; 3D virtual models.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1:

Figura 1. Reconstrução 3D da cabeça após orientação pelas referências planares (Software Dolphin Imaging®/Orientação funcional). A- O plano HF passando pelo pório e rebordos infra-orbitários. B- O plano MS perpendicular ao plano HF passando pelo nasio e basio. C1- O plano coronal perpendicular aos planos HF e MS, passando pelo nasio. C2- Imagem cedida e modificada de www.dolphinimaging.com, mostrando os diferentes planos na reconstrução 3D; HF: Horizontal de Frankfurt; MS: Médio-sagital.....34

Figura 2. Cópia de tela do software OnDemand 3D, mostrando a sequência de renderização/sobreposição das imagens pré e pós (T1 e T2) tendo como referência a base do crânio, por meio de método que compara os valores dos tons de cinza das regiões de interesse.....36

Figura 3. Software ITK-SNAP 2.0 mostrando o processo de segmentação semiautomático nos cortes axial, sagital e coronal, e reconstrução dos modelos virtuais 3D a partir da TCCB. Esse processo busca colorir toda região do côndilo de interesse. Imagens superiores mostram o côndilo esquerdo pré-operatório (T0) colorido de branco e as imagens inferiores mostram o mesmo côndilo esquerdo pós-operatório de 6 meses (T1) colorido de roxo.....37

Figura 4. Imagem da TCCB em escala de cinza no software ITK-SNAP 2.0. A medida que se aumenta a magnificação, fica nítido a unidade fundamental da tomografia (voxel). Cada voxel tem uma intensidade de cor que varia na escala de cinza, e vai do preto ao branco. Essa imagem ampliada mostra a

necessidade de controle manual durante o processo de segmentação para que nenhuma região do côndilo seja excluída do modelo virtual de superfície 3D gerado.....38

Figura 5. Interpretação visual da sobreposição de malhas semitransparentes de imagens de modelos virtuais T1 (branco) e de T2 (amarelo) mostrando os deslocamentos e rotações do côndilo mandibular.....39

Figura 6. Mapa com código de cores mostrando em cada região do côndilo, o máximo deslocamento para fora ou aposição óssea (vermelho), para dentro ou reabsorção óssea (azul) ou sem deslocamento (verde), medidos em milímetros de T0 para T1.....41

Figura 7. Côndilo esquerdo de paciente Classe III que foi submetido à cirurgia ortognática bimaxilar. São mostrados as sobreposições por semitransparência e respectivos mapas de codificação gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de duas superfícies (T0-T1) após 6 meses de follow-up. Vistas da esquerda para direita são expostas as superfícies posterior, medial, anterior e superior. O côndilo esquerdo exibiu deslocamento pósterio-superior maior do que 1,5 mm e deslocamento lateral menor do que 1,5 mm. Também foi observado um *roll* lateral e *pitch* superior. Observa-se que as cores em vermelho demonstra deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea, em azul demonstra deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção óssea e em verde sem deslocamento.....46

Figura 8. Côndilo direito de paciente Classe II que foi submetido à cirurgia ortognática bimaxilar. São mostrados as sobreposições por semitransparência

e respectivos mapas de codificação gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de duas superfícies (T0-T1) após 6 meses de follow-up. Vistas da esquerda para direita são expostas as superfícies posterior, medial, anterior e superior. O côndilo esquerdo exibiu deslocamento medial e anterior maior do que 1,5 mm. Também foi observado um *roll* medial e *yaw* medial. Observa-se que as cores em vermelho demonstra deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea, em azul demonstra deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção óssea e em verde sem deslocamento.....47

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1:

Tabela 1. Dados Demográficos dos Pacientes dos Grupos Classe III e Classe II.....43

Tabela 2. Deslocamentos cirúrgicos de antes da cirurgia para 6 meses após cirurgia ortognática: porcentagem dos pacientes com alterações clínicas na posição condilar e/ou remodelção óssea maior do que 1,5 mm, medidas nas 5 regiões condilares.....44

Tabela 3. Porcentagem dos pacientes com deslocamentos condilares rotacionais maiores do que 1,5 mm.....46

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS

CO	Cirurgia Ortognática
2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
ATMs	Articulações Temporomandibulares
DTM	Disfunção Temporomandibular
OSRM	Osteotomia Sagital do ramo mandibular
OVRM	Osteotomia Vertical do ramo mandibular
TCCB	Tomografia Computadorizada Cone Beam
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
.dcm	DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine
.gipl	Guys Image Procesing Lab
.stl	StereoLithography
ICC	Índice de Correlação Intraclasse
A-Nperp	Posição ântero-posterior da maxila em relação à base do crânio
B-Nperp	Posição ântero-posterior da mandíbula em relação à base do crânio

OPA Ângulo do Plano Oclusal

DP Desvio-padrão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. PROPOSIÇÃO	25
2.1. OBJETIVOS	25
2.1.1 Objetivo Geral.....	25
2.1.2. Objetivos Específicos.....	25
3. DESENVOLVIMENTO	26
3.1. ARTIGO CIENTÍFICO 1	
Resumo.....	26
Introdução.....	29
Materiais e Métodos.....	31
Resultados.....	42
Discussão.....	48
Referências.....	53
4. DISCUSSÃO GERAL	59
5. CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	73

1. INTRODUÇÃO

1 A Cirurgia Ortognática (CO) é o tratamento de eleição para correção das
2 deformidades dentofaciais e objetiva oclusão dentária estável e harmonia
3 facial¹. Um dos critérios para o sucesso no tratamento orto-cirúrgico é
4 estabelecer a adequada relação entre os dentes, musculatura e as articulações
5 temporomandibulares (ATMs)². A instabilidade pós-cirúrgica decorrente de
6 rotações e deslocamentos dos côndilos mandibulares nos três planos do
7 espaço (sagital, vertical e transversal), desviando-se de sua posição inicial na
8 fossa glenóide, continua sendo uma importante área de estudo^{3,4}.

9 As ATMs são a base para qualquer forma de correção oclusal, sendo
10 necessário conhecer a etiologia, o diagnóstico e o tratamento da remodelação
11 condilar^{2,5,6}. As principais causas da remodelação condilar que podem atuar
12 individualmente ou em conjunto são: a capacidade de adaptação do côndilo do
13 paciente, compressão e anatomia da articulação a ser remodelada, e o seu
14 conceito pode ser baseado em duas categorias principais: remodelação local
15 ou remodelação funcional e remodelação total ou remodelação disfuncional^{2,7}.
16 Outros autores citam que os fatores que causam a alteração da posição
17 condilar são: a postura do paciente durante a cirurgia, tensão muscular, fixação
18 rígida imprópria, vários métodos de fixação, diferentes técnicas de osteotomias
19 dos maxilares, sangramento intracapsular ou edema nas articulações,
20 desarranjo interno do disco, quantidade e direção de assimetria, quantidade da
21 correção cirúrgica e da auto-rotação do segmento proximal ou uma
22 combinação desses fatores⁸⁻¹⁰.

23 A estabilidade da cirurgia ortognática realizada para corrigir maloclusões
24 Classe II e III pode ser categorizada segundo a hierarquia de estabilidade
25 estabelecida pelos estudos de Proffit et al. em 1996¹¹, Bailey et al. em 2004¹² e
26 Proffit et al em 2007¹³, onde o avanço da mandíbula mostrou um alto grau de
27 estabilidade (em pacientes com face normal ou curta, em avanços de até
28 10mm), assim como a impacção de maxila e a mentoplastia, procedimentos
29 considerados altamente estáveis e previsíveis. O avanço de maxila foi
30 classificado como estável, se dentro do limite moderado de 8mm. Da mesma
31 forma, correções assimétricas verticais da maxila, impactando um lado da
32 mesma, e às vezes reposicionando inferiormente o outro, são consideradas
33 igualmente estáveis. Alguns procedimentos são considerados estáveis se
34 realizados com fixação rígida com mini-placas e parafusos: as cirurgias
35 combinadas de impacção maxilar e avanço (Classe II) ou recuo mandibular
36 (Classe III), avanço maxilar e recuo mandibular, e a correção assimétrica
37 mandibular isolada, ainda que para esta a disponibilidade de dados seja menor.
38 Três procedimentos estão na categoria problemática: recuo mandibular isolado,
39 reposição inferior da maxila e expansão maxilar.

40 Cirurgia bimaxilar inevitavelmente resulta em alteração da posição e
41 remodelação condilar. Os côndilos giram em torno do seu longo eixo quando a
42 maxila é movida superiormente, e quando é realizada a cirurgia mandibular
43 para avanço ou recuo, o côndilo é girado transversalmente quando os
44 segmentos do ramo e corpo mandibulares são reposicionados^{12,14}. Entretanto,
45 deslocamento condilar com capacidade fisiológica de adaptação não leva a
46 alterações morfológicas e disfunção das ATMs^{15,16}. Alterações da posição do

47 cõndilo e a força gerada e transmitida para região das ATMs durante avanço
48 maxilomandibular resulta em remodelação e/ou reabsorção condilar, podendo
49 causar instabilidade da correção cirúrgica e conseqüentemente recidiva
50 esquelética^{15,17}. Pacientes Classe II com face longa e ângulo íngreme do plano
51 mandibular apresentam maior susceptibilidade para desarranjos das ATMs
52 independentemente da cirurgia ortognática^{13,17,18}, principalmente em pacientes
53 jovens do sexo feminino⁷. Desequilíbrios hormonais e o uso de contraceptivos
54 orais também foram considerados potenciais fatores etiológicos para
55 reabsorção condilar^{19,20}. Segundo Bailey et al.²¹ (1998), a remodelação condilar
56 ocorre até mesmo em pacientes não operados. Mas a verdade é que esse
57 fenômeno é mais comum após cirurgias maxilomandibulares, que podem
58 desenvolver ou agravar os sinais e sintomas clínicos da Disfunção
59 Temporomandibular (DTM).

60 O posicionamento do segmento proximal durante a osteotomia
61 mandibular é uma etapa que exige muita atenção da equipe cirúrgica. Vários
62 métodos de posicionamento do segmento proximal após osteotomia sagital do
63 ramo mandibular têm sido propostos, mas sem evidência científica fortemente
64 significativa quanto a sua efetividade⁹. Dentre as técnicas cirúrgicas utilizadas
65 para o tratamento das deformidades mandibulares, a osteotomia sagital do
66 ramo mandibular (OSRM) e a osteotomia vertical do ramo mandibular (OVRM)
67 são as mais utilizadas, ambas apresentando suas vantagens e
68 desvantagens^{22,23}. Segundo Wolford et al. (1987)²⁴ e Wolford (2003)²⁵, dentre
69 as osteotomias sagitais do ramo mandibular, existem modificações para essa
70 técnica que oferecem maior controle da fratura desejada, assim como maior

71 previsibilidade posicional e estabilidade do segmento proximal. O nível do
72 deslocamento pós-operatório do côndilo pode variar de acordo com a técnica
73 cirúrgica e à magnitude do avanço mandibular²⁶. Vários estudos em que OSRM
74 e OVRM foram comparados com relação à estabilidade e a posição condilar
75 pós-operatória foram discutidas na literatura, mostrando que os resultados e
76 valores de recidiva são semelhantes para esses métodos^{23,27-29}.

77 Inicialmente, a condição pós-operatória das ATMs após cirurgia
78 ortognática, têm sido investigadas clinicamente e radiograficamente^{27,30,31}.
79 Técnicas radiográficas convencionais eram usadas para mensurar e avaliar a
80 direção e nível de deslocamento do côndilo, mas havia limitações, como a
81 direção do raio X usado na técnica radiográfica, a superposição das estruturas
82 anatômicas e magnificação diferencial das estruturas bilaterais, o que resultava
83 em distorção da imagem e aumentava o risco de erro^{27,32,33}.

84 O advento da imagem da tomografia computadorizada Cone-beam
85 (TCCB) permite a aquisição de imagens 3D do complexo craniofacial do
86 paciente. O crescente uso da TCCB requer mudanças no diagnóstico e
87 métodos de planejamento e tratamento de deformidades maxilofaciais^{1,34}. O
88 manejo das imagens 3D da TCCB difere das imagens bi-dimensionais
89 convencionais, elimina a ambiguidade que pode ocorrer com as imagens 2D³⁵,
90 fornece melhor acurácia nas medições³⁶, além de apresentar uma baixa dose
91 de radiação quando comparada com as tomografias computadorizadas
92 convencionais^{8,16}. Portanto as imagens 3D da TCCB tornam-se um método
93 ideal para avaliar o tamanho e a posição das estruturas anatômicas
94 tridimensionalmente, tais como as ATMs^{8,16,27,35}. A técnica de sobreposição das

95 imagens 3D a partir da base do crânio, é um método prático de obter uma
96 análise tridimensional de uma estrutura anatômica de interesse, permitindo a
97 identificação e quantificação do deslocamento e remodelação óssea^{5,6,27,35}.
98 Entretanto, essa sobreposição apresenta variação de posicionamento da
99 cabeça e nas inclinações dos eixos x, y, e z³⁷.

100 Pequenos problemas de orientação na inclinação anteroposterior, ínfero-
101 superior ou látero-lateral, podem ser corrigidos pelo operador após a tomada
102 tomográfica, com utilização de determinados programas^{34,38}. O padrão para
103 imagens digitais tomográficas computadorizadas é chamado de *Digital Imaging*
104 *and Communications in Medicine* (DICOM) que inclui as informações 3D da
105 TCCB referente ao paciente, permitindo o manuseio, medições e análises do
106 conjunto de dados através de softwares³⁴. Em ordem, a imagem pode ser
107 aprimorada e aumentada para auxiliar a localização dos pontos de referência,
108 desse modo minimizando os erros. A utilidade clínica dos softwares é
109 determinada pela predição precisa dos tecidos duros^{1,32,34,35}.

110 A maior quantidade de informações geradas através da Tomografia
111 Computadorizada de Feixe Cônico e o surgimento de novos softwares levaram
112 a necessidade de alterar a forma das avaliações de resultados, diferente de
113 como eram feitas as mensurações na cefalometria. Uma das dificuldades era
114 realizar a sobreposição craniana para avaliação de resultado do tratamento
115 devido a escolha de locais de referência em superfícies anatômicas que
116 carecem de definições operacionais adequadas nos 3 planos de espaço³⁹.
117 Outra dificuldade era criar um método que contemplasse a medida literalmente

118 em 3D, que não apresentasse resultados separados para variações em cada
119 eixo (x, y e z)⁴⁰.

120 Estudos prévios avaliaram a posição pós-operatória dos côndilos através
121 do desenvolvimento de técnicas de sobreposição de imagens 3D da TCCB,
122 utilizando pontos de referência e medidas lineares e angulares em cortes
123 transversais anatômicos⁴¹⁻⁴³, que basicamente aplicam os conceitos da
124 cefalometria 2D para as imagens 3D, mas sendo uma técnica de imagem
125 superior às técnicas radiográficas usadas em estudos anteriores⁴⁴. Mais
126 recentemente, estes trabalhos foram complementados, adicionando à
127 metodologia avaliações de deslocamento dos côndilos em relação à base do
128 crânio⁸ ou o remodelamento e/ou reabsorção da cabeça condilar^{15,16}.

129 Cevidanes et al.³⁹ propuseram um método baseado na intensidade da
130 escala de cinza em voxel na região da base do crânio, ao invés de pontos de
131 referência, para registrar a sobreposição dos modelos virtuais 3D pré e pós-
132 cirúrgicos. Os modelos virtuais 3D foram construídos a partir de imagens TCFC
133 utilizando segmentação semi-automática e edição manual. Após o registro,
134 uma nova ferramenta permite uma avaliação visual e quantitativa das
135 alterações pós-operatórias através da sobreposição dos modelos virtuais 3D e
136 mapas de codificação coloridos gerados a partir do cálculo das distâncias (em
137 milímetros) entre os pontos mais próximos de duas diferentes superfícies. Esse
138 novo método revolucionou a forma de avaliação de determinadas estruturas
139 anatômicas utilizando a TCFC, sendo relatado na literatura em vários outros
140 estudos^{5,6,17,35,45}.

141 Vários estudos realizados investigaram as alterações da posição do
142 côndilo em um período de 6 meses após cirurgia ortognática^{27,46,47}. Intervalo de
143 no mínimo 6 a 12 meses pós-cirúrgico permitem adequada comparação da
144 posição dos côndilos, por apresentar relativa estabilidade durante esse
145 período^{8,16,18}.

146 A aplicação de imagens 3D do complexo crânio-facial em estudos
147 longitudinais é considerada um dos maiores avanços na busca de um
148 diagnóstico mais preciso e fidedigno, um maior entendimento no
149 desenvolvimento, planejamento e avaliação dos resultados do tratamento.
150 Nesse estudo a técnica de superposição dos modelos virtuais 3D pré e pós-
151 operatório a partir da TCFC, descrita inicialmente por Cevidanes et al.³⁹, será
152 utilizada para analisar de forma visual e quantitativa o deslocamento e rotação
153 do côndilo mandibular e seu possível processo de remodelação ósseo. Espera-
154 se obter dados que possam esclarecer e acrescentar informações ao que já
155 está escrito na literatura em relação ao efeito da cirurgia ortognática bimaxilar
156 sobre a posição e remodelação dos côndilos mandibulares, correlacionando a
157 repercussão clínica desse estudo e buscando maior precisão e entendimento
158 dos resultados no intervalo de 6 meses de adaptação pós-cirúrgica

159

2. PROPOSIÇÃO

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar e analisar, de forma tridimensional, as alterações da posição do côndilo e seu processo de remodelação óssea em pacientes com deformidades dentofaciais (Classe II e III de Angle) submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar, em um período médio de 6 meses.

2.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e quantificar as alterações da posição das diferentes regiões determinadas do côndilo e seu processo de remodelação óssea, detectando a direção dos deslocamentos e as alterações rotacionais.

- Comparar o processo de deslocamento e remodelação óssea dos côndilos dos grupos: 1) Classe II e 2) Classe III, comparando a estabilidade entre eles.

- Verificar se há relação entre o tipo de deslocamento do côndilo e o seu processo de remodelação óssea com o grau e direção de movimentação óssea obtido na cirurgia ortognática.

- Avaliar a possível relação do deslocamento/remodelação condilar com repercussão clínica relacionada às DTMs pós-cirúrgicas.

184

185

3. DESENVOLVIMENTO

186

3.1 Artigo Científico 1:

187 ALTERAÇÃO DA POSIÇÃO E REMODELAÇÃO DOS CÔNDILOS
188 MANDIBULARES APÓS CIRURGIA ORTOGNÁTICA – ESTUDO CLÍNICO
189 POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

190

191 RESUMO

192 O objetivo desse estudo retrospectivo foi aplicar um método de avaliação das
193 alterações condilares após cirurgia ortognática bimaxilar realizadas em
194 pacientes com deformidades dentofaciais. Vinte pacientes divididos igualmente
195 em dois grupos (Classe III e Classe II de Angle) realizaram tomografia
196 computadorizada cone beam (TCCB) em dois tempos distintos, pré-operatório
197 (T0) e pós-cirúrgico a partir de 6 meses (T1) (adaptação pós-cirúrgica). Um
198 método de superposição automático baseado na escala de cinza de cada voxel
199 na base do crânio foi usado para registrar e renderizar os modelos virtuais 3D
200 dos côndilos mandibulares. Em seguida, a localização, direção e magnitude
201 das alterações condilares maiores do que 1,5 mm foram mostradas e
202 quantificadas pelo método de mapas codificados gerados a partir do cálculo
203 das distâncias entre os pontos mais próximos de duas superfícies
204 (representantes de tempos distintos - T0 e T1) e por sobreposição por
205 semitransparência dos modelos virtuais 3D pré e pós cirúrgicos. O grupo
206 Classe III apresentou maior deslocamento para fora (outward) ou aposição
207 óssea na superfície posterior e maior deslocamento para dentro (inward) ou
208 reabsorção óssea na superfície superior do côndilo. O grupo Classe II

209 apresentou maior deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea na
210 superfície superior e maior deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção
211 óssea no pólo lateral. Para o grupo Classe III, deslocamentos rotacionais
212 predominantes foram o *roll* medial (10%), *yaw* medial (15%), *pitch* para baixo
213 (25%). Já para o grupo Classe II, os predominantes foram o *roll* medial e lateral
214 (5%), *yaw* medial (20%), *pitch* para cima (45%). Seis meses após cirurgia
215 ortognática bimaxilar, os deslocamentos e rotações condilares maiores do que
216 1,5 mm foram observadas nos dois grupos. O grupo Classe II apresentou maior
217 alteração condilar, entretanto nenhum grupo apresentou remodelação óssea
218 condilar disfuncional, mantendo a adaptação pós-cirúrgica relativamente
219 estável.

220

221 Palavras-Chave: Cirurgia ortognática bimaxilar; côndilos mandibulares;
222 Tomografia Computadorizada Cone Beam; superposição; modelos virtuais 3D.

223

224

225 ABSTRACT

226 The aim of this retrospective study was to apply a method of assessment of the
227 condylar changes after bimaxillary orthognathic surgery performed in patients
228 with dentofacial deformities. Twenty patients, equally divided into two groups
229 (Class III and Class II of Angle) performed cone beam computed tomography
230 scans (CBCT) at two different times, preoperative (T0) and postsurgical from 6
231 months (T1) (postsurgical adaptation). An automatic superimposition method
232 based on the gray scale of each voxel in the skull base was used to register and

233 render the virtual 3D models of the mandibular condyles. Then, the location,
234 direction and magnitude of the condylar changes greater than 1.5 mm were
235 shown and quantified by method of color-coded maps generated from the
236 calculation of the distances between the closest points of two surfaces
237 (representatives of different times - T0 e T1) and by semitransparent overlays
238 of 3D virtual models pre and postsurgical. The Class III group presented greater
239 displacement outward or bone apposition on the posterior surface and greater
240 displacement inward or bone resorption on the upper surface of the condyle.
241 The Class II group presented greater displacement outward or bone apposition
242 on the upper surface and greater displacement inward or bone resorption on the
243 lateral pole of the condyle. For the Class III group, predominant rotational
244 displacements were medial roll (10%), medial yaw (15%), pitch down (25%). As
245 for the Class II group, were the predominant medial and lateral roll (5%), medial
246 yaw (20%), pitch up (45%). Six months after bimaxillary orthognathic surgery, the
247 displacements and rotations condylar greater than 1.5 mm were observed in both
248 groups. The Class II group showed the greatest change condylar, though neither group
249 showed dysfunctional condylar bone remodeling, keeping the postsurgical adaptation
250 relatively stable.

251

252 Keywords: Bimaxillary orthognathic surgery; Mandibular condyles; CT Cone
253 Beam; Superposition; 3D virtual models.

254

255

256

257 INTRODUÇÃO

258 Maloclusões esqueléticas Classe II e III podem ser corrigidas com
259 tratamento orto-cirúrgico com o objetivo de melhorar a estética e função, e com
260 isso espera-se uma estabilidade por longo período. As cirurgias bimaxilares
261 são consideradas procedimentos estáveis, quando utilizadas de fixação interna
262 rígida, como cirurgias combinadas de imapcção maxilar e avanço mandibular
263 (Classe II) ou recuo mandibular (Classe III), e avanço maxilar com recuo
264 mandibular¹.

265 A cirurgia ortognática combinada frequentemente altera a posição dos
266 côndilos mandibulares, podendo levar a complicações pós-operatórias como
267 sinais e sintomas de distúrbios temporomandibulares (DTMs), reabsorção
268 condilar, alteração oclusal e recidiva esquelética pós-cirúrgica²⁻⁷. Portanto,
269 durante a cirurgia ortognática, a alteração da posição condilar deve ser
270 minimizada para permitir um deslocamento condilar com capacidade fisiológica
271 de adaptação que não leve a alterações morfológicas e disfunção das ATMs⁷⁻⁹.

272 Mudanças na posição condilar após os procedimentos de cirurgia
273 bimaxilar são difíceis de serem identificados e previstos. Grande parte dos
274 estudos¹⁰⁻¹³ de estabilidade pós cirurgia ortognática foram baseados em
275 técnicas 2D, apresentando limitações como magnificação, distorção da imagem
276 e sobreposição de estruturas anatômicas, onde áreas como as ATMs não
277 podiam ser adequadamente avaliadas. No entanto, as alterações cirúrgicas ao
278 tratamento podem ser melhores analisadas através de técnicas 3D¹⁴⁻¹⁶.
279 Estudos têm realizado métodos de medidas lineares e angulares que
280 basicamente aplicam os conceitos da cefalometria 2D para imagens 3D para

281 avaliar as alterações condilares a curto e longo prazo, além da falta de um
282 registro comum de sistema de coordenada cartesiana 3D¹⁷⁻¹⁹. Em seguida,
283 outros estudos adicionaram à metodologia anterior, avaliações de
284 deslocamento dos côndilos em relação à base do crânio^{2,7,8}. Atualmente,
285 estudos²⁰⁻²⁵ de sobreposição de modelos virtuais 3D a curto e longo prazo
286 usando TCCB têm avaliado as alterações condilares em pacientes Classe II e
287 Classe III, através do método de superposição automático na base do crânio
288 baseado na intensidade da escala de cinza na região da base do crânio,
289 metodologia inicialmente proposta por Cevidanes et al.²⁶, não dependendo de
290 pontos de referência 2D ou 3D para determinar deslocamentos, remodelação
291 ou reabsorção óssea. Em seguida, foi usado um método de mapas codificados
292 gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de
293 duas superfícies (representantes de tempos distintos), permitindo identificar e
294 quantificar os deslocamentos e rotações condilares²¹.

295 O objetivo desse estudo foi aplicar a metodologia inicialmente proposta
296 por Cevidanes et al.²⁶, com softwares específicos para permitir a reconstrução
297 e renderização dos modelos virtuais 3D pré e pós 6 meses de cirurgia através
298 da TCCB, permitindo identificar e quantificar, de forma precisa, os
299 deslocamentos e rotações condilares, assim como o processo de remodelação
300 e/ou reabsorção de todas as 5 regiões do côndilo dos pacientes Classe II e III,
301 comparando os resultados entre os grupos.

302

303

304

305 MATERIAIS E MÉTODOS

306 A amostra foi selecionada entre os pacientes que fazem parte da
307 pesquisa intitulada “Estudo clínico transversal do uso de miniplacas e
308 parafusos de titânio em cirurgia bucomaxilofacial” previamente aprovada pelo
309 CEP-PUCRS no. 05/02890 (Anexo A). O termo de consentimento livre e
310 esclarecido já havia sido obtido em relação à pesquisa prévia acima
311 mencionada, autorizando o uso das informações e da documentação para fins
312 didáticos ou de pesquisa, não havendo necessidade de apresentar novamente.

313 O projeto desta pesquisa foi aprovado pela Comissão Científica e de
314 Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS (Anexo B) e pelo Comitê de
315 Ética em Pesquisa da PUCRS (Anexo C).

316 Foi realizado um estudo retrospectivo baseado em banco de dados
317 tomográficos de pacientes consecutivos de rotina da faculdade de Odontologia
318 da PUC-RS para avaliar as mudanças na posição e processo de remodelação
319 ou reabsorção dos côndilos mandibulares. Foram selecionadas 20 TCCB pré e
320 pós-operatórias de pacientes do sexo masculino e feminino (10 Classe II e 10
321 Classe III de Angle), entre 18 e 60 anos de idade, que foram submetidos a
322 tratamento ortodôntico previamente à cirurgia, e depois foram submetidos à CO
323 bimaxilar, sob anestesia geral e com fixação interna rígida. O critério de
324 seleção foi seguindo a sequência de pacientes que foram operados e que se
325 enquadravam nesse estudo, através de avaliação clínica e planejamento
326 completo e com toda documentação cirúrgica.

327 Todos os pacientes receberam a mesma conduta de tratamento em
328 relação à técnica cirúrgica por uma única equipe: osteotomia tipo LeFort I para

329 permitir os movimentos da maxila e osteotomia sagital bilateral do ramo
330 mandibular para permitir os movimentos da mandíbula seguidas de fixação
331 interna rígida com 4 mini-placas em “L” em maxila e 1 mini-placa reta em cada
332 lado da mandíbula de sistema 2.0 da Neoface (Neortho, Curitiba, Paraná,
333 Brasil). Não houve variação significativa na osteotomia vertical, na área do
334 córtex bucal do corpo mandibular, localizada na região distal do primeiro molar
335 inferior para todos os grupos. A fixação do segmento proximal da mandíbula foi
336 realizada através da técnica de contra-ângulo com adaptadores para perfuração
337 e colocação dos parafusos e mini-placas²⁷. Esses pacientes também
338 receberam os mesmos cuidados terapêuticos pré e pós-operatórios, incluindo
339 bloqueio maxilomandibular com elásticos de 2-3 semanas pós-cirurgia.

340 Os pacientes foram divididos em dois grupos: 1) Perfil Classe II
341 esquelético e 2) Perfil Classe III esquelético. Todos os pacientes apresentavam
342 discrepâncias esqueléticas o suficiente para justificar o tratamento orto-
343 cirúrgico. Os critérios de exclusão foram: os pacientes não deveriam apresentar
344 nenhum processo patológico ativo ou crônico, sinais e/ou sintomas de
345 disfunção da ATM durante anamnese e avaliação pré-operatória; realização de
346 cirurgias maxilomandibulares e/ou de ATM anteriores; fissuras lábio-palatais;
347 indicação de osteotomia vertical do ramo mandibular; assimetrias faciais
348 severas; gestantes; menores de 18 anos de idade; pacientes com doenças
349 sistêmicas pré-existentes ou degenerativas; registros tomográficos
350 incompletos.

351 Para a realização desta pesquisa foram utilizadas as Tomografias
352 Computadorizadas Cone Beam (TCCB), incluindo toda região da articulação

353 temporomandibular. Todas as TC pré-operatórias (T0) e pós-operatórias (T1)
354 com seis meses de acompanhamento dos pacientes selecionados foram
355 realizadas pelo mesmo aparelho i-CAT Cone Beam 3D Imaging System
356 (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA, com regulagem de 8 mA e
357 120 Kilovolts), com protocolo de escaneamento de 40 segundos e gerando
358 cortes trans-axiais compostos de voxels isométricos de 0,3 x 0,3 x 0,3 mm,
359 tornando-se protocolo utilizado em todas as cirurgias ortognáticas realizadas no
360 serviço. Os pacientes foram posicionados mantendo o plano horizontal de
361 Frankfurt paralelo ao solo e o plano médio sagital perpendicular ao solo. Eles
362 foram instruídos a permanecerem imóveis e não deglutirem durante realização
363 do exame. Posicionamento da mandíbula foi realizado em relação cêntrica e
364 com os lábios relaxados.

365 O conjunto de dados volumétricos da TCCB foi exportado no formato de
366 arquivo .dcm (*DICOM - Digital Imaging and Communication in Medicine*) para o
367 *software* Dolphin Imaging 3D v. 11.7 (Dolphin Imaging Software, Canoga Park,
368 Califórnia, EUA) permitindo ao clínico visualizar todas as imagens
369 primariamente obtidas com o exame e a reconstrução tridimensional. As
370 imagens volumétricas 3D pré-operatórias (T0) dos cortes coronal, axial e
371 sagital foram criadas e analisadas em projeções multiplanares com o Dolphin
372 Imaging 3D, estabelecendo uma orientação padrão tridimensional da cabeça
373 (Figura 1). A orientação tridimensional padronizada foi necessária para posição
374 das imagens volumétricas 3D nos tempos experimentais pré –operatórios (T0).
375 Esse processo de orientação 3D foi realizado por um único avaliador, sendo
376 50% deles repetidos após 2 meses pelo mesmo avaliador apresentando “*gold*

377 *standard*". Para avaliar a concordância intra-examinador, foi utilizado o
378 coeficiente de correlação intraclass.

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

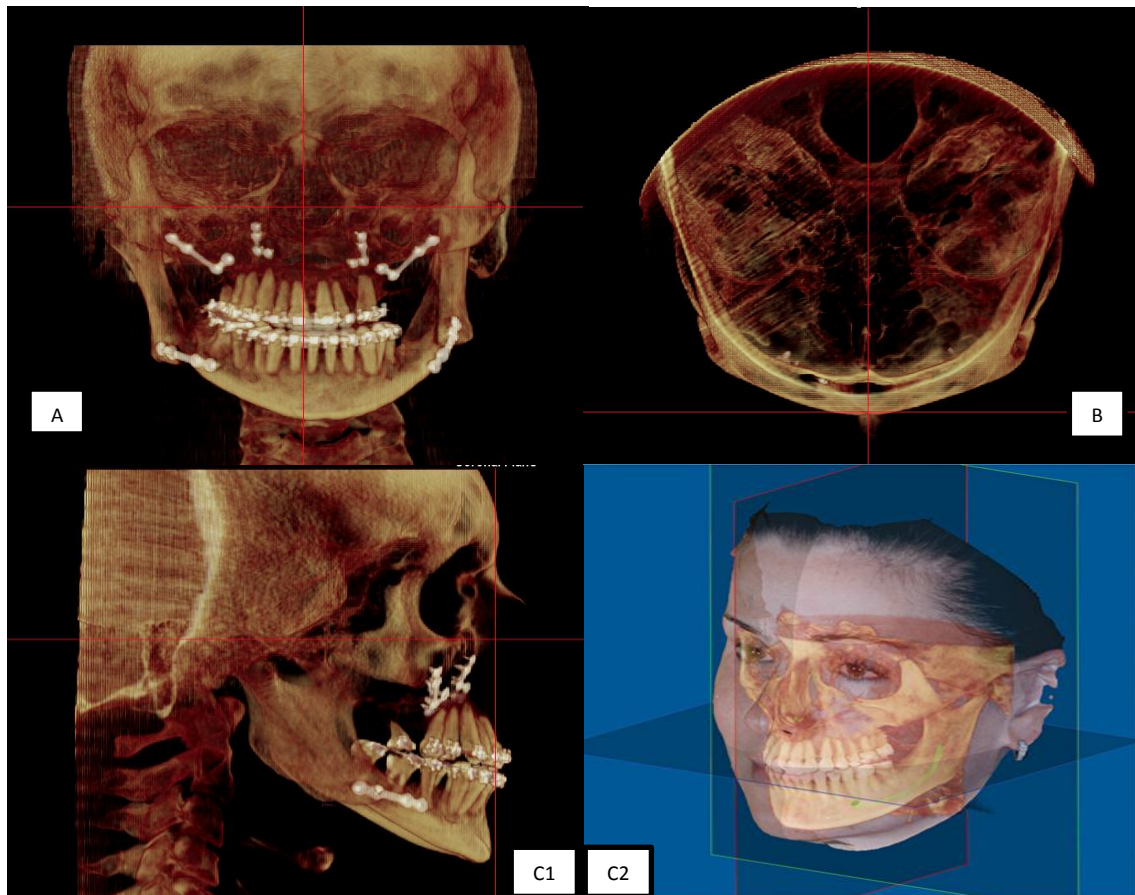
389

390

391

392

393



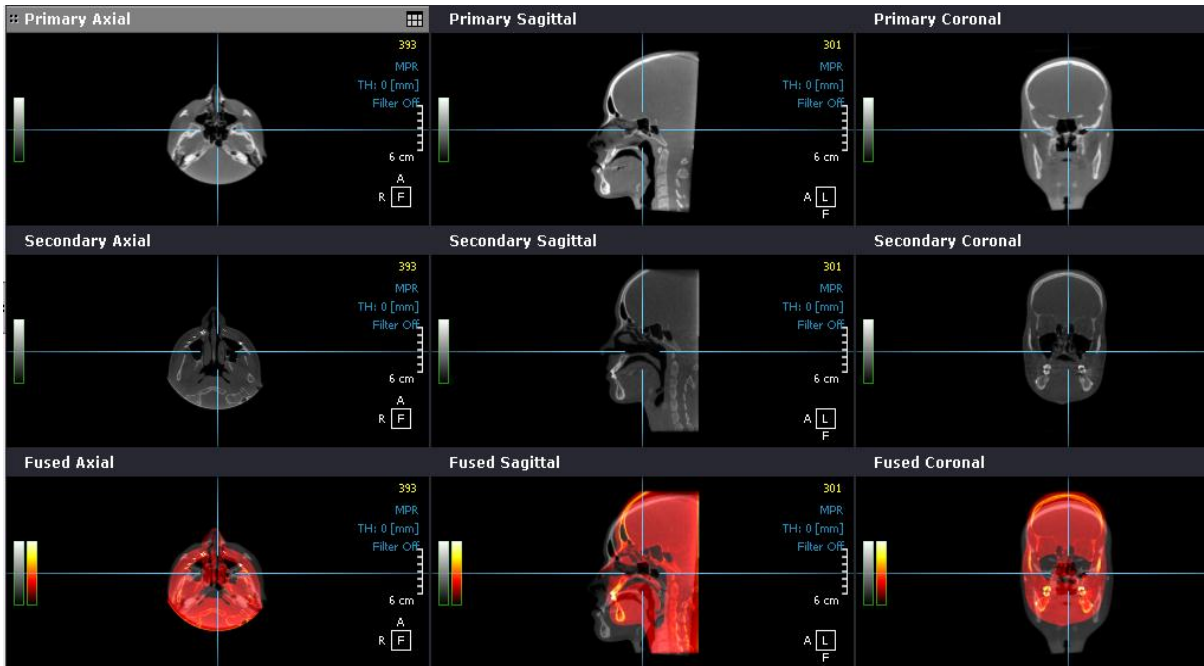
394 *Figura 1. Reconstrução 3D da cabeça após orientação pelas referências planares (Software*
395 *Dolphin Imaging®/Orientação funcional). A- O plano HF passando pelo pório e rebordos infra-*
396 *orbitários. B- O plano MS perpendicular ao plano HF passando pelo nasio e basio. C1- O plano*
397 *coronal perpendicular aos planos HF e MS, passando pelo nasio. C2- Imagem cedida e*
398 *modificada de www.dolphinimaging.com, mostrando os diferentes planos na reconstrução 3D;*
399 *HF: Horizontal de Frankfurt; MS: Médio-sagital.*

400

401 As imagens volumétricas 3D pré-cirúrgicas já com orientação padrão da
402 cabeça, assim como as imagens pós-cirúrgicas não reorientadas, foram

403 transferidas para o software Ondemand 3D (*version 1.0.9.1451; CyberMed,*
404 *Seoul, Korea*) e convertidas para o formato .gipl (*Guys Image Procesing Lab*).
405 O seguinte passo foi reformatar a dimensão do voxel isométricos de 0,3mm
406 para 0,5mm utilizando o programa Ondemand 3D, possibilitando a compressão
407 do arquivo para a sequência da metodologia além de acelerar os processos
408 sem grande perda qualitativa.

409 Com as imagens reformatadas, utilizando o Ondemand 3D, foi realizada
410 a sobreposição das imagens tendo como referência a base do crânio, tendo em
411 vista que todos os pacientes eram adultos e que esta estrutura não se altera
412 nem com o procedimento cirúrgico nem com o crescimento. Assim, os modelos
413 virtuais pós-operatórios (T1) foram reorientados de acordo com a base do
414 crânio dos modelos pré-operatórios (T0), obtendo a mesma posição espacial
415 (Figura 2). O registro rígido (translação e rotação) otimizará o alinhamento dos
416 conjuntos de dados pré e pós (T0 e T1) com precisão voxel na base craniana.
417 A melhor transformação que superpõe os modelos virtuais pré e pós será
418 obtida por comparação de intensidades de tons de cinza para cada voxel da
419 região inalterada de interesse. Este método evita a dependência e
420 subjetividade na confiança do observador em definir pontos de referência
421 anatômica, permitindo adequadamente a quantificação dos deslocamentos
422 e/ou remodelação nas futuras etapas.



423

424 *Figura 2. Cópia de tela do software OnDemand 3D, mostrando a sequência de*
 425 *renderização/sobreposição das imagens pré e pós (T0 e T1) tendo como referência a base do*
 426 *crânio, por meio de método que compara os valores dos tons de cinza das regiões de*
 427 *interesse.*

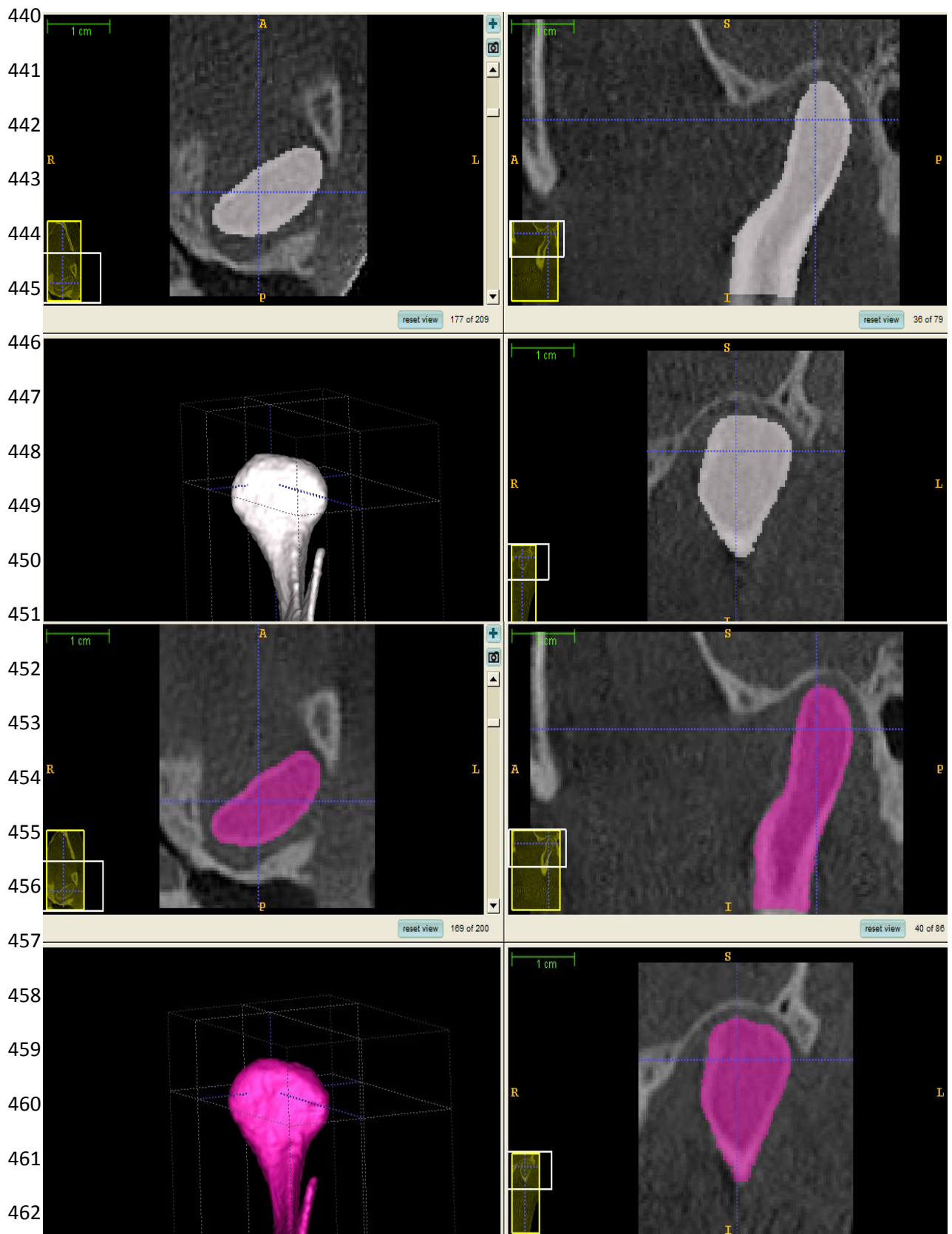
428

429 Após a superposição dos modelos 3D pré e pós, somente as imagens da
 430 área de interesse foram selecionadas: Articulação Temporomandibular. Já no
 431 formato .gipl, as imagens foram abertas no software de código aberto ITK-
 432 SNAP v2.0²⁸ (<http://www.itksnap.org>), onde foi feito o processo semiautomático
 433 de segmentação do modelo de superfície do côndilo mandibular a partir da
 434 TCCB. Por ser semiautomático, permite que o observador realize a criação da
 435 estrutura de maneira mais rápida, a partir da intensidade de tons de cinza
 436 presente em cada voxel ou mais lentamente, de maneira manual (Figura 3).

437

438

439

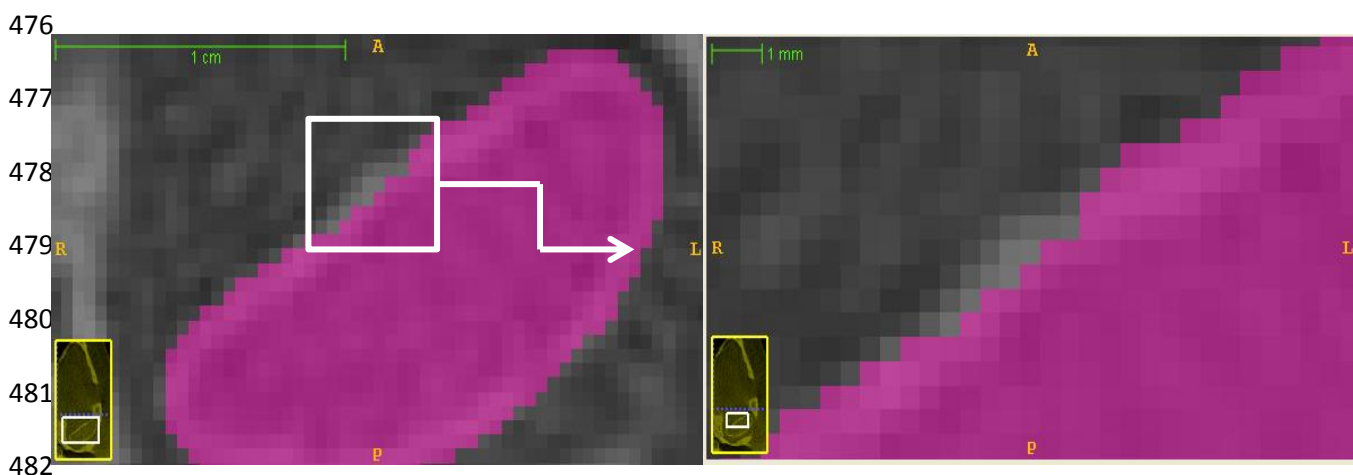


463 *Figura 3. Software ITK-SNAP 2.0 mostrando o processo de segmentação semiautomático nos*
 464 *cortes axial, sagital e coronal, e reconstrução dos modelos virtuais 3D a partir da TCCB. Esse*

465 *processo busca colorir toda região do côndilo de interesse. Imagens superiores mostram o*
466 *côndilo esquerdo pré-operatório (T0) colorido de branco e as imagens inferiores mostram o*
467 *mesmo côndilo esquerdo pós-operatório de 6 meses (T1) colorido de roxo.*

468

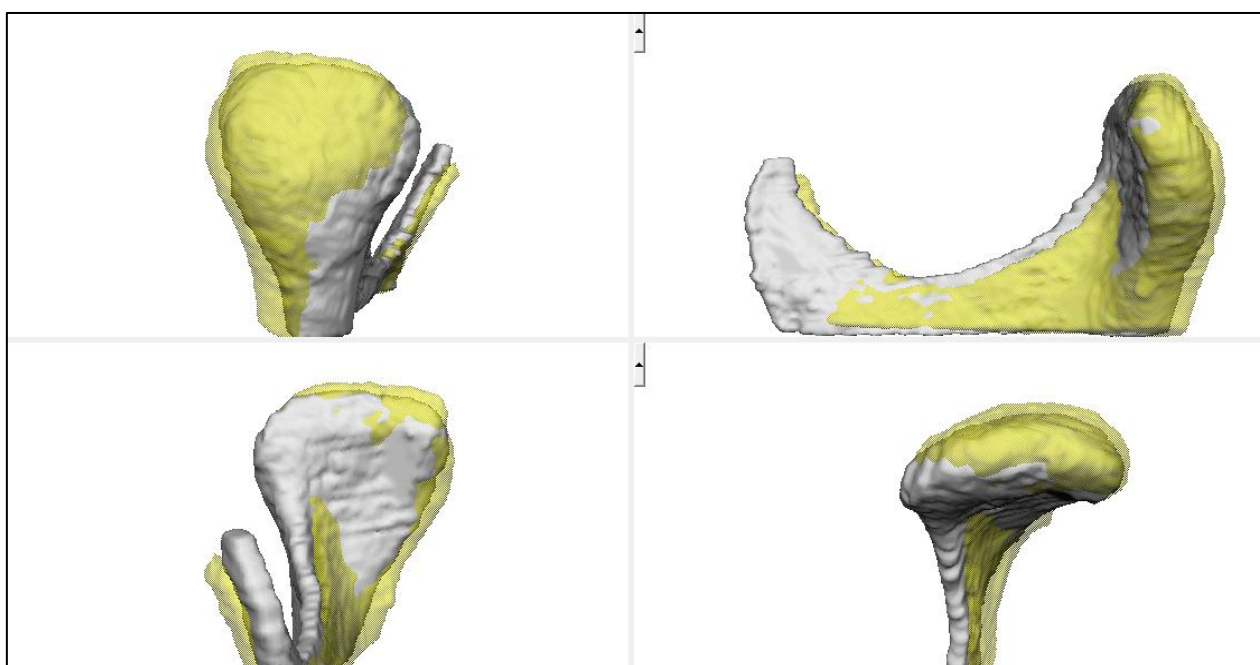
469 A segmentação da ATM tem como referência toda a cabeça e pescoço
470 do côndilo mandibular, processo coronóide estendo até aproximadamente 5mm
471 abaixo da incisura sigmóide. Nos sentidos transversal e ântero-posterior, foi
472 selecionado todo o contorno ósseo disponível que foi padronizado e então, foi
473 realizado a segmentação semiautomática do côndilo. Durante a ampliação da
474 imagem torna-se necessário o refinamento manual do contorno condilar
475 durante o processo de segmentação (Figura 4).



483 *Figura 4. Imagem da TCCB em escala de cinza no software ITK-SNAP 2.0. A medida que se*
484 *aumenta a magnificação, fica nítido a unidade fundamental da tomografia (voxel). Cada voxel*
485 *tem uma intensidade de cor que varia na escala de cinza, e vai do preto ao branco. Essa*
486 *imagem ampliada mostra a necessidade de controle manual durante o processo de*
487 *segmentação para que nenhuma região do côndilo seja excluída do modelo virtual de*
488 *superfície 3D gerado.*

489

490 Após a etapa de registro no ITK-SNAP, todos os arquivos gerados no
491 formato .gipl foram convertidos no formato .stl (StereoLithography), e depois
492 foram exportados para o software VAM (Canfield Scientific, 2012, Fairfield, NJ;
493 <http://www.canfielddsci.com>), o que permitiu a localização, direção e
494 quantificação dos deslocamentos condilares entre os tempos pré e pós-
495 operatórios em 3D . Todos os modelos virtuais reorientados foram superpostos
496 para avaliar quantitativamente o maior deslocamento de cada superfície
497 usando o VAM. Essa ferramenta usa mapas de codificação coloridos gerados a
498 partir do cálculo das distâncias (em milímetros) entre os pontos mais próximos
499 de duas superfícies (representantes de tempos distintos), para todos os pontos
500 que a compõem como forma de identificar e quantificar os deslocamentos
501 condilares, e também uma análise descritiva por sobreposição
502 semitransparente de gráficos (Figura 5).



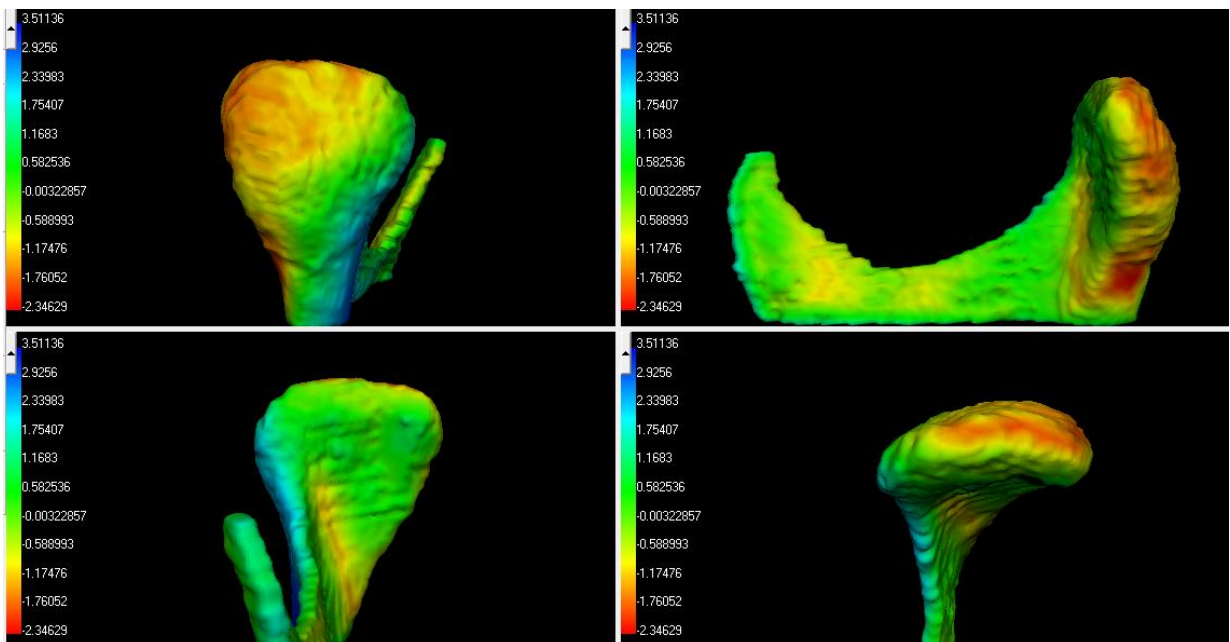
503
504 *Figura 5. Interpretação visual da sobreposição de malhas semitransparentes de imagens de*
505 *modelos virtuais T0 (branco) e de T1 (amarelo) mostrando os deslocamentos e rotações do*
506 *côndilo mandibular.*

507 Para a avaliação quantitativa das alterações entre
508 os modelos de superfície 3D, apenas as regiões selecionadas de interesse por
509 um único usuário foram consideradas. O software VAM oferece uma
510 ferramenta de seleção da área que permite que o usuário defina a região de
511 superfície de interesse para medir todas as distâncias das superfícies dentro
512 daquela região selecionada. A confiabilidade intra-examinador da construção
513 dos modelos virtuais e quantificação das alterações entre os modelos T0-T1
514 foram avaliadas de acordo com o índice de correlação intraclassa (ICC), onde
515 foram testados 06 pacientes aleatoriamente selecionados. O examinador foi
516 cegado e repetiu todos os passos do protocolo de análises de imagem após 3
517 semanas de intervalo.

518 Para quantificar as alterações condilares entre os modelos 3D T0-T1,
519 alterações de 5 regiões condilares foram mensuradas. Essas regiões
520 condilares foram definidas em relação ao mais longo eixo ao longo do pólo
521 médio-lateral: anterior, posterior, pólo medial, pólo lateral e superfície superior.
522 Deslocamentos foram medidos como distâncias lineares em milímetros e
523 atribuídos a valores positivos e negativos que indicaram direções de
524 mudanças, respectivamente, para dentro (*inward*) – em direção ao interior da
525 superfície; e para fora (*outward*) – em direção ao lado de fora da superfície.
526 Desse modo, na superfície condilar anterior, valores positivos indicaram
527 deslocamento anterior ou aposição óssea, e valores negativos indicaram
528 deslocamento posterior ou reabsorção óssea. Na superfície condilar posterior,
529 valores positivos indicaram deslocamento posterior ou aposição óssea, e
530 valores negativos indicaram deslocamento anterior ou reabsorção óssea. Na

531 superfície condilar superior, valores positivos indicaram deslocamento superior
532 ou aposição óssea, e valores negativos indicaram deslocamento inferior ou
533 reabsorção óssea. No pólo lateral do côndilo, valores positivos indicaram
534 deslocamento lateral ou aposição óssea, e valores negativos indicaram
535 deslocamento medial ou reabsorção óssea. No pólo medial do côndilo, valores
536 positivos indicaram deslocamento medial ou aposição óssea, e valores
537 negativos indicaram deslocamento lateral ou reabsorção óssea (Figura 6).

538



539

540 *Figura 6. Mapa com código de cores mostrando em cada região do côndilo, o máximo*
541 *deslocamento para fora ou aposição óssea (vermelho), para dentro ou reabsorção óssea (azul)*
542 *ou sem deslocamento (verde), medidos em milímetros de T0 para T1.*

543

544 Os deslocamentos rotacionais descrevem os planos espaciais coronal (roll),
545 axial (yaw) e o sagital (pitch), e o resultado desses deslocamentos são medidos
546 em milímetros como distâncias lineares.

547

548 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

549

550 Para a comparação entre as duas medições realizadas (T0-T1), por se
551 tratarem de dados pareados, foi utilizado o teste *t* student para as diferenças
552 entre os dois grupos Classe II e Classe III. O nível de significância usado foi $p >$
553 0,05.

554 Estatística descritiva foi usada para relatar a porcentagem dos pacientes que
555 tiveram alterações condilares de pelo menos 1,5 mm, definido como nível de
556 significância clínica²⁴. O SPSS 20.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL) foi usado para as
557 análises.

558

559 RESULTADOS

560 Características demográficas da amostra (10 pacientes Classe III e 10
561 pacientes Classe II de Angle) foram listados na Tabela 1. As características
562 craniofaciais para os dois grupos mostraram uma distribuição normal e foram
563 avaliadas com teste *t* student para amostras pareadas, em que as variáveis A-
564 Nperp e B-Nperp apresentaram diferenças significativas ($p\text{-value} < 0,00$) quando
565 comparadas as medidas T0 (antes da cirurgia) e T1 (após a cirurgia). A variável
566 OPA(°) não apresentou diferenças significativas entre as medições ($p\text{-}$
567 $\text{value} = 0,4$ – para Classe II) ($p\text{-value} = 0,8$ – para Classe III). ($P\text{-value}$ fixado em
568 0,05). A localização dos pontos de referência para determinar as variáveis
569 foram repetidas após 2 meses pelo mesmo examinador apresentando
570 excelente ICC.

571

572

Tabela 1. DADOS DEMOGRÁFICOS DOS PACIENTES DOS GRUPOS CLASSE III e CLASSE II

	Idade (ano)	Follow-up (meses)	Antes da Cirurgia (T0)			Após a Cirurgia (T1)		
			A-Nperp	B-Nperp	OPA(°)	A-Nperp	B-Nperp	OPA(°)
GRUPO CIRURGIA BIMAXILAR Classe III(n=10 masculino and "5" feminino)								
Média	32,9	6,8	1,4	9,3	5,4	4,1	4,2	5,1
DP	6,0	1,3	2,6	3,9	2,8	3,0	4,9	1,4
Min	23,0	6,0	-2,9	3,6	2,8	-1,4	-4,2	2,5
Max	41,0	10,0	4,8	15,0	11,0	6,8	11,4	7,0
GRUPO CIRURGIA BIMAXILAR Classe II(n=10 masculino and "7" feminino)								
Média	36,2	6,6	1,7	-9,4	8,3	3,9	-2,5	7,0
DP	10,5	1,0	4,4	6,9	3,8	4,0	4,9	3,8
Min	19,0	6,0	-2,4	-22,4	0,9	0,9	-9,2	3,5
Max	51,0	9,0	12,9	0,8	13,1	14,6	6,7	13,4

573

574 *Nota: Cefalometria convencional de características pré-cirúrgicas (T0) e alterações cirúrgicas*

575 *(T1) incluíram A-Nperp, B-Nperp e OPA. O teste t pareado para os grupos Classe III e Classe II*

576 *mostraram que as variáveis A-Nperp e B-Nperp foram estatisticamente significativas e a*

577 *variável OPA não apresentou diferenças estatisticamente significativas (p value fixado em 0,05)*

578 *Abreviações: A-Nperp: posição ântero-posterior da maxila em relação à base do crânio; B-*

579 *Nperp: posição ântero-posterior da mandíbula em relação à base do crânio; OPA: ângulo do*

580 *plano oclusal; DP: desvio-padrão; Min: mínima; Max: máxima.*

581

582 Seis pacientes (12 côndilos direitos pré e pós cirúrgicos e 12 côndilos

583 esquerdos pré e pós-cirúrgicos) foram aleatoriamente selecionados para

584 calibração do estudo através do coeficiente de correlação intraclasse (ICC).

585 Medidas quantitativas repetidas das 5 regiões anatômicas do côndilo foram

586 realizadas por um único examinador cegado, obtendo um excelente ICC em

587 todas as regiões, variando de 0,850 a 0,989 (com intervalo de confiança de
588 95%), apontando alta consistência.

589 A visualização das sobreposições por semitransparência permitiu
590 avaliações qualitativas de alterações de direção e localização, e os mapas de
591 codificação coloridos gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos
592 mais próximos de duas superfícies, forneceram avaliações quantitativas das
593 alterações condilares rotacional e translacional.

594

595 ALTERAÇÕES PÓS-CIRÚRGICAS

596 Alterações de T0 para T1 foram listadas na Tabela 2 e 3. Por causa da
597 reabsorção e aposição óssea de T0 para T1 (após 6 meses) que pode ocorrer,
598 deslocamentos condilares e remodelação óssea foram mensurados na Tabela
599 2 como valores positivo e negativo medidos nas 5 superfícies condilares.

Tabela 2. DESLOCAMENTOS CIRÚRGICOS DE ANTES DA CIRURGIA PARA 6 MESES APÓS CIRURGIA ORTOGNÁTICA: PORCENTAGEM DOS PACIENTES COM ALTERAÇÕES CLÍNICAS NA POSIÇÃO CONDILAR E/OU REMODELÇÃO ÓSSEA MAIOR DO QUE 1,5 mm, MEDIDAS NAS 5 REGIÕES CONDILARES

Alterações (mm)	Grupo Class III (n=20)	Grupo Class II (n=20)	Grupo Class III (n=20)	Grupo Class II (n=20)
	Posterior		Medial	
-3,5 a -1,5	30%	40%	10%	5%
1,5 - 3,5	15%	15%	5%	25%
≥ 3,5				
	Anterior		Superior	
-3,5 a -1,5	15%	20%	15%	45%
1,5 - 3,5	15%	40%	25%	5%
≥ 3,5		10%		
	Lateral			
-3,5 a -1,5	5%	5%		
1,5 - 3,5	10%	50%		
≥ 3,5		10%		

600 Nota: Alterações menores do que 1,5 mm não foram mostradas. Alterações negativas (-) e
601 positivas (+) indicam direção de deslocamento e/ou remodelação óssea.

602

603 Seis meses após cirurgia bimaxilar, no grupo Classe III observou
604 alterações condilares que eram indicativas de reabsorção óssea na faixa de 1,5
605 a 3,5 em superfície posterior em 15%, em superfície anterior em 15%, em pólo
606 lateral em 10%, em pólo medial em 5% e superfície superior em 25%. Não
607 havendo alterações de deslocamento para dentro (inward) e/ou reabsorção
608 óssea maior do que 3,5 mm. Para o grupo Classe II, observou alterações
609 condilares que eram indicativas de reabsorção óssea na faixa de 1,5 a 3,5 em
610 superfície posterior em 15%, em superfície anterior em 40%, em pólo lateral em
611 50%, em pólo medial em 25% e superfície superior em 10%. Neste grupo
612 houve alterações de deslocamento para dentro (inward) e/ou reabsorção óssea
613 maior do que 3,5 mm em superfície anterior (10%) e em pólo lateral (10%).

614 Para o grupo Classe III observou maior deslocamento condilar para fora
615 (outward) ou aposição óssea para região posterior (30%). Já para o grupo
616 Classe II observou essa maior alteração para região posterior (40%) e para
617 região superior (45%).

618 Para o grupo Classe III, deslocamentos rotacionais resultaram em *roll*
619 medial (10%) e lateral (5%), *yaw* medial (15%) e lateral (10%), *pitch* acima
620 (15%) e abaixo (25%), numa faixa de 1,5 a 3,5mm. Já para o grupo Classe II,
621 deslocamentos rotacionais resultaram em *roll* medial (5%) e lateral (5%), *yaw*
622 medial (20%) e lateral (5%), *pitch* acima (45%) e abaixo (5%), numa faixa de
623 1,5 – 3,5 mm, e ocorreu *yaw* medial (5%) numa faixa de 3,5 a 5,5 mm (Tabela
624 3). Exemplos de deslocamentos rotacionais e visualização das sobreposições

625 por semitransparência dos modelos virtuais pré e pós cirúrgicos de cada grupo
 626 são mostrados nas figuras 7 e 8.

627

Tabela 3. PORCENTAGEM DOS PACIENTES COM DESLOCAMENTOS CONDILARES ROTACIONAIS MAIORES DO QUE 1,5 MM

Changes (mm)	Roll		Yaw				Pitch						
	Grupo Classe III (n=20)	Grupo Classe II (n=20)	Grupo Classe III (n=20)	Grupo Classe II (n=20)	Grupo Classe III (n=20)	Grupo Classe II (n=20)	Grupo Classe III (n=20)	Grupo Classe II (n=20)	Acima	Abaixo	Acima	Abaixo	
Após 6 meses de cirurgia (T0 – T1)													
1,5 – 3,5	10%	5%	5%	5%	15%	10%	20%	5%	15%	25%	45%	5%	
3,5 – 5,5							5%						
≥ 5.5													

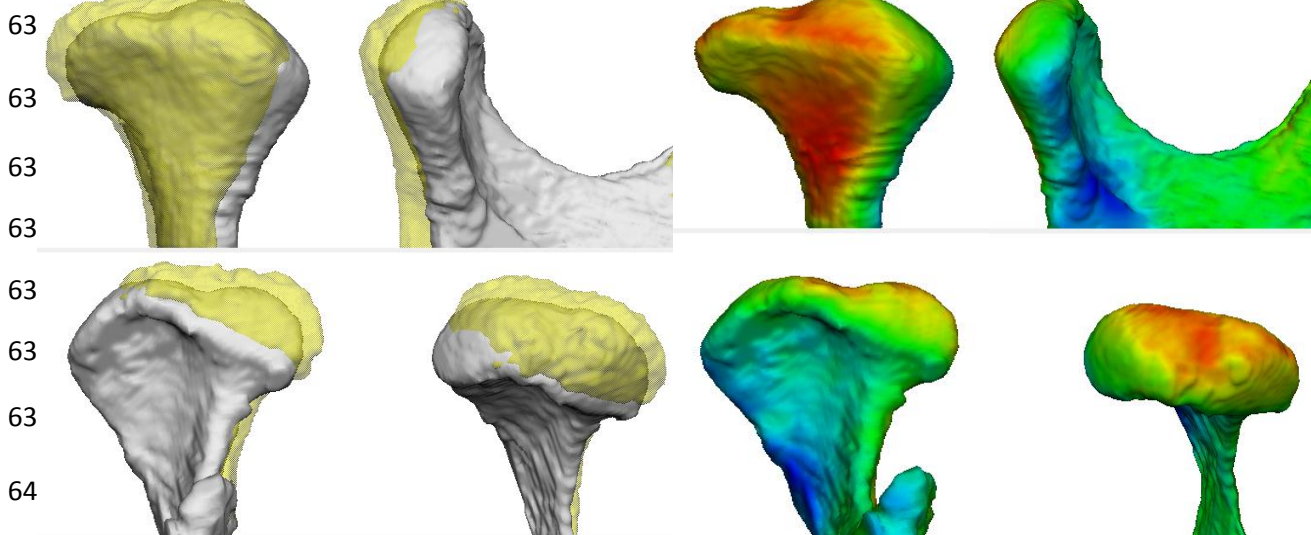
628

629 *Nota: Alterações menores do que 1,5 mm não foram mostradas.*

630

631

632



641

642 *Figura 7- Cômulo esquerdo de paciente Classe III que foi submetido à cirurgia ortognática*

643 *bimaxilar. São mostrados as sobreposições por semitransparência e respectivos mapas de*

644 codificação gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de duas
645 superfícies (T0-T1) após 6 meses de follow-up. Vistas da esquerda para direita são expostas
646 as superfícies posterior, medial, anterior e superior. O côndilo esquerdo exibiu deslocamento
647 pósterio-superior maior do que 1,5 mm e deslocamento lateral menor do que 1,5 mm. Também
648 foi observado um roll lateral e pitch superior. Observa-se que as cores em vermelho demonstra
649 deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea, em azul demonstra deslocamento para
650 dentro (inward) ou reabsorção óssea e em verde sem deslocamento.

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662 *Figura 8- Côndilo direito de paciente Classe II que foi submetido à cirurgia ortognática*
663 *bimaxilar. São mostrados as sobreposições por semitransparência e respectivos mapas de*
664 *codificação gerados a partir do cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de duas*
665 *superfícies (T0-T1) após 6 meses de follow-up. Vistas da esquerda para direita são expostas*
666 *as superfícies posterior, medial, anterior e superior. O côndilo esquerdo exibiu deslocamento*
667 *medial e anterior maior do que 1,5 mm. Também foi observado um roll medial e yaw medial.*
668 *Observa-se que as cores em vermelho demonstra deslocamento para fora (outward) ou*
669 *aposição óssea, em azul demonstra deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção óssea e*
670 *em verde sem deslocamento.*

671

672

672 **DISCUSSAO**

673 Este estudo comparou as alterações espaciais condilares e o processo
674 de remodelação ósseo após CO bimaxilar, para correção de maloclusão
675 esquelética dos grupos Classe III e Classe II, comparando diretamente os dois
676 grupos por meio do uso de avaliação 3D e de softwares específicos para
677 realizar as análises necessárias.

678 A amostra desse estudo das características craniofaciais mostrou que o
679 grupo Classe III apresentou maior movimento maxilar e o grupo classe II maior
680 movimento mandibular, além de maior alteração do plano oclusal. Os achados
681 desse estudo mostraram diferentes padrões de alteração óssea condilar após
682 cirurgia bimaxilar para os dois grupos de pacientes, onde o grupo Classe II, que
683 sofreu maior grau de movimento mandibular e de alteração do plano oclusal,
684 apresentou maiores alterações condilares de uma forma geral.

685 A disponibilização de ferramentas de imagem para reconstrução e
686 renderização 3D de exames de TCCB contribuiu para o entendimento dos
687 complexos deslocamentos e rotações sofridos pelo segmento proximal da
688 mandíbula após a cirurgia ortognática²⁹. O uso dessas ferramentas 3D de
689 superposição de modelos virtuais permite a identificação e quantificação dos
690 deslocamentos e remodelações ósseas de forma mais precisa e fidedigna,
691 obtendo mais informações dos resultados da cirurgia proposta. O método de
692 superposição 3D aplicado neste estudo é baseado em estudos recentes que
693 avaliaram os deslocamentos condilares^{16,21,24-26}, apresentando pequenas
694 diferenças na metodologia quanto ao uso de diferentes softwares e no uso de
695 pacientes com os dois tipos de maloclusão esquelética (Classe III e Classe II),

696 comparando-os. Mas difere de outros estudos que têm usado pontos e
697 coordenadas de referência, medidas lineares e angulares que basicamente
698 aplicam os conceitos da cefalometria 2D para as imagens 3D e parciais
699 estruturas para registro^{7,18,30-31}. Ao utilizar toda base do crânio baseado em
700 escalas de cinza de cada voxel, ambas as inclinação e posição nos 3 planos
701 espaciais (*sagital, axial e coronal*) são corrigidas. Todas as superposições 3D
702 medidas nesse estudo referem-se a deslocamentos e/ou remodelação óssea
703 que descrevem todas as alterações do côndilo mandibular.

704 O método de segmentação usado neste estudo para construir os
705 modelos virtuais condilares 3D no ITK-SNAP a partir das imagens da TCCB,
706 diminui a possibilidade de defeitos na superfície dos modelos e estende o
707 processo de segmentação de poucos segundos para maior do que 1,5 hora
708 (realizado por um único examinador após calibrado) para completar um único
709 côndilo, já que o passo inicial da segmentação é automático e depois
710 acompanhado por inspeção cuidadosa dos limites de níveis de cinza slice por
711 slice nos três planos do espaço (sagital, coronal e axial). O estudo²⁴ relatou que
712 a média para completar um único côndilo foi maior que 1 hora. Todos os
713 modelos 3D no atual estudo foram redimensionadas para voxel isotrópico de
714 dimensão 0,3 x 03 x 0,3 mm, obtendo maior definição durante a segmentação,
715 enquanto em outros estudos as imagens construídas a partir da TCCB eram de
716 dimensão 0,5 mm ou maior^{16,21,24,26}.

717 Segundo o estudo de Gonçalves et al.²⁴, após definido o verdadeiro
718 limite do côndilo, a linha para esse limite pode ultrapassar diretamente o centro
719 do voxel ou voxels ligados. Por causa da medida de 2 pontos exigirá a seleção

720 de 2 voxels, e esses erros nas medições foram estimados ser menores do que
721 0,86 mm devido à média do volume parcial. Portanto eles consideraram apenas
722 alterações maiores do que 1,5 mm. Dessa forma, o presente estudo concordou
723 e também mencionou apenas alterações significativas maiores do que 1,5 mm.

724 Rotações condilares pós-cirúrgicas de 6 meses (T0 – T1) para o grupo
725 classe III incluíram maior rotação para o eixo *roll* em direção medial (10%),
726 para o eixo *yaw* em direção medial (15%) e para o eixo *pitch* em direção para
727 baixo (25%). Já para o grupo Classe II a maior rotação no eixo *roll* foi similar
728 nas duas direções (5%), no eixo *yaw* foi em direção para medial 20% e no eixo
729 *pitch* foi em direção para cima (45%). No estudo de Gonçalves et al.²⁴ foram
730 avaliados apenas pacientes Classe II, mas subdivididos em dois grupos: 1- MMA
731 (avanço maxilomandibular) e 2- MMA-Drep (avanço maxilomandibular com
732 reposicionamento do disco articular). No período de 1 ano após a cirurgia, o
733 grupo MMA mostrou uma similar frequência e quantidade de rotação *roll* e *yaw*
734 para direção lateral e medial, enquanto o grupo MMA-Drep mostrou
735 predominantemente *roll* lateral e *yaw* medial. A difícil comparação com outros
736 estudos, é devido à metodologia usada no presente estudo ter sido diferente
737 dos demais, com uso de softwares específicos e mais precisos, tendo poucos
738 estudos relatados na literatura.

739 O deslocamento póstero-superior dos côndilos ocorre frequentemente, e
740 tem sido descrito na literatura como estando relacionado à magnitude do
741 avanço mandibular para pacientes Classe II^{3,4,13,25}. Mas estudos com pacientes
742 Classe III também relataram deslocamento póstero-superior para dentro da
743 cavidade glenóide³². O deslocamento posterior pode ser relacionado com a

744 manipulação manual do segmento proximal durante a cirurgia⁷. O presente
745 estudo apresentou deslocamentos da posição condilar e/ou remodelação óssea
746 com padrões diferentes para cada grupo. O grupo Classe III apresentou maior
747 deslocamento para fora (outward) ou aposição óssea na superfície posterior e
748 maior deslocamento para dentro (inward) ou reabsorção óssea na superfície
749 superior do côndilo. O grupo Classe II apresentou maior deslocamento para
750 fora (outward) ou aposição óssea na superfície superior e maior deslocamento
751 para dentro (inward) ou reabsorção óssea no pólo lateral. Para o estudo de
752 Gonçalves et al.²⁴ com pacientes Classe II, após 1 ano de cirurgia, foi
753 observado reabsorção óssea nas superfícies superior e lateral dos côndilos nos
754 dois grupos. Reabsorção na superfície anterior foi mais frequente no grupo
755 MMA, enquanto no grupo MMA-Drep ocorreu maior reabsorção na superfície
756 posterior. Com isso, acredita-se que estudos com 1 ano de pós-cirúrgico,
757 apresente maior repercussão clínica através do processo de reabsorção ou
758 aposição óssea dos côndilos mandibulares, enquanto estudos de 6 meses de
759 acompanhamento possam sugerir também esse processo de reabsorção ou
760 aposição óssea condilar, mas que geralmente esteja mais envolvido num
761 processo de remodelação e/ou adaptação condilar.

762 Os achados de movimento mandibular do presente estudo corroboram
763 com os relatos prévios de deslocamento posterior após osteotomia sagital
764 mandibular para pacientes Classe III^{17,18,32}. Mas corrobora parcialmente para
765 pacientes classe II, em que estudos prévios mostraram deslocamento condilar
766 após avanço mandibular para direções posterior, superior e medial^{16,22}.

767 O método de avaliação e quantificação das superfícies condilares neste
768 estudo foi similar ao dos outros estudos longitudinais^{16,21,22,24,26}, através de
769 mapas de codificação coloridos gerados a partir do cálculo das distâncias entre
770 os pontos mais próximos de duas superfícies. Isso permite avaliar todo o
771 côndilo como uma unidade, onde deslocamentos em direções opostas são
772 medidas como valores positivos e negativos.

773 O presente estudo permite a avaliação de translação e rotação das 5
774 regiões condilares e também detectam claramente as alterações máxima e
775 mínima do côndilo. Por causa das alterações rotacionais apresentadas na
776 tabela 3 que representa deslocamentos lineares 3D (em milímetros) que resulta
777 da rotação condilar, os achados rotacionais desse estudo não podem ser
778 comparados diretamente com os achados angulares em relação ao centro de
779 rotação definido²⁴.

780 Muitos estudos têm avaliado as mudanças do côndilo mandibular após
781 cirurgia ortognática num período de 6 meses pós-operatório³³⁻³⁵, considerando a
782 posição condilar relativamente estável após esse período²¹. Outros estudos
783 relatam que a maioria das adaptações cirúrgicas ocorrem dentro dos primeiros
784 6 meses após a cirurgia³⁶, mas adaptações pós-cirúrgicas continuam,
785 particularmente durante o primeiro ano pós-cirurgia³⁷ (ARTIGO34)(24). Nosso
786 estudo avaliou os deslocamentos condilares após 6 meses pós-cirurgia,
787 através de uma metodologia 3D mais precisa para identificar e quantificar os
788 deslocamentos entre os côndilos mandibulares, tanto em grupos classe III
789 quanto em grupos Classe II, com objetivo de acrescentar mais informações
790 para esse intervalo de tempo, sugerindo também a possibilidade de

791 remodelação óssea. Portanto as alterações ósseas condilares são esperadas
792 na cirurgia ortognática após o período de 6 meses, mas torna-se necessário
793 avaliar essas alterações num período mais longo, após 1 ano, para verificar o
794 nível de remodelação óssea a longo prazo, com maiores possibilidades de
795 reabsorção ou aposição óssea, além de software que permita quantificar
796 magnitudes vetoriais que representam os deslocamentos tridimensionais.

797

798

799 **REFERÊNCIAS**

- 800 1. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability
801 in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head & face*
802 *medicine*. 2007;3:21.
- 803 2. Kim YJ, Lee Y, Chun YS, Kang N, Kim SJ, Kim M. Condylar positional
804 changes up to 12 months after bimaxillary surgery for skeletal class III
805 malocclusions. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72(1): 145-56.
- 806 3. Rebellato J, Lindauer SJ, Sheats RD, Isaacson RJ. Condylar positional
807 changes after mandibular advancement surgery with rigid internal fixation. *Am J*
808 *Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;116; 93-100.
- 809 4. Van Sickels JE, Larsen AJ, Thrash WJ: Relapse after rigid fixation of
810 mandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg*. 1986;44: 698.
- 811 5. Ikeda K, Kawamura A: Assessment of optimal condylar position with limited
812 cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135:
813 495.

- 814 6. Ueki K, Degerliyurt K, Hashiba Y, et al: Horizontal changes in the condylar
815 head after sagittal split ramus osteotomy with bent plate fixation. *Oral Surg Oral*
816 *Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106: 656.
- 817 7. Chen S, Lei J, Wang X, Fu KY, Farzad P, Yi Biao. Short- and long-term
818 changes of condylar position after bilateral sagittal split ramus osteotomy for
819 mandibular advancement in combination with Le Fort I osteotomy evaluated by
820 cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2013; 71:1956-1966.
- 821 8. Park SB, Yang YM, Kim YI, Cho BH, Jung YH, Hwang DS. Effect of
822 bimaxillary surgery on adaptive condylar head remodeling: Metric analysis and
823 image interpretation using cone-beam computed tomography volume
824 superimposition. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70:1951-1959.
- 825 9. Arnett GW, Milam SB, Gottesman L. Progressive mandibular retrusion:
826 idiopathic condylar resorption. Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;
827 110(2):117-127.
- 828 10. Proffit WR, Phillips C, Dann CT, Turvey TA. Stability after surgical-
829 orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. I. Mandibular setback.
830 *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*, 1991; v.6, n.1, p.7-18.
- 831 11. Mavili ME, Canter HI, Saglam-Aydinatay B. Semirigid fixation of mandible
832 and maxilla in orthognathic surgery: stability and advantages. *Ann Plast Surg*,
833 2009; v.63, n.4, Oct, p.396-403.
- 834 12. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic
835 corrective of skeletal Class III malocclusion. 3. Combined maxillary and
836 mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1991;6: 211-25.

837 13. Alder ME, Deahl ST, Matteson SR, Van Sickels JE, Tiner BD, Rugh JD.
838 Short-term changes of condylar position after sagittal split osteotomy for
839 mandibular advancement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*
840 1999;87: 159-65.

841 14. Hassan B, van der Stelt P, Sanderink G: Accuracy of threedimensional
842 measurements obtained from cone beam computed tomography surface-
843 rendered images for cephalometric analysis: Influence of patient scanning
844 position. *Eur J Orthod* 2009;31: 129.

845 15. Motta AT, de Assis RCF, Cevidanes LH, et al: Assessment of mandibular
846 advancement surgery with 3D CBCT models superimposition. *Dental Press J*
847 *Orthod* 2010;15: 41e.

848 16. Motta AT, Cevidanes LH, Carvalho FA, et al: Three-dimensional regional
849 displacements after mandibular advancement surgery: One year of follow-up. *J*
850 *Oral Maxillofac Surg* 2011;69:1447.

851 17. Kim YI, Jung YH, Cho BH, Kim JR, Kim SS, Son WS, et al. The assessment
852 of the short- and long-term changes in the condylar position following sagittal
853 split ramus osteotomy (SSRO) with rigid fixation. *J Oral Rehabil* 2010;37:262–
854 70.

855 18. Kim YI, Cho BH, Jung YH, Son WS, Park SB. Cone-beam computerized
856 tomography evaluation of condylar changes and stability following two-jaw
857 surgery: Le Fort I osteotomy and mandibular setback surgery with rigid fixation.
858 *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:681–7.

859 19. Ghang MH, Kim HM, You JY, Kim BH, Choi JP, Kim SH, Choung PH.
860 Three-dimensional mandibular change after sagittal split ramus osteotomy with

861 a semirigid sliding plate system for fixation of a mandibular setback surgery.
862 Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2012 Jul: 24.

863 20. Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition
864 of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. Am J Orthod
865 Dentofacial Orthop 2006; 129:611-8.

866 21. Cevidanes LHS, Bailey LTJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL,
867 Proffit WR, Turvey T. Three-dimensional cone-beam computed tomography for
868 assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. Am J Orthod
869 Dentofacial Orthop. 2007; v.131, n.1, Jan, p.44-50.

870 22. Carvalho FAR, Cevidanes LHS, Da Motta AT, Almeida MA, Phillips C.
871 Three-dimensional assessment of mandibular advancement 1 year after
872 surgery. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010; v.137, n.4 Suppl, Apr, p.S53 e1-
873 12

874 23. De Clerck H, Nguyen T, De Paula LK, Cevidanes LHS. Three-dimensional
875 assessment of mandibular and glenoid fossa changes after bone-anchored
876 Class III intermaxillary traction. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012; v.142,
877 n.1, Jul, p.25-31.

878 24. Gonçalves JR, Wolford LM, Cassano DS, Porciuncula G, Paniagua B,
879 Cevidanes LH. Temporomandibular joint condylar changes following
880 maxillomandibular advancement and articular disc repositioning. J Oral
881 Maxillofac Surg 2013; 71:1759.e1-1759.e15.

882 25. Franco AA, Cevidanes LHS, Phillips C, Rossouw PE, Turvey TA, Carvalho
883 FAR, De Paula LK, Quintão CC, Almeida MAO. Long-Term 3-dimensional

884 stability of mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2013;
885 71:1588-1597.

886 26. Cevidanes LHS, Bailey LJ, Tucker Jr GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL,
887 Proffit WR, Turvey T. Superimposition of 3D cone-beam CT models of
888 orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol*. 2005 Nov; 34(6): 369-
889 375.

890 27. Becker OE, Avelar RL, Dolzan AN, Göelzer JG, Haas Jr OL, De Oliveira
891 RB. Implant Handpiece With Adapted Drills in Orthognathic Surgery: Preventing
892 Facial Scars. *J Craniofac Surg* 2012;23(6): e529-e530.

893 28. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, et al: User-guided 3D active contour
894 segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and
895 reliability. *Neuroimage* 2006; 31:1116.

896 29. Bailey LJ, Cevidanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of
897 orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 Sep;126(3):273-7.

898 30. Kim NK, Lee C, Kang SH, Park JW, Kim MJ, Chang YI. A three-dimensional
899 analysis of soft and hard tissue changes after a mandibular setback surgery.
900 *Comput Methods Programs Biomed* 2006;83:178–87.

901 31. Jung YJ, Kim MJ, Baek SH. Hard and soft tissue changes after correction of
902 mandibular prognathism and facial asymmetry by mandibular setback surgery:
903 three-dimensional analysis using computerized tomography. *Oral Surg Oral*
904 *Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107. 763–71.e8.

905 32. . De Paula LK, Ruellas ACO, Paniagua B, Styner M, Turvey T, Zhu H, Wang
906 J, Cevidanes LHS. One-year assessment of surgical outcomes in Class III

907 patients using cone beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg*.
908 2013; 42: 780-789.

909 33. Jang JR, Choi GH, Park YJ, et al: The evaluation of positional change of the
910 mandibular condyle after bilateral sagittal split ramus osteotomy using three
911 dimensional computed tomography in skeletal Class III patients. *J Korean Oral*
912 *Maxillofac Surg* 2009;35: 316.

913 34. Kawamata A, Fujishita M, Nagahara K, et al: Three-dimensional computed
914 tomography evaluation of postsurgical condylar displacement after mandibular
915 osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 85:371.

916 35. Lee W, Park JU: Three-dimensional evaluation of positional change of the
917 condyle after mandibular setback by means of bilateral sagittal split ramus
918 osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94:305.

919 36. Schendel SA, Epker BN. Results after mandibular advancement surgery: an
920 analysis of 87 cases. *J Oral Surg* 1980;38:265–82.

921 37. Bailey LJ, Duong HL, Proffit WR. Surgical Class III treatment: long-term
922 stability and patient perceptions of treatment outcome. *Int J Adult Orthodon*
923 *Orthognath Surg* 1998; 13:35–44.

924

925

926

927

928

929

930

4. DISCUSSÃO GERAL

931

932 Uma das principais complicações pós-operatórias na CO para correção
933 de maloclusões Classe III e II é a potencial possibilidade de recidiva pós-
934 cirúrgica. A introdução de fixação interna rígida para promover a cicatrização
935 óssea e prevenir movimentos entre os segmentos proximal e distal, tem
936 diminuído as recidivas esqueléticas¹⁶, mas a estabilidade pós-operatória ainda
937 deixa algo a desejar²⁹. A incidência de reabsorção óssea condilar de acordo
938 com a literatura varia de 4% a 8% após osteotomia sagital do ramo mandibular
939 fixado com mini-placas⁴⁸. A alteração da posição condilar é um fator importante
940 que contribui na estabilidade da cirurgia a longo prazo, necessitando que haja
941 uma adaptação/remodelação funcional^{2,7}. Neste estudo, utilizou a técnica de
942 osteotomia Le Fort I para maxila e osteotomia sagital do ramo mandibular com
943 fixação interna rígida com mini-placas e parafusos com contra-ângulo, em que
944 os resultados permitiram uma adaptação fisiológica dos côndilos mandibulares,
945 mantendo a função e movimentos mandibulares adequados com relativa
946 estabilidade pós-operatória no intervalo de tempo em estudo.

947 Uma série de estudos publicados desde 1990 baseado nos dados do
948 Programa Dentofacial da Universidade da Carolina do Norte^{11-13,49,50}
949 categorizaram a estabilidade dos procedimentos cirúrgicos ortognáticos para as
950 diferentes deformidades dentofaciais usando superposições 2D ou medidas
951 cefalométricas em diferentes momentos. Em 2007, Proffit et al.¹³ atualizou a
952 hierarquia da estabilidade da cirurgia ortognática com acompanhamento de 5
953 anos após cirurgia. Todos esses dados foram de suma importância e
954 ofereceram parâmetros para cirurgiões e ortodontistas para planejamento no

955 tratamento das maloclusões esqueléticas. Com a introdução da TCCB,
956 Kawamata et al.²⁷ foram os pioneiros na avaliação 3D de deslocamentos
957 condilares após cirurgia ortognática. O presente estudo identificou e quantificou
958 tridimensionalmente os deslocamentos e/ou remodelações ósseas condilares
959 após 6 meses de cirurgia ortognática bimaxilar.

960 O método de superposição descrito inicialmente por Cevitanes et al.³⁹
961 representou um avanço para avaliação de determinadas estruturas anatômicas
962 como o côndilo mandibular após cirurgia ortognática, pois fundamenta-se em
963 um registro de superposição automático baseado na escala de tons cinza de
964 cada voxel na base do crânio, assim gerando modelos virtuais 3D precisos,
965 permitindo ao computador calcular os parâmetros de rotação e translação entre
966 os dois tempos distintos. Esse método não depende do operador para marcar
967 pontos de referência ou sistema de coordenadas cartesianas e nem da
968 precisão dos modelos de superfície da base do crânio.

969 A avaliação de imagens 3D impõem desafios metodológicos tanto na
970 fase de registro e renderização (superposição) dos modelos virtuais nos
971 diferentes tempos avaliados, quanto na etapa de obtenção da medida e
972 quantificação^{35,39,45}. Segundo Bookstein et al.⁵¹, não há pontos de referência
973 que sejam operacionalmente aplicáveis para orientação do complexo
974 craniofacial nos 3 planos do espaço (axial, sagital e coronal). Portanto as
975 alterações dos côndilos mandibulares não devem ser avaliadas através de
976 superposições que dependam de identificação de pontos de referência pelo
977 operador nem em técnicas que se baseiem na melhor adaptação de duas
978 superfícies em tempos diferentes.

979 O presente trabalho comparou as alterações cirúrgicas e o processo de
980 remodelação óssea dos côndilos mandibulares em 3D nos tempos T0-T1 dos
981 dois grupos selecionados, mostrando vantagens em relação a estudos prévios
982 quanto ao desafio da aplicabilidade clínica para tais avaliações: (1) – baixa
983 dose de radiação devido ao uso de TCCB⁵²; (2) baixo custo relativo, quando
984 comparado a exames de TC e ressonância magnética; (3) métodos avançados
985 de análise de imagem, através de mapas codificados gerados a partir do
986 cálculo das distâncias entre os pontos mais próximos de duas superfícies
987 (representantes de tempos distintos - T0 e T1) e por sobreposição por
988 semitransparência dos modelos virtuais 3D pré e pós cirúrgicos, sendo menos
989 susceptíveis de erros. Uma das maiores limitações/desvantagens para o uso
990 clínico deste método foi o elevado tempo operacional e a experiência
991 necessários para manusear os diferentes softwares (Dolphin Imaging,
992 Ondemand 3D, ITK-SNAP 2.0, VAM) e trabalhar com os modelos virtuais 3D.
993 Outra limitação desse método é que ele não quantifica magnitudes vetoriais
994 que representem os deslocamentos 3D, ou seja, o programa VAM determina
995 valores absolutos de deslocamento (positivos ou negativos) que auxiliam na
996 avaliação e inferência da direção do deslocamento condilar. Por exemplo,
997 valores de deslocamentos negativos na superfície posterior do côndilo indicam
998 um movimento para trás e/ou para cima (póstero-superior), no entanto não é
999 possível distinguir quanto posterior e quanto inferior é deslocado. Mas esse
1000 método de deslocamento vetorial, nomeado de correspondência de forma
1001 (*shape correspondence method*), foi descrito no estudo de De Paula et al.⁴⁰

1002 Nosso estudo mostrou, após 6 meses de cirurgia, que o maior
1003 deslocamento para fora (negativo) ou aposição óssea foi de 30% na superfície
1004 posterior para o grupo Classe III e de 45% na superfície superior para o grupo
1005 Classe II, ambos na faixa de -3,5 a -1,5 mm. Nenhum deslocamento para fora
1006 foi maior do que -3,5 mm. Já o maior deslocamento para dentro (positivo) ou
1007 reabsorção óssea foi de 25% para superfície superior para o grupo Classe III e
1008 de 50% para pólo lateral para o grupo Classe II, ambos na faixa de 1,5 a 3,5
1009 mm. Houve deslocamento positivo maior que 3,5 mm nas superfícies anterior
1010 (10%) e lateral (10%) para o grupo II, observando maior alteração condilar para
1011 os pacientes Classe II. No estudo de Gonçalves et al.¹⁷, mostrou, após 1 ano
1012 de cirurgia em pacientes Classe II, que o maior deslocamento para fora foi de
1013 25% para as superfícies anterior, medial e lateral para o grupo MMA e de 38%
1014 para superfície lateral para o grupo MMA-Drep, ambos na faixa de -3,5 a -1,5
1015 mm. Já o maior deslocamento para dentro foi de 20% para superfície superior
1016 para o grupo MMA e de 26,5% para superfície posterior para o grupo MMA-
1017 Drep, ambos na faixa de 1,5 a 3,5 mm. Também mostraram que houve
1018 deslocamento para dentro maior que 3,5 mm nas superfícies lateral (5%) para o
1019 grupo MMA e nas superfícies anterior (2,9%), superior (2,9%) e posterior
1020 (2,9%) para o grupo MMA-Drep.

1021 Em relação às rotações condilares, a literatura mostra que estas
1022 estruturas giram com a parte medial para posterior, e a parte lateral para
1023 anterior^{15,42,53,54} ou tem apenas pequenas modificações insignificantes²⁷. No
1024 presente estudo, rotações condilares pós-cirúrgicas de 6 meses (T0 – T1) para
1025 o grupo classe III incluíram maior rotação para o eixo *roll* em direção medial

1026 (10%), para o eixo *yaw* em direção medial (15%) e para o eixo *pitch* em direção
1027 para baixo (25%). Já para o grupo Classe II a maior rotação no eixo *roll* foi
1028 similar nas duas direções (5%), no eixo *yaw* foi em direção para medial 20% e
1029 no eixo *pitch* foi em direção para cima (45%). No estudo de Gonçalves et al.¹⁷
1030 foram avaliados apenas pacientes Classe II, mas subdivididos em dois grupos: 1-
1031 MMA (avanço maxilomandibular) e 2- MMA-Drep (avanço maxilomandibular
1032 com reposicionamento do disco articular). No período de 1 ano após a cirurgia,
1033 o grupo MMA mostrou uma similar frequência e quantidade de rotação *roll* e
1034 *yaw* para direção lateral e medial, enquanto o grupo MMA-Drep mostrou
1035 predominantemente *roll* lateral e *yaw* medial.

1036 Apesar de todo esforço realizado nesse estudo, muito ainda se faz
1037 necessário para que se tenham evidências científicas fortes o suficiente para
1038 isolar os fatores que influenciam na estabilidade e sucesso dos procedimentos
1039 orto-cirúrgicos, permitindo assim uma alta previsibilidade dos resultados.

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046

1047

5. CONCLUSÕES

1048

1049 A TCCB é sem dúvida um grande avanço no diagnóstico por imagem
1050 para a cirurgia bucomaxilofacial e ortodontia, especificamente quando
1051 relacionada para a análise de alterações condilares em tempos cirúrgicos
1052 distintos.

1053 O estudo também comprova que a cirurgia ortognática bimaxilar provoca
1054 alteração condilar e influencia na estabilidade mandibular. Observaram nesse
1055 estudo, num período de 6 meses de pós-operatório, alterações condilares e/ou
1056 remodelações ósseas significativas maiores do que 1,5 mm nos grupos Classe
1057 III e II, principalmente na faixa de 1,5 a 3,5 mm, observando maior
1058 deslocamento condilar no grupo classe II, devido ao maior grau de movimento
1059 mandibular e de alteração do plano oclusal.

1060 Mesmo com as alterações condilares identificadas e quantificadas nesse
1061 estudo, não foi observado em nenhum dos grupos, o surgimento ou
1062 agravamento de sinais e sintomas de DTM, mostrando uma estabilidade
1063 relativa para determinado tempo estudado, não havendo repercussão clínica
1064 significativa.

1065 Torna-se necessário, também avaliar as alterações condilares a longo
1066 prazo, para verificar as repercussões clínicas possíveis devido a maior
1067 possibilidade de reabsorção ou aposição óssea condilar.

1068

1069

1070

1071

1072

6. REFERÊNCIAS

- 1073 1. Becker OE, Scolari N, Santos Melo MF, Haas Junior OL, Avelar RL, et al.
1074 Three-dimensional Planning in Orthognathic Surgery using Cone-beam
1075 Computed Tomography and Computer Software. J Comput Sci Syst Biol 2013;
1076 6:311-316. doi:[10.4172/jcsb.1000127](https://doi.org/10.4172/jcsb.1000127)
- 1077 2. Arnett GW, Milam SB, Gottesman L. Progressive mandibular retrusion:
1078 idiopathic condylar resorption. Part II. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;
1079 110(2):117-127.
- 1080 3. Becktor JP, Rebellato J, Sollenius O, Vedtofte P, Isaksson S. Transverse
1081 displacement of the proximal segment after bilateral sagittal osteotomy: a
1082 comparison of lag screw fixation versus miniplates with monocortical screw
1083 technique. J Oral Maxillofac Surg. 2008 Jan;66(1):104-11.
- 1084 4. Becktor JP, Rebellato J, Becktor KB, Isaksson S, Vickers PD, Keller EE.
1085 Transverse displacement of the proximal segment after bilateral sagittal
1086 osteotomy. J Oral Maxillofac Surg. 2002 Apr;60(4):395-403.
- 1087 5. Motta ATS, Carvalho FAR, Cevidanes LHS, Almeida MAO. Assessment of
1088 mandibular advancement surgery with 3D CBCT models superimposition.
1089 Dental Press J. Orthod 2010; 15(1):45e1-45e12.
- 1090 6. Motta AT, Cevidanes LHS, Carvalho FAR, Almeida MAO, Phillips C. Three-
1091 Dimensional Regional Displacements After Mandibular Advancement Surgery:
1092 One Year of Follow-Up. J Oral Maxillofac Surg 2011; 69:1447-1457.
- 1093 7. Arnett GW, Milam SB, Gottesman L. Progressive mandibular retrusion:
1094 idiopathic condylar resorption. Part I. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;
1095 110:8-15.

- 1096 8. Kim YJ, Lee Y, Chun YS, Kang N, Kim SJ, Kim M. Condylar positional
1097 changes up to 12 months after bimaxillary surgery for skeletal class III
1098 malocclusions. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72(1): 145-56.
- 1099 9. Ellis ER: Condylar positioning devices for orthognathic surgery: Are they
1100 necessary? *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 52:536-552.
- 1101 10. Reyneke JP, Ferretti C. Intraoperative diagnosis of condylar sag after
1102 bilateral sagittal split ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2002; 40:285-
1103 92.
- 1104 11. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of
1105 stability. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic*
1106 *surgery*.1996;11(3):191-204.
- 1107 12. Bailey LJ, Cevitanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of
1108 orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004 Sep;126(3):273-7.
- 1109 13. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability
1110 in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head & face*
1111 *medicine*. 2007;3:21.
- 1112 14. Proffit WR, Bailey LJ, Phillips C, Turvey TA. Long-term stability of surgical
1113 open-bite correction by Le Fort I osteotomy. *The Angle orthodontist*. 2000
1114 Apr;70(2):112-7.
- 1115 15. Park SB, Yang YM, Kim YI, Cho BH, Jung YH, Hwang DS. Effect of
1116 bimaxillary surgery on adaptive condylar head remodeling: Metric analysis and
1117 image interpretation using cone-beam computed tomography volume
1118 superimposition. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70:1951-1959.

- 1119 16. Chen S, Lei J, Wang X, Fu KY, Farzad P, Yi Biao. Short- and long-term
1120 changes of condylar position after bilateral sagittal split ramus osteotomy for
1121 mandibular advancement in combination with Le Fort I osteotomy evaluated by
1122 cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2013; 71:1956-1966.
- 1123 17. Gonçalves JR, Wolford LM, Cassano DS, Porciuncula G, Paniagua B,
1124 Cevidanes LH. Temporomandibular joint condylar changes following
1125 maxillomandibular advancement and articular disc repositioning. *J Oral*
1126 *Maxillofac Surg* 2013; 71:1759.e1-1759.e15.
- 1127 18. Junior JLJL, Stoppa J, Ribeiro HT, Neto AJB, Sverzut CE. Reabsorção
1128 condilar progressiva da articulação temporomandibular após cirurgia
1129 ortognática. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2007; 12(2):38-48.
- 1130 19. Gunson MJ, Arnett GW, Formby B, et al: Oral contraceptive pill use and
1131 abnormal menstrual cycles in women with severe condylar resorption: A case
1132 for low serum17beta-estradiol as a major factor in progressive condylar
1133 resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136:772-779.
- 1134 20. Gunson MJ, Arnett GW, Milam SB: Pathophysiology and pharmacologic
1135 control of osseous mandibular condylar resorption. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;
1136 70:1918-1934.
- 1137 21. Bailey LTJ, Duong LH, Proffit WR. Surgical class III treatment: long-term
1138 stability and patient perceptions of treatment outcome. In *J Adult Orthod*
1139 *Orthognath Surg* 1998; 13:35.
- 1140 22. Zhao Q, Hu J, Wang D, Zhu S. Changes in the temporomandibular joint
1141 after mandibular setback surgery in monkeys: intraoral vertical versus sagittal

1142 split ramus osteotomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod
1143 2007; 104:329-37.

1144 23. Yoshioka I, Khanal A, Tominaga K, Horie A, Furuta N, Fukuda J. Vertical
1145 Ramus Versus Sagittal Split Osteotomies: Comparison of Stability After
1146 Mandibular Setback. J Oral Maxillofac Surg 2008; 66:1138-1144.

1147 24. Wolford LM, Bennett MA, Rafferty CJ. Modification of the mandibular ramus
1148 sagittal split osteotomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1987;64:146-55.

1149 25. Wolford LM. Concomitant Temporomandibular Joint and Orthognathic
1150 Surgery. J Oral Maxillofac Surg 2003;61:1198-1204.

1151 26. Gassmann CJ, Van Sickels JE, Thrash WJ. Causes, location, and timing of
1152 relapse following rigid fixation after mandibular advancement. J Oral Maxillofac
1153 Surg. 1990 May;48(5):450-4.

1154 27. Kawamata A, Fujishita M, Nagahara K, Kanematu N, Niwa K, Langlais RP.
1155 Three-dimensional computed tomography evaluation of postsurgical condylar
1156 displacement after mandibular osteotomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral
1157 Radiol Endod 1998; 85:371-6.

1158 28. Ito T, Sugawara J, Omori Y, Mitani H, Kawamura H, Motegi K. Appraisal of
1159 post-treatment changes of intraoral vertical ramus osteotomy (IVRO) with
1160 sagittal splitting ramus osteotomy (SSRO). Japanese Journal of Jaw
1161 Deformities. 1989;8:188-90.

1162 29- Proffit WR., Phillips C, Turvey T. A. Stability After Mandibular Setback:
1163 Mandible-Only Versus 2-Jaw Surgery. J Oral Maxillofac Surg, Feb 23. 2012.

1164 30- Kundert M, Hadjianghelou O. Condylar Displacement after Sagittal Splitting
1165 of the Mandibular Rami. J Max Fac. Surg. 1980; 8:278-287.

- 1166 31. Rosenquist B, Rune B, Petersson A, Selvik G. Condylar displacement after
1167 oblique sliding osteotomy of the mandibular rami: A stereometric and plain
1168 radiographic study. *J Cranio-Max.-Fac. Surg.* 1988; 16: 301-307.
- 1169 32. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark
1170 identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views.
1171 *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 312.e1-312.e10.
- 1172 33. Athanasiou AE, Mavreas D. Tomographic assessment of alterations of the
1173 temporomandibular joint after surgical correction, of mandibular prognathion.
1174 *International Journal of Adult Orthodontic and Orthognathathic Surgery*
1175 1991;6:105-12.
- 1176 34. Grauer D, Cevidanes LSH, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial
1177 images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(3): 460-470.
- 1178 35. Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition
1179 of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod*
1180 *Dentofacial Orthop* 2006; 129:611-8.
- 1181 36- Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Evaluating the
1182 mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial*
1183 *Orthop*, v.137, n.4 Suppl, 2010 Apr: p.S58-70.
- 1184 37. De Paula LK, Ackerman JL, Carvalho FDE, A., Eidson L, Cevidanes LH.
1185 Digital live-tracking 3-dimensional minisensors for recording head orientation
1186 during image acquisition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; v.141, n.1,
1187 Jan, p.116-23.
- 1188 38. Cevidanes L, Oliveira AE, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head
1189 orientation in CBCT-generated cephalograms. *Angle Orthod.* 2009; v.79, n.5,
1190 Sep, p.971-7.

1191 39. Cevidanes LHS, Bailey LJ, Tucker Jr GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL,
1192 Proffit WR, Turvey T. Superimposition of 3D cone-beam CT models of
1193 orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005 Nov; 34(6): 369-
1194 375.

1195 40. De Paula LK, Ruellas ACO, Paniagua B, Styner M, Turvey T, Zhu H, Wang
1196 J, Cevidanes LHS. One-year assessment of surgical outcomes in Class III
1197 patients using cone beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.*
1198 2013; 42: 780-789.

1199 41. Alder ME, Deahl T, Matteson SR, Van Sickels JE, Tiner BD, Rugh JD.
1200 Short-term changes of condylar position after sagittal Split osteotomy for
1201 mandibular advancement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*
1202 1999;87:159-65.

1203 42. Kim YI, Jung YH, Cho BH, Kim JR, Kim SS, Son WS, et al. The assessment
1204 of the short- and long-term changes in the condylar position following sagittal
1205 split ramus osteotomy (SSRO) with rigid fixation. *J Oral Rehabil* 2010;37:262–
1206 70.

1207 43. Kim YI, Cho BH, Jung YH, Son WS, Park SB. Cone-beam computerized
1208 tomography evaluation of condylar changes and stability following two-jaw
1209 surgery: Le Fort I osteotomy and mandibular setback surgery with rigid fixation.
1210 *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:681–7.

1211 44. Ghang MH, Kim HM, You JY, Kim BH, Choi JP, Kim SH, Choung PH.
1212 Three-dimensional mandibular change after sagittal split ramus osteotomy with
1213 a semirigid sliding plate system for fixation of a mandibular setback surgery.
1214 *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 Jul: 24.

- 1215 45. Cevidane LHS, Bailey LTJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL,
1216 Proffit WR, Turvey T. Three-dimensional cone-beam computed tomography for
1217 assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. Am J Orthod
1218 Dentofacial Orthop. 2007; v.131, n.1, Jan, p.44-50.
- 1219 46. Lee W, Park JU: Three-dimensional evaluation of positional change of the
1220 condyle after mandibular setback by means of bilateral sagittal split ramus
1221 osteotomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 94:305.
- 1222 47. Jang JR, Choi GH, Park YJ, et al: The evaluation of positional change of the
1223 mandibular condyle after bilateral sagittal split ramus osteotomy using three
1224 dimensional computed tomography in skeletal Class III patients. J Korean Oral
1225 Maxillofac Surg. 2009; 35: 316.
- 1226 48. Borstlap WA, Stoelinga PJ, Hoppenreijts TJ, et al: Stabilisation of sagittal
1227 split advancement osteotomies with miniplates: A prospective, multicentre study
1228 with two-year follow-up. Part III— Condylar remodelling and resorption. Int J
1229 Oral Maxillofac Surg 2004;33:649.
- 1230 49. Bailey LJ, Proffit WR, White R Jr: Assessment of patients for orthognathic
1231 surgery. Semin Orthod 1999; 5:209.
- 1232 50. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA: Long-term stability of adolescence versus
1233 adult surgery for treatment of mandibular deficiency. Int J Oral Maxillofac Surg
1234 2010; 39:327.
- 1235 51. Bookstein F, Schafer K, Prossinger H, Seidler H, Fieder M, Stringer C, et al.
1236 Comparing frontal cranial profiles in archaic and modern homo by morphometric
1237 analysis. The Anatomical record. 1999 Dec 15;257(6):217-24.

1238 52. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3
1239 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G
1240 and i-CAT. *Dento maxillo facial radiology*. 2006 Jul;35(4):219-26.

1241 53. Spitzer W, Rettinger G, Sitzmann F. Computerized tomography examination
1242 for the detection of positional changes in the temporomandibular joint after
1243 ramus osteotomies with screw fixation. *J Maxillofac Surg* 1984;12(3):139-42.

1244 54. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Nakagawa K, Yamamoto E. Change in
1245 condylar long axis and skeletal stability following sagittal split ramus osteotomy
1246 and intraoral vertical ramus osteotomy for mandibular prognathia. *J Oral*
1247 *Maxillofac Surg* 2005;63(10): 1494-9.

1248

1249

1250

1251

1252

ANEXOS

1253 Anexo A: Cópia do protocolo CEP 05/02890 do projeto sob o título: "Estudo
1254 clínico transversal do uso de miniplacas e parafusos de titânio em cirurgia
1255 bucomaxilofacial"



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP - PUCRS



Ofício nº 232/06-CEP

Porto Alegre, 17 de março de 2006.

Senhor(a) Pesquisador(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 05/02890, intitulado: "Estudo clínico transversal do uso de mini-placas e parafusos de titânio em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial".

Sua investigação está autorizada a partir da presente data.

Relatório parcial e final devem ser apresentados ao CEP. Inicialmente, em 17/09/2006.

Atenciosamente,


Prof. Dr. José Roberto Goldim
COORDENADOR do CEP-PUCRS

Ilmo(a) Sr(a)
Rogério Belle de Oliveira
N/Universidade

1256

1257 Anexo B: Carta de aprovação da Comissão Científica e de Ética da Faculdade
1258 de Odontologia da PUCRS.

1259

1260



SIPESQ
Sistema de Pesquisas da PUCRS



Código SIPESQ: 5636

Porto Alegre, 27 de agosto de 2014.

Prezado(a) Pesquisador(a),

A Comissão Científica da FACULDADE DE ODONTOLOGIA da PUCRS apreciou e aprovou o Subprojeto de Pesquisa "Alteração da posição dos côndilos mandibulares após cirurgia ortognática - Estudo Clínico por meio de tomografia computadorizada" coordenado por ROGERIO BELLE DE OLIVEIRA, vinculado ao Projeto Guarda-Chuva "1287 - Estudo clínico do uso de miniplacas e parafusos de titânio em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial" coordenado por ROGERIO BELLE DE OLIVEIRA.

Caso este projeto necessite apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e/ou da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), toda a documentação anexa deve ser idêntica à documentação enviada ao CEP/CEUA, juntamente com o Documento Unificado gerado pelo SIPESQ.

Atenciosamente,

Comissão Científica da FACULDADE DE ODONTOLOGIA

1261

1262

1263

1264

1265

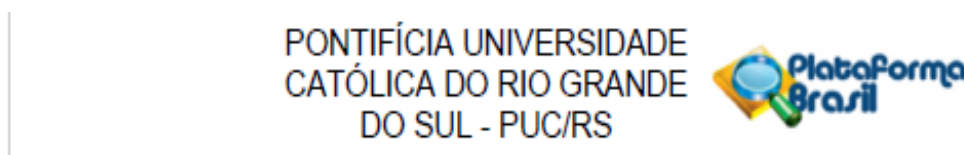
1266

1267

Anexo C: Carta de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da

1268

PUCRS/PLATAFORMA BRASIL.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Alteração da posição e remodelação dos côndilos mandibulares após cirurgia ortognática ; Estudo clínico por meio de tomografia computadorizada

Pesquisador: Rogério Belle de Oliveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 38385414.0.0000.5338

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 924.735

Data da Relatoria: 09/12/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto está relacionado com a dissertação de mestrado do aluno Marcelo Fernandes Santos Melo, orientado pelo professor Rogério Belle de Oliveira, do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS, área de concentração em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo principal do projeto é "Avaliar e analisar, de forma tridimensional, as alterações da posição do côndilo e seu processo de remodelação óssea em pacientes com deformidades dentofaciais (Classe II e III de Angle) submetidos a cirurgia ortognática bimaxilar". Os objetivos secundários são "Visualizar e quantificar as alterações da posição das diferentes regiões determinadas do côndilo e seu processo de remodelação óssea, detectando as alterações máxima e mínima, valores médios e desvios-padrão dos deslocamentos; Comparar o processo de deslocamento e remodelação óssea dos côndilos dos grupos: 1) Classe II e 2) Classe III.-Verificar se há relação entre o tipo de deslocamento do côndilo e o seu processo de remodelação óssea com o grau e direção de movimentação óssea obtido na cirurgia ortognática".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como trata-se de um estudo retrospectivo baseado em banco de dados tomográficos de pacientes consecutivos de rotina da faculdade de Odontologia da PUCRS, não existe risco associado.

1269

1270

Continuação do Parecer: 924.735

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, com motivação, objetivos claros, metodologia, resultados esperados e cronograma.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos necessários foram apresentados.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto pode ser aprovado sem restrições.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Pode ser aprovado ad referendum. O único ponto a mencionar está relacionado com o cronograma, uma vez que o cronograma apresentado coloca como início do trabalho em dezembro de 2013 e término em dezembro de 2014. Pelo cronograma deveria ter sido submetido ao CEP em junho/julho de 2014.

PORTO ALEGRE, 21 de Dezembro de 2014

Assinado por:
Rodolfo Herberto Schneider
(Coordenador)

1271

1272

1273

1274

1275