



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DOUGLAS RANGEL GOULART

**Avaliação comparativa da morfologia condilar entre
pacientes com hiperplasia condilar unilateral e com
deformidade dentofacial Classe III**

**Comparative evaluation of condylar morphology
between patients with unilateral condylar hyperplasia and
Class III dentofacial deformity**

PIRACICABA

2015

DOUGLAS RANGEL GOULART

Avaliação comparativa da morfologia condilar entre pacientes com hiperplasia condilar unilateral e com deformidade dentofacial Classe III

Comparative evaluation of condylar morphology between patients with unilateral condylar hyperplasia and Class III dentofacial deformity

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do Título de Doutor em Clínica Odontológica – Área de Concentração em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

Thesis presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Clinical Dentistry, in Oral and Maxillofacial Surgery area

Orientador: Prof. Dr. Marcio de Moraes

Este exemplar corresponde à versão final da Tese apresentada à banca pelo aluno Douglas Rangel Goulart, orientada pelo Prof. Dr. Marcio de Moraes

PIRACICABA

2015

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Heloisa Maria Ceccotti - CRB 8/6403

G729a Goulart, Douglas Rangel, 1987-
Avaliação comparativa entre pacientes com hiperplasia condilar e com deformidade dentofacial classe III / Douglas Rangel Goulart. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Marcio de Moraes.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Assimetria facial. 2. Côndilo Mandibular. 3. Hiperplasia. 4. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 5. Tomografia Computadorizada de Emissão de Fóton Único. I. Moraes, Marcio de, 1966-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Comparative evaluation of condylar morphology between patients with unilateral condylar hyperplasia and class III dentofacial deformity

Palavras-chave em inglês:

Facial asymmetry

Mandibular Condyle

Hyperplasia

Cone-Beam Computed Tomography

Tomography, Emission-Computed, Single-Photon

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca examinadora:

Marcio de Moraes [Orientador]

André Luis Vieira Cortez

Rafael Ortega Lopes

José Ricardo de Albergaria Barbosa

Adriana Simoni Lucato

Data de defesa: 04-12-2015

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 04 de Dezembro de 2015, considerou o candidato DOUGLAS RANGEL GOULART aprovado.

PROF. DR. MARCIO DE MORAES

PROF. DR. ANDRÉ LUÍS VIEIRA CORTEZ

PROF. DR. RAFAEL ORTEGA LOPES

PROF. DR. JOSE RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA

PROF^a. DR^a. ADRIANA SIMONI LUCATO

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Hugo César Rodrigues Goulart e Carmen Silvia Rangel Goulart, por todo amor e suporte dado. Por transformar minhas conquistas nas deles e tornar meus sonhos possíveis, Obrigado!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas pela oportunidade de desenvolver o curso de Pós-graduação na Faculdade de Odontologia de Piracicaba, meus agradecimentos.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba pela oportunidade de enriquecimento profissional e pessoal.

À Universidad de La Frontera, Temuco- Chile pela oportunidade de realizar esta pesquisa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao Professor Dr. Márcio de Moraes pela amizade, ensinamentos diários e oportunidades visando meu crescimento profissional. Um exemplo de profissional e de dedicação a Universidade.

À Professora Dra. Luciana Asprino, pela amizade, disponibilidade de ensinar e pela dedicação diária ao curso e aos pacientes.

Ao Professor Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa, excelente ser humano. Obrigado pela amizade e ensinamentos.

Ao Professor Dr. Alexander Tadeu Sverzut pela amizade, confiança e pelos ensinamentos diários.

Ao Professor Dr. Renato Mazzone (in memoriam) pela minha seleção na Pós-graduação, a oportunidade de entrar nesta instituição.

Ao Professor Dr. Sérgio Olate, grande pesquisador e profissional. Obrigado pela amizade, orientação e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Rafael Ortega Lopes e Prof. Dr. Cláudio Nóia pela amizade e recepção na cidade de Piracicaba.

Aos Professores Ana Cláudia Rossi, Matheus Lima de Oliveira e Alexander Tadeu Sverzut pelo empenho em corrigir e acrescentar conhecimento a este trabalho na etapa de qualificação.

Aos meus Professores da Universidade de Brasília, base fundamental para realização dessas etapas. Principalmente aos professores: Profa. Dra. Aline Úrsula Rocha Fernandes, Profa. Dra. Elizabeth Queiroz, Prof. Dr. Evaldo Arruda de Assis, Prof. Dr. Sérgio Bruzadelli Macedo e Prof. Dr. André Luís Vieira Cortez.

Aos funcionários da FOP-UNICAMP, pela disponibilidade em ajudar. Principalmente as funcionárias da Área de Cirurgia: Natália, Edilaine, Angélica, Débora, Letícia e Patrícia. Obrigado pela confiança, respeito e amizade.

Aos colegas de Pós-graduação Lucas Cavalieri Pereira, Gabriela Mayrink, Castelo Cidade, Valdir Andrade, Marcelo Breno, Darklilson Santos, Evandro Portella, Joel Mota, Raquel Correa, Andrezza Lauria, Leandro Pozzer, Clarice Maia, Breno Nogueira, Renato Ribeiro, Pauline Cardoso, Zarina Tatita, Eder Sigua, Andrés Cáceres, Antônio Lanata, Gustavo Souza, Rodrigo Chenu e Carolina Ventura. Obrigado pela disponibilidade em ajudar e ensinar.

À minha colega de turma Clarice pela amizade e convívio nestes anos de Pós-graduação.

Aos meus amigos Éder Alberto Sigua Rodriguez e Natália Alvarez Pinzon, pela amizade construída, por todo apoio diário e momentos de alegria durante estes anos.

Aos meus amigos Gustavo Souza e Carolina Valadares, pelo convívio e amizade.

Aos colegas de Pós-graduação das demais áreas e alunos de graduação e dos cursos de atualização e especialização da FOP-Unicamp pelos auxílio e ensinamentos diários.

Aos pacientes pela confiança e por fazer parte do meu processo de aprendizado em cirurgia bucomaxilofacial e implantodontia.

Aos meus amigos e colegas de graduação pelo incentivo e feliz convívio, principalmente a Bianca Poncione, Mateus Veppo, Rodrigo Medeiros e Anna Costa.

Aos meus amigos do Colégio Militar Brasília que mesmo longe estavam comigo, pelo apoio e amizade, obrigado.

Aos meus familiares que sempre torceram pelas minhas conquistas, principalmente aos tios Flávio e Kátia pela recepção e apoio no estado de São Paulo.

Aos meus pais Hugo e Silvia e irmãos Camila, Rafael e Leonardo, por todo amor e suporte dado.

À minha namorada Laura Lazzeri Vieira, por compartilhar a vida comigo, pela amizade e paciência nestes quatro anos de namoro a distância.

À Deus pela oportunidade da vida.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a morfologia condilar de pacientes com hiperplasia condilar unilateral e pacientes com deformidade dentofacial Classe III por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Foram realizados dois estudos independentes, o primeiro com pacientes que procuraram o Departamento de Cirurgia Oral e Maxilofacial da Universidad de La Frontera - Chile, para tratamento de deformidade e assimetria facial. Foram selecionados 30 pacientes, 15 com HC e 15 com deformidade dento facial Classe III. Foram realizadas medidas lineares dos côndilos em uma escala de 1: 1 utilizando o software Ez3D Viewer Plus (Vatech, Yongin, Coréia). O segundo estudo utilizou 20 TCFC, com o objetivo de medir o volume condilar. A amostra foi dividida em dois grupos: 10 de pacientes com HC e 10 de pacientes com deformidade dentofacial Classe III. As imagens foram reconstruídas volumetricamente pelo software Dolphin 3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, EUA). Este software foi utilizado para medir o volume do côndilo acima do ponto mais profundo da incisura da mandíbula, o desvio da linha média dentária mandibular e o trespasse horizontal dos dentes. No estudo I, os pacientes com HC apresentaram diferenças estatísticas entre o côndilo hiperplásico e côndilo não hiperplásico para o diâmetro anteroposterior e médio-lateral, comprimento do colo do côndilo e altura do ramo mandibular. Os pacientes com uma relação esquelética Classe III não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os lados direito e esquerdo. A morfologia dos côndilos destes pacientes foi semelhante aos côndilos com hiperplasia e apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado com côndilos não hiperplásicos (one-way ANOVA, $p < 0,05$). No estudo II, o côndilo com hiperplasia mostrou maior volume ($1,97 \pm 0,52 \text{ cm}^3$) e apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao côndilo contralateral ($X^2=14,30$; $p < 0,01$). Os pacientes com deformidade dentofacial Classe III mostraram simetria do volume entre os lados direito e esquerdo, e os côndilos apresentaram maior volume em relação aos côndilos não hiperplásicos no grupo com HC, com uma diferença estatisticamente significativa ($X^2= 6,22$; $p=0,013$ / $X^2=5,50$; $p=0,019$). A morfologia condilar, medidas lineares e volumétricas, de côndilos hiperplásticos foram semelhantes às dos côndilos de pacientes com prognatismo mandibular. Estes resultados sugerem um indicativo sobre a possibilidade de alguns pacientes com deformidade dentofacial Classe III apresentam hiperplasia condilar bilateral.

Palavras-chave: Assimetria facial; Côndilo mandibular; Hiperplasia condilar, Tomografia computadorizada de feixe cônico; Tomografia computadorizada de emissão de fóton único.

ABSTRACT

The aim of this research was to compare the condylar morphology of patients with unilateral condylar hyperplasia (UCH) and patients with a Class III skeletal relationship using cone beam computed tomography (CBCT). Two independent studies have been performed the first was conducted on patients with facial asymmetry attending in the Oral and Maxillofacial Surgery Department of the Universidad de la Frontera- Chile. Fifteen patients with UCH and 15 with Class III skeletal relationship were selected. Linear measurements of the condylar processes were obtained on a scale of 1:1 using the software Ez3D Viewer Plus (Vatech, Yongin, Korea). The second study was performed using 20 CBCT in order to measure condylar volume. The sample was divided in two groups: 10 of patients with UCH and 10 of patients with Class III facial deformity. The images were volumetrically reconstructed by software Dolphin 3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, USA). This software was used to measure condylar volume above the deepest point of sigmoid notch, lower arch midline deviation and overjet. Patients with UCH presented statistical differences between the hyperplastic condyle and non-hyperplastic condyle for anteroposterior and mediolateral diameter, condylar neck length, and ramus height. Patients with a Class III skeletal relationship showed no differences between the right and left sides; the morphology of their condyles was similar to the condyles with hyperplasia and presented statistical differences when compared with non-hyperplastic condyles (one-way ANOVA, $p < 0.05$). Regarding volumetric analysis, the condyle with hyperplasia showed greater volume ($1.97 \pm 0.52 \text{ cm}^3$) and showed statistically significant difference when compared to contralateral condyle ($X^2=14.30$; $p < 0.01$). The Class III patients showed relative symmetry of volume between the left and right sides, these condyles showed greater volume compared to the non-hyperplastic condyles in the UCH group, with a statistical significant difference ($X^2=6.22$; $p=0.013$; $X^2=5.50$; $p=0.019$). Condylar morphology, linear and volumetric measurements, of hyperplastic condyles were similar to the condyles of mandibular prognathism patients. These findings provide an insight into the possibility of some Class III patients present bilateral condylar hyperplasia.

Key words: Condylar hyperplasia; Cone-Beam Computed Tomography; Facial asymmetry; Mandibular condyle; Single-Photon Emission Computerized Tomography.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM - ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

CBCT – CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

FOV - FIELD OF VIEW

HCU - HIPERPLASIA CONDILAR UNILATERAL

PET - POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY / TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR EMISSÃO DE POSÍTRONS

SPECT - SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTER TOMOGRAPHY / TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE EMISSÃO DE FÓTON ÚNICO

Tc99m-MDP-SPECT - SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTER TOMOGRAPHY WITH TECHNETIUM METHYLENE DIPHOSPHONATE

TCFC - TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FIXE CÔNICO

TMJ - TEMPOROMANDIBULAR JOINT

UCH – UNILATERAL CONDYLAR HYPERPLASIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. CAPÍTULO 1: No Differences in morphological characteristics between hyperplastic condyle and Class III condyle	22
3. CAPÍTULO 2: Volume analysis for comparison between patients with condylar hyperplasia and patients with Class III dentofacial deformity	37
4. DISCUSSÃO	53
5. CONCLUSÃO	57
6. REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE 1 – Material e Métodos do Capítulo 1	62
APÊNDICE 2 – Material e Métodos do Capítulo 2	65
ANEXO 1 - Capa de publicação do artigo do Capítulo 1	71
ANEXO 2 - Relatório de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	73

1. INTRODUÇÃO

A assimetria facial é frequentemente encontrada na comunidade em geral, porém poucos casos requerem correção cirúrgica (Jones and Tier, 2012). Nestes casos, a assimetria torna-se uma condição aflitiva, particularmente quando esta tende a ocorrer na adolescência. Trata-se geralmente de um problema estético e funcional uma vez que pode estar acompanhado de má-oclusão. Grande parte das assimetrias da face tem origem no côndilo mandibular (Jonck, 1981).

O côndilo e a função mandibular são dois fatores reguladores que complementam um ao outro durante o crescimento da face. Acreditava-se que o côndilo exercia um papel central na regulação do crescimento mandibular, no entanto o advento da Teoria da Matriz Funcional proporcionou o surgimento de outras teorias relacionadas ao crescimento e desenvolvimento dessa estrutura óssea (Moss, 1997; Mota et al., 2010). O côndilo é apenas uma das regiões que contribui localmente para o crescimento total da mandíbula, o processo de crescimento parece estar associado à função, de forma que fatores extrínsecos regulam o crescimento no côndilo e na mandíbula (Moss, 1997; Muñoz and Goizueta, 1999). Cerca de 98% do crescimento facial está completo na idade de 15 anos para as mulheres e 17 anos para os homens. A taxa de crescimento durante a puberdade medida em telerradiografias de perfil pela distância do condílio ao ponto B é em média de 1,6 mm ao ano para as mulheres e de 2,2 mm para os homens (Wolford et al., 2009).

A hiperplasia condilar é uma patologia rara, em que ocorre o crescimento anormal do côndilo mandibular que resulta em deformidade e assimetria facial. Esta patologia foi descrita primeiramente em língua inglesa por Robert Adams em 1836 (Norman and Painter, 1980). A hiperplasia condilar parece ter predileção pelo sexo feminino (Nitzan et al., 2008; Villanueva-Alcojol et al., 2011) e pode ser encontrada em qualquer idade, porém mais comumente dos 15 aos 19 anos (Hampf et al., 1985). Na maior parte dos casos não são observados sintomas, porém podem ser encontrados sinais e sintomas como dor, ruído articular e restrição dos movimentos mandibulares (Gray et al., 1990).

Nitzan et al. (2008) reportaram uma série de 61 casos de hiperplasia condilar ativa. Os autores identificaram que a maior parte dos pacientes era do sexo feminino (75%), com idade acima dos 20 anos (39 pacientes); cerca de 27,5% relatavam dor articular. A maior parte dos pacientes apresentou assimetria no plano transversal (32), seguido do plano vertical (19) e ambos (10). Na maioria dos pacientes o formato do côndilo estava normal (73%), porém, em

58% da amostra o tamanho do côndilo hiperplásico era evidentemente maior que o lado contralateral. O pescoço condilar estava alongado em 36 pacientes e mais largo em 6 pacientes.

A etiologia da hiperplasia condilar é controversa e não é bem conhecida, são sugeridas algumas hipóteses, como uma origem neoplásica, crescimento excessivo reparador após trauma, resposta a infecção ou ao carregamento anormal da articulação temporomandibular (Gray et al., 1990). Outras hipóteses incluem distúrbios da circulação sanguínea por um aumento da vascularização subcondral (Egyedi, 1964), e a influência dos hormônios sexuais e fatores genéticos e hereditários (Wolford et al., 2009).

A deformidade facial decorrente da hiperplasia condilar pode apresentar diversos graus de severidade, porém classicamente foram descritos dois quadros clínicos: no primeiro há um crescimento vertical, com alongamento do pescoço condilar e aumento vertical do ramo mandibular, associado ao crescimento do corpo mandibular. Nos estágios iniciais esta condição resulta em mordida aberta na região de molares e pré-molares do lado afetado e não há desvio do mento. O segundo quadro clínico caracteriza-se pelo desvio acentuado da mandíbula para o lado não afetado, com deslocamento do mento e da arcada dentária, resultando em mordida cruzada. O distúrbio de crescimento parece afetar toda a hemi-mandíbula (Jonck, 1981).

Posteriormente, Obwegeser & Makek (1986) consideraram inadequado utilizar a mesma terminologia para dois quadros clínicos distintos. Dessa forma, propuseram um sistema de classificação, no qual descreveram duas patologias que poderiam coexistir em alguns pacientes. A hiperplasia hemimandibular (*Hemimandibular hyperplasia*) referia-se ao aumento tridimensional no tamanho da mandíbula (côndilo, pescoço condilar, ramo e corpo). Como este crescimento geralmente começa antes da puberdade a maxila pode acompanhar o crescimento mandibular com manutenção da oclusão e alteração do plano oclusal. O crescimento em altura do corpo é evidenciado pelo aumento da distância entre as raízes dos dentes e o canal mandibular. Este quadro clínico foi observado bilateralmente em pacientes com acromegalia e pacientes com mordida profunda associada a hiperplasia de masseter.

O alongamento hemimandibular (*Hemimandibular Elongation*) caracteriza-se pelo deslocamento horizontal da mandíbula, enquanto os ramos mandibulares permanecem na mesma altura. A forma bilateral desta patologia é mais frequente, que gera um aspecto prognata nos pacientes. Os autores afirmaram que a etiologia destas condições está associada à camada

de fibrocartilagem na cabeça condilar, em que pode haver uma hiperatividade e hiperprodução de fatores de crescimento (Obwegeser and Makek, 1986).

A utilização de tomografias computadorizadas com reconstruções tridimensionais proporcionou analisar mais precisamente a assimetria facial gerada pela hiperplasia condilar. A partir de tomografias computadorizadas é possível determinar o grau e a localização exata da deformidade mandibular (Walters et al., 2013). Nitzan et al. (2008) relataram que o tamanho e forma condilar variam entre as assimetrias, de modo que a classificação deve ser baseada nos sinais e sintomas clínicos, principalmente quanto à direção da assimetria: vertical, horizontal ou ambas. Mutoh et al. (1991) realizaram um estudo para descrever os achados tridimensionais em tomografias computadorizadas de seis pacientes com hiperplasia condilar. No grupo 1 foram incluídos 3 pacientes com a combinação de características da hiperplasia e alongamento hemimandibular, em que foi observado um discreto aumento do côndilo em um caso e um aumento mais evidente em dois casos; para os três casos foi observado um aumento em altura do pescoço condilar, ramo e corpo mandibular, além do deslocamento do ângulo mandibular para baixo. No grupo II foram incluídos três pacientes com alongamento hemimandibular, o côndilo foi discretamente maior e o pescoço condilar mais longo que o lado não afetado; o corpo mandibular foi mais longo no lado com hiperplasia condilar. Em ambos os grupos foi observado um aumento na espessura do osso alveolar em direção lingual (Mutoh et al., 1991).

A assimetria facial resultante da hiperplasia condilar pode ser corrigida após o término do crescimento anormal ou ter caráter interceptativo com a remoção de parte do côndilo ainda em crescimento, fato que limita o agravamento da deformidade (Fariña et al., 2015). Na determinação do plano de tratamento é importante conhecer se o processo patológico está estável ou progredindo. Para verificar a atividade do crescimento anormal do côndilo diversas metodologias têm sido propostas, como cintilografia óssea, tomografia por emissão de fóton único (SPECT) e tomografia por emissão de pósitrons (PET) (Gray et al., 1990; Pripatnanont et al., 2005; Laverick et al., 2009). Um resultado positivo nestes testes representa que ainda é esperado um crescimento assimétrico, porém não informa por quanto tempo este permanecerá, de forma que a espera pelo cessar do crescimento anormal é imprevisível. A comparação de telerradiografias de perfil e modelos de gesso montados em articulador podem também ser utilizadas para verificar a atividade da doença (Robinson et al., 1990; Wolford et al., 2014).

A cintilografia óssea é um método baseado na injeção de fosfato marcado com um radionuclídeo. Este é metabolizado pelas células do tecido ósseo dentro de 2h, e incorporado

em área de formação de novo osso ou em processo de remodelação. A quantidade de material incorporado depende da taxa de atividade metabólica e/ou do fluxo sanguíneo na região, o resultado é expresso em um filme radiográfico. O radionuclídeo mais utilizado é o tecnécio (Tc^{99m}) pois emite 140 keV de radiação gama, que é suficiente para detecção e tem uma meia vida de seis horas. Este método não é específico uma vez que identifica qualquer situação de aumento metabólico, como tumores malignos e benignos, processos inflamatórios ou de reparo após trauma (Bittencourt et al., 2005). A hiperplasia condilar geralmente apresenta um crescimento autolimitante, fato que não pode ser aplicado para todos os pacientes, dessa forma a cintilografia óssea é importante na determinação da atividade da doença e do plano de tratamento. Este método começou a ser utilizado em pacientes com hiperplasia condilar na década de 80, é um método seguro e não invasivo (Matteson et al., 1985).

O SPECT consiste na injeção de um radiofármaco em um paciente. A emissão de radiação deste será identificada por uma câmara gama que gira em torno do paciente gerando imagens de diversos ângulos. Para pacientes com hiperplasia condilar inicialmente este método utilizava como referência a captação do isótopo em outros ossos como o clivus na base do crânio, porém a comparação direta entre o lado afetado e o lado saudável mostrou-se o método mais confiável (Saridin et al., 2009).

Outro método de avaliação da hiperplasia condilar é o PET, baseado no metabolismo tecidual. Um radionuclídeo é administrado por via endovenosa, este será utilizado pelas células de acordo com o metabolismo. Para diagnóstico na região de cabeça e pescoço o radionuclídeo mais utilizado é o Flúor-18 que marca a fluordesoxiglicose, análoga da glicose. Laverick et al. (2009) analisaram a utilização do PET em 5 pacientes com suspeita clínica de hiperplasia condilar, os autores identificaram assimetria na captação dos côndilos normais e hiperplásicos em todos os pacientes. Este método apresenta melhor resolução espacial que o SPECT e a cintilografia óssea, ou seja, maior capacidade de representar detalhes. Além disso, a fração ligada às proteínas é menor o que torna a eliminação mais rápida, com doses de radiação menores que o SPECT.

A partir dos achados de atividade da hiperplasia condilar existem estudos que relatam a associação entre a atividade da doença e as características histopatológicas (Gray et al., 1990). Histologicamente o côndilo é composto por uma camada de fibrocartilagem, uma camada proliferativa e uma camada de cartilagem hialina, esta última com o avançar da idade é substituída por fibrocartilagem com poucos condrócitos hipertróficos. A camada de tecido

mole é separada do osso medular em indivíduos jovens por uma zona de reabsorção, na qual a cartilagem é substituída por osso. Com a idade esta zona se torna uma placa óssea que isola o osso medular da cartilagem (Slootweg and Miiller, 1986). A camada de células mesenquimais (camada proliferativa) foi encontrada em pacientes com hiperplasia condilar após o período esperado para seu desaparecimento, fato importante, pois esta permanece com potencial de crescimento indefinidamente, de forma que mesmo incomum, esta patologia pode manifestar-se em qualquer idade, como reportaram Gray et al. (1990) em um paciente com 55 anos.

Slootweg & Miller (1986) realizaram um estudo com 22 pacientes que apresentavam HC para avaliar a existência de diferentes tipos histológicos, e correlacionar as características histológicas com os achados da cintilografia óssea. Os autores encontraram quatro variações histológicas. O tipo I foi caracterizado por uma camada proliferativa e de cartilagem hialina espessa, além disso, foram encontrados remanescentes de cartilagem no osso medular do pescoço condilar. No tipo II foi observada que a camada proliferativa estava presente em algumas regiões, sem cartilagem hialina que foi substituída por fibrocartilagem, foi observada uma placa óssea subcondral contínua e poucos remanescentes de cartilagem no osso medular do pescoço condilar. No tipo III foi observada a perda da arquitetura das camadas, presença de uma massa espessa e irregular de cartilagem hialina até a região de osso medular. E finalmente, o tipo IV, composto por uma placa óssea subcondral contínua coberta por fibrocartilagem pobre em células, sem a camada proliferativa e de cartilagem hialina. O tipo I foi relacionado aos pacientes menores de 20 anos, enquanto o tipo II para os maiores, compatível com o desenvolvimento normal em que aos 20 anos há a substituição da cartilagem hialina por fibrocartilagem. No tipo III foi observada maior prevalência de dor articular que poderia estar relacionada com uma origem traumática e não como uma genuína HC. Não foi encontrada uma correlação entre o tipo histológico e os achados da cintilografia. Os restos de cartilagem na região de pescoço condilar foram associados a presença de crescimento ativo.(Slootweg and Miiller, 1986)

Hampf et al. (1985) encontraram correlação positiva entre os achados histológicos e os resultados da cintilografia. Porém, Slootweg & Miiller (1986) observaram dois casos de falso positivo da cintilografia, em que os côndilos apresentavam alterações devido a processo de artrite. Gray et al. (1990) realizaram um estudo com 20 pacientes com hiperplasia condilar unilateral de forma a correlacionar achados histológicos com resultados da cintilografia e observaram uma relação positiva entre a presença e profundidade de ilhas de cartilagem no osso

medular e uma maior captação do tecnécio. Assim, não está estabelecido na literatura a associação direta entre os achados histológicos e a atividade da doença.

O tratamento da hiperplasia condilar é complexo, geralmente necessita de tratamento ortodôntico para alinhar e descompensar os dentes, seguido de cirurgia ortognática, utilizando osteotomias na maxila, mandíbula e no mento. Para pacientes com hiperplasia condilar ativa a condilectomia está indicada, com eliminação de pelo menos 6 mm da parte mais superior do côndilo (Jones and Tier, 2012). A finalização do tratamento é realizada com a estabilização e refinamento da oclusão com a ortodontia. A correção estética pode ser realizada pela remoção de tecido ósseo ou pela colocação de implantes aloplásticos, como de polietileno poroso de alta densidade na região lateral da mandíbula (Jones and Tier, 2012).

Graziani (1972) reportou um caso em que realizou o tratamento em dois estágios cirúrgicos, o primeiro por meio de acesso pré-auricular e ressecção do côndilo e o segundo para correção do contorno mandibular, com correção da hipertrofia do corpo direito e da atrofia do ramo esquerdo. Norman & Paiter (1980) relataram 12 casos de hiperplasia condilar. Os autores realizaram condilectomia isolada em 6 casos, condilectomia associada a osteotomia vertical do ramo mandibular no lado contralateral em 4 casos, condilectomia associada a osteotomia para redução da borda inferior da mandíbula em um caso e condilectomia associado a osteotomia sagital do ramo mandibular no lado contralateral em outro caso. No estudo, 10 pacientes permaneceram com bloqueio maxilomandibular pós-operatório. Foi removido todo o remanescente condilar que estivesse 5 mm acima da incisura da mandíbula, os autores relataram bons resultados estéticos e funcionais e não observaram recidiva.

Hampf et al. (1985) em um estudo retrospectivo com 35 pacientes relataram utilizar 13 tipos de tratamento, fato explicado pela diversidade com que a deformidade facial se manifesta, com variação da severidade da assimetria e da presença ou não do crescimento compensatório da maxila. O que revela também a falta de um consenso na época sobre o tratamento mais adequado dentre as opções terapêuticas existentes.

Muñoz et al. (1999) relataram um caso de HC ativa em uma paciente de 13 anos tratado com condilectomia alta (7mm), este resultou na correção da deformidade e da oclusão. Os autores afirmaram que a origem desta patologia está na parte mais superior do côndilo e que pode ser corrigida pela remoção da camada de cartilagem.

Wolford et al. (2002) propôs um novo sistema de classificação da hiperplasia condilar, baseado na frequência da ocorrência, no tipo da deformidade resultante e quanto ao procedimento cirúrgico necessário. A hiperplasia condilar tipo 1 refere-se a aumento da taxa de crescimento normal do côndilo mandibular, com manutenção da arquitetura e alongamento do côndilo, pescoço condilar e ramo mandibular. Neste tipo, predomina o vetor de crescimento horizontal que causa o crescimento da mandíbula para frente da maxila, expresso por meio da relação esquelética e oclusal Classe III; o crescimento vertical também pode ocorrer. Este tipo foi subdividido em duas categorias, o tipo 1A refere-se ao crescimento simétrico bilateral, ou assimétrico, se a taxa de crescimento de um lado for maior. O prognatismo mandibular decorrente desta já havia sido proposto por Rowe em 1960 (Rowe, 1960), e teoricamente discutida por Egyedi (1964) e Obwegeser & Makek (1986), porém sem repercussão ou mais informações na literatura internacional. O tipo 1B refere-se a forma unilateral, que é menos comum. O crescimento começa na puberdade e avança até parte da terceira década de vida, geralmente é autolimitante. A hiperplasia condilar tipo 2 envolve o aumento do côndilo, do corpo mandibular, da espessura do pescoço condilar e da altura do ramo mandibular. Esta pode ocorrer em qualquer idade e não é autolimitante, pode ser causada por tumores, como osteocondroma e osteoma (Wolford et al., 2002).

Wolford et al. (2002) realizaram um estudo com 37 pacientes com hiperplasia condilar tipo 1, estes foram divididos em dois grupos de acordo com o tratamento empregado. O grupo 1 composto por 12 pacientes que foram tratados com cirurgia ortognática. O grupo 2 composto por 25 pacientes (12 pacientes com HC tipo 1A e 13 com HC tipo 1B), estes foram tratados com condilectomia alta, ou seja, remoção de 3 a 5 mm da região mais superior do côndilo que inclui o polo lateral e medial, associado a cirurgia ortognática. Após um período médio de 5 anos de acompanhamento foi observada uma taxa maior de crescimento no grupo 1 (3,5 mm) que no grupo 2 (0,8mm). A função mandibular pós-operatória foi semelhante em ambos os grupos. Todos os pacientes do grupo 1 apresentaram recidiva da Classe III esquelética e necessitaram de uma nova intervenção cirúrgica. No grupo 2 apenas um paciente apresentou recidiva transversal da maxila.

Wolford et al. (2009) realizaram um estudo retrospectivo com pacientes com hiperplasia condilar tipo 1. Os resultados deste estudo são similares ao artigo publicado em 2002 (Wolford et al., 2002), porém foram acrescentados mais pacientes no grupo 2. Os critérios de inclusão do estudo foram: HC tipo 1 baseado em uma série de avaliações clínicas e de

telerradiografias de perfil; condilectomia alta bilateral ou unilateral e reposicionamento do disco articular para o grupo 2; cirurgia ortognática para correção da deformidade dentofacial; acompanhamento mínimo de 2 anos; dados clínicos e radiográficos adequados. Os autores utilizaram os 12 pacientes tratados com cirurgia ortognática do estudo publicado anteriormente e 42 pacientes tratados com condilectomia alta e cirurgia ortognática. No grupo 2 apenas um paciente teve que ser submetido a uma nova cirurgia devido a recidiva transversa da maxila. Os autores concluíram que a condilectomia associada a cirurgia ortognática apresenta resultados previsíveis a longo prazo (Wolford et al., 2009).

Villanueva-Alcojol et al. (2011) realizaram um estudo retrospectivo com 36 pacientes (25 mulheres e 11 homens) com assimetria facial devido a hiperplasia condilar. Em 24 pacientes o SPECT detectou uma diferença de captação superior a 10% entre o côndilo hiperplásico e côndilo contralateral, para os demais pacientes a diferença foi qualitativa. Todos os pacientes foram submetidos a condilectomia, com remoção de 4 a 5 mm da região mais superior do côndilo, seguido posteriormente por tratamento ortodôntico, e para seis pacientes cirurgia ortognática. Os pacientes apresentaram confirmação histopatológica do diagnóstico, foi observada a persistência da camada de células mesenquimais indiferenciadas, uma camada de cartilagem hipertrófica e ilhas de cartilagem no osso medular. Não foi observada relação direta entre a captação do isótopo e o tipo histológico.

Não existe um consenso quanto a existência e a forma de tratamento da hiperplasia condilar bilateral. O diagnóstico diferencial da HC tipo 1 A e B deve ser com: hipoplasia maxilar, prognatismo mandibular que inicia na infância mantém o crescimento normal, deslocamento do côndilo anterior a eminência articular, acromegalia, macroglossia, assimetria facial congênita, outras patologias da articulação temporomandibular como osteoma, osteocondroma e reabsorção condilar do lado contralateral (Wolford et al., 2009).

O prognatismo mandibular que inicia na infância mantém o crescimento normal ou deformidade dentofacial Classe III é caracterizado pela posição mandibular mais anterior em relação à base do crânio e/ou maxila, apresenta prevalência pequena entre os caucasianos e maior em indivíduos asiáticos. Esta deformidade pode ser devido à retrusão maxilar ou o prognatismo mandibular, ou pela combinação de ambos (Sugawara & Mitani, 1997). A maior parte das más-oclusões não é resultado de um processo patológico, e sim da alteração do desenvolvimento normal. O comprimento total da mandíbula e seu posicionamento anterior deve ser considerado no diagnóstico diferencial (Chang et al., 2006).

A etiologia da deformidade dento-esquelética Classe III não está completamente elucidada, existem fatores genéticos e hereditários, influenciados por fatores externos como: posicionamento da língua, postura, hipertrofia das tonsilas e distúrbios endócrinos (acromegalia, gigantismo e adenoma hipofisário), pois o hormônio do crescimento pode reativar a região de crescimento na zona subcondilar no período pós-puberal (Chang et al., 2006).

As alterações morfológicas dos maxilares parecem ocorrer cedo, de forma que a taxa de crescimento mandibular e maxilar no período dos 7 aos 10 anos de idade é similar para indivíduos Classe I e III. No período da puberdade (10-15 anos de idade), o comprimento total da mandíbula e da região do corpo mandibular parece ser maior nos indivíduos Classe III, porém sem diferenças clinicamente significativas, que sugere que a deformidade foi estabelecida antes da puberdade. No período pós-puberal não foram observadas diferenças nas estruturas esqueléticas dos indivíduos Classe I e Classe III (Sugawara and Mitani, 1997).

Aparelhos ortopédicos têm sido utilizados para a correção do prognatismo mandibular em pacientes em fase de crescimento, mas existem diversos protocolos de tratamento. No entanto, os resultados parecem mais favoráveis para pacientes com deficiência de maxila (Chang et al., 2006). Em pacientes adultos com deformidade dentofacial Classe III o tratamento de escolha é a realização de cirurgia ortognática, com tratamento ortodôntico prévio visando a correção das compensações dentárias. O tratamento pode incluir recuo de mandíbula associado ou não ao avanço da maxila. A osteotomia sagital do ramo mandibular e a osteotomia vertical do ramo mandibular são duas técnicas viáveis (Chang et al., 2006). Este procedimento é estável para pacientes que não apresentam crescimento condilar e a literatura relata uma recidiva de 20 a 90%, que segundo Wolford et al. (2009) pode estar relacionada a HC tipo 1 não diagnosticada no pré-operatório. Estes autores propõem a associação entre condilectomia alta e a cirurgia ortognática para estes casos. Outros fatores relacionados à recidiva são a força muscular e a utilização ou não de fixação interna estável. Resultados mais estáveis foram obtidos com a osteotomia sagital do ramo mandibular (Wolford et al., 2009).

Wolford et al. (2014) publicaram uma atualização do sistema de classificação, com descrição detalhadas das características clínicas, radiográficas e histológicas. A hiperplasia condilar do tipo 2 refere-se aos casos de osteocondroma, esta foi dividida em tipo 2A refere-se ao crescimento vertical do côndilo e pescoço condilar, e o tipo 2B em que é observado um vetor de crescimento horizontal. No tipo 2B o crescimento é tumoral exofítico para fora do côndilo

geralmente para medial. A hiperplasia condilar tipo 3 inclui tumores benignos raros, como: osteoma, condroblastoma, osteoma osteoide, osteoblastoma, cisto ósseo aneurismático e granuloma central de células gigantes. A hiperplasia condilar do tipo 4 inclui tumores malignos: condrossarcoma, osteossarcoma e carcinoma metastático (Wolford et al., 2014).

Pode-se observar uma evolução nos métodos de diagnóstico e tratamento da hiperplasia condilar, de forma que tratamentos sequenciais e padronizados têm sido estabelecidos (Jones and Tier, 2012). A aparência facial dos pacientes com hiperplasia condilar depende do grau de crescimento anormal e da idade de início da patologia. Se a HC iniciou antes de finalizar o crescimento há um desenvolvimento compensatório da maxila, resultando na inclinação do plano oclusal. Tradicionalmente a correção da assimetria é realizada com cirurgia ortognática quando não há mais crescimento anormal, e necessita de tratamento ortodôntico prévio. Em paciente com crescimento condilar ativo a condilectomia está indicada de forma a minimizar a severidade da deformidade (Fariña et al., 2015).

Apesar de existirem estudos na literatura sobre morfologia e volume condilar de pacientes com deformidades dentofaciais (Rodrigues et al., 2009; Tecco et al., 2010; Bayram et al., 2012; Saccucci et al., 2012), não foram encontrados estudos que comparassem côndilos hiperplásico com de pacientes com deformidade dentofacial Classe III. A hipótese deste estudo é de que pacientes com deformidade dentofacial Classe III apresentam morfologia condilar semelhante aos de pacientes com hiperplasia condilar.

O objetivo deste estudo foi comparar a morfologia condilar em tomografias computadorizadas de feixe cônico de pacientes com hiperplasia condilar e pacientes com deformidade dentofacial Classe III, por meio de medidas lineares e volumétricas.

2. CAPÍTULO 1

No Differences in Morphological Characteristics Between Hyperplastic Condyle and Class III Condyle

Douglas Rangel Goulart DDS, MS¹, Pablo Muñoz DDS², Sergio Olate DDS, MS,
PhD^{1,2,3}, Márcio de Moraes DDS, MS, PhD¹, Rodrigo Fariña DDS⁴

1. Oral and Maxillofacial Surgery Division, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Brazil

2. Division of Oral and Maxillofacial Surgery & CEMYQ, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

3. Center for Biomedical Research, Universidad Autónoma de Chile, Concepcion, Chile

4. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Universidad de Chile, Santiago, Chile

International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery

Accepted for publication 28 may 2015

Abstract

The aim of this research was to compare the condylar morphology of patients with unilateral condylar hyperplasia (UCH) and patients with a Class III skeletal relationship using cone beam computed tomography (CBCT). A prospective study was conducted on patients with facial asymmetry attending in the division of oral and maxillofacial of the Universidad de la Frontera-Chile. Fifteen patients with UCH and 15 with Class III skeletal relationship were selected. Linear measurements of the condylar processes were obtained on a scale of 1:1 using the software Ez3D Viewer Plus (Vatech, Yongin, Korea). Analysis of variance (ANOVA) and paired t-test were used, considering $p < 0.05$. Patients with UCH presented statistical differences between the hyperplastic condyle and non-hyperplastic condyle for anteroposterior and mediolateral diameter, condylar neck length, and ramus height. Patients with a Class III skeletal relationship showed no differences between the right and left sides; the morphology of their condyles was similar to the condyles with hyperplasia and presented statistical differences when compared with non-hyperplastic condyles (one-way ANOVA, $p < 0.05$). Condylar morphology of UCH patients could be related to the development of Class III skeletal relationship. These findings provide an insight into the possibility of some Class III patients present bilateral condylar hyperplasia.

Key words: Condylar hyperplasia; Facial asymmetry; Mandibular condyle.

Introduction

Unilateral mandibular condylar hyperplasia (UCH) is a complex deformity of the condyle and the mandible that causes facial asymmetry¹. UCH is diagnosed through the clinical findings of facial asymmetry; occlusal changes should be demonstrated clinically and radiographically, with an active hyperplasia being confirmed by a bone scan performed at the initial diagnosis and repeated at least 6 months later².

Condylar growth activity has traditionally been assessed by planar scintigraphy with technetium methylene diphosphonate; however this method lacked anatomical precision. Tc99m-MDP-SPECT (single photon emission computer tomography with technetium methylene diphosphonate) has the capability of three-dimensional (3D) reconstruction and subsequent thin sectioning¹. The information is typically presented as cross-sectional slices through the patient, but can be freely reformatted or manipulate as required.

Classically, condylar hyperplasia has been described as a unilateral pathology, but this could be related to the facility of identifying the facial asymmetry produced by differences in the sizes of the condyles³. Another factor is the difficulty in establishing the abnormal size when both condyles presented hyperplasia, given that a certain asymmetry is normal to all human body structures⁴. Moreover, the diagnostic tools to assess condylar growth are based on the percentage differences in isotope uptake, which is higher on the condyle with hyperplasia⁵. Finally, the comparison between hyperplastic condyle and non-hyperplastic condyle is one of the most important factors for obtaining a final diagnosis of UCH. Thus, the use of SPECT and scintillography has no value to identify the activity of disease in cases of bilateral condylar hyperplasia⁶.

In contrast to most studies in the literature, there is a hypothesis that some patients with a Class III occlusal and skeletal relationship present a bilateral condylar hyperplasia, called condylar hyperplasia type IA, as the primary cause^{6,7}. From a biological point of view, it is possible; the concept of hyperplasia is an abnormal growth of cells, and hypothetically this could affect both sides.

The purpose of this study was to compare the temporomandibular joint (TMJ) morphology of patients with UCH and patients with a Class III skeletal relationship using cone beam computed tomography (CBCT).

Materials and Methods

This prospective study was conducted at the Division of Oral and Maxillofacial Surgery of the Universidad de La Frontera (Temuco - Chile). A total of 30 patients, 15 consecutive patients with facial asymmetry related to UCH and 15 consecutive patients with a Class III facial deformity, aged between 15 and 30 years, were assessed between January 2011 and June 2014. These patients had presented for the surgical correction of mandibular or facial deformity. The study was conducted according to the recommendations of research involving human beings and was approved by the Ethics Committee in Research of the Universidad de La Frontera.

The inclusion criteria for patients with a Class III facial deformity (Figure 1) were: (1) overjet less than 0 mm with a Class III dental occlusion and no missing teeth, (2) sella-nasion-B-point (SNB) angle of more than 84° with an established prognathism of the mandible, with or without hypoplasia of the maxilla, (3) A-point-nasion-B-point (ANB) angle ≤ 0 degrees, and (4) mandibular midline deviation less than 4 mm.



Figure 1 – CBCT image of a Class III patient included in this research showing symmetry between right and left condyles

The inclusion criteria for patients in the UCH group (Figure 2; Condylar hyperplasia type 1B of Woford's Classification⁷⁾) were: (1) mandibular midline deviation more than 5 mm, (2) dental occlusion with a unilateral crossbite, (3) lower dental midline deviation more than 4 mm, (4) patient's perception of active mandibular deviation in the last years, (5) Class I or Class III dental occlusion with no absent teeth, (6) assessment by 99m-Tc-MDP SPECT showing a final difference in condylar absorption equal to or greater than 10%. The SPECT was done according to routine protocols and the result was assessed by a medical specialist in nuclear medicine.

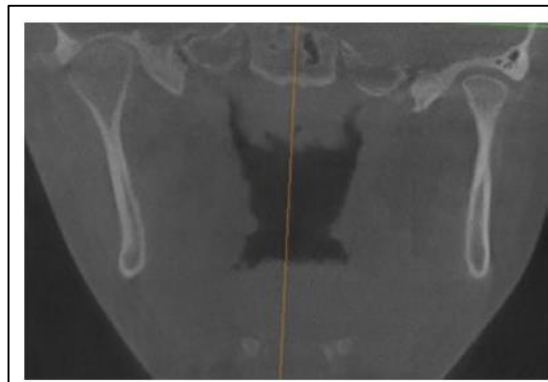


Figure 2 – CBCT image of a unilateral condylar hyperplasia patient included in this research showing asymmetry between hyperplastic and normal condyle (Condylar hyperplasia type 1B of Woford's Classification)

The following data were collected: gender, age and cephalometric parameters. All patients underwent standardized CBCT imaging (Pax Zenith 2011, Vatech, Yongin, Korea),

with setting of 90 kV and 12 mA, voxel size 0.12 mm, 1mm cuts in a 190 mm x 240 mm window, which recorded the condition and morphology of the bilateral TMJ. The computed tomography images were obtained with the patients in maximum dental intercuspation and the head positioned with the Frankfort plane parallel to the floor.

Linear measurements of the condylar processes were obtained on a scale of 1:1 using software Ez3D Viewer Plus (Vatech). The measurements using a previously used method³. The measurements are described in Table 1 and shown in Figures 3-5. Two further images were obtained for each measurement, immediately before and immediately after (1 mm cuts) the middle area, calculated in 3D reconstruction (the middle point was obtained in sagittal, coronal and axial views). A final number was obtained from the average of the three measurements.

The data were analyzed using descriptive and correlational statistics with the support of the software SPSS v. 18.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL). The paired Student's t-tests were used for each measurement, to evaluate the average of the differences between the sides for each element of the sample. The Shapiro-Wilk test was performed and the sample was shown to be normally distributed. Levene's test was applied and showed homogeneity between the variances. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to assess method error. Every measurement was performed by one operator and repeated twice at an interval of one week. The correlation coefficient between the measurements of the first and second tracings was 0.99 and had a *p* value of 0.001. One-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's post hoc test were used to compare the measurements of patients with condylar hyperplasia and Class III facial deformity, with the results being significant at $P < 0.05$.

Table 1 – Description of measurement performed in the CBCT of patients with condylar hyperplasia and Angle Class III dentofacial deformity

Measurement	Description
Anteroposterior diameter of condyle	This was measured in sagittal view. A longitudinal line was drawn at the widest point of the condyle. This line began at the earliest point on the most anterior cortical bone and ended at the point in the most posterior cortical bone.
Mediolateral diameter of condyle	This was measured in coronal view. A longitudinal line was drawn at the widest point of the condyle. This line was perpendicular to the axial axis of the condyle, starting and ending at the closest point of the most medial and lateral realce of the cortical bone.
Condylar neck length	This was measured in coronal view. A longitudinal line was drawn that started at the uppermost cortical point of the condylar head and ended at a point in the upper limit of the sigmoid notch. The sigmoid notch was demarcated by a line in sagittal view that was used in coronal view.
Height of mandibular ramus	This was measured in sagittal view. The greatest dimension from the most superior aspect of the condyle to the line parallel to the inferior border of mandible.
Depth of mandibular condylar fossa	This was measured in sagittal view. A line was drawn, that started at the lowest point of the mandibular eminence and ended at the most posterior point of malar eminence. The measurement was taken with a line between these references perpendicular to the mandibular fossa.

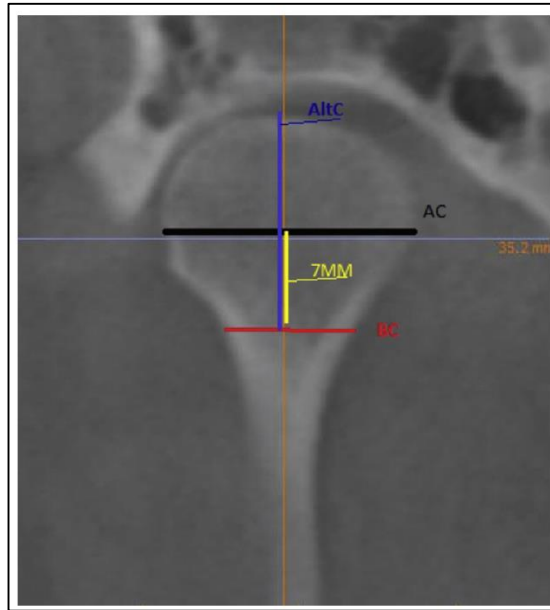


Figure 3 – CBCT image showing the condyle measurement in the coronal view; the condylar height (blue line) and mediolateral diameter of the condyle (black line) can be observed.

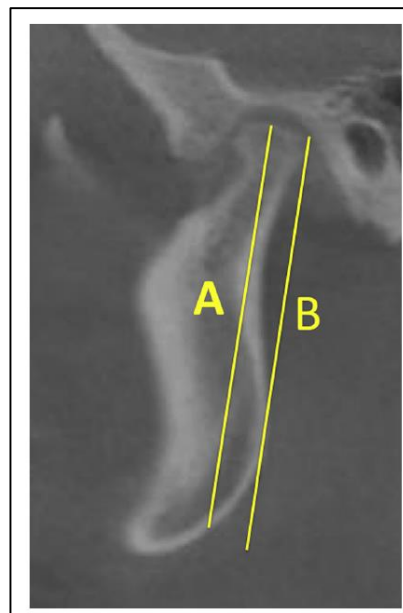


Figure 4 – CBCT image showing the length of the ramus - line “A”. Line “B” is the posterior border of the ramus in contact with the two more posterior points of the ramus (considering de condylar head).

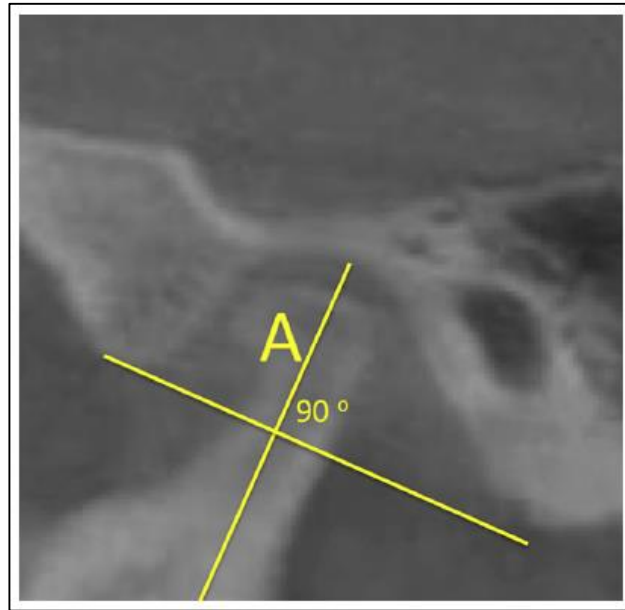


Figure 5 – CBCT image showing the measurement of the depth of the mandibular condylar fossa - line “A”.

Results

Thirty patients were included in this study: 15 with a Class III (C-III) skeletal relationship and 15 with UCH. Most patients in both groups were women (UCH - 53.3%; C-III 66.7%) (Table 2). The mean age for the UCH group (Table 3) was 19.26 ± 3.59 years, and the UCH occurred mainly in the right side (53.3%). The patients with a Class III skeletal relationship were older, with a mean age of 26.0 ± 3.61 years. No difference was observed between the groups regarding gender ($p=0.46$).

Table 2 – Demographic characteristics and diagnosis condition for the Class III patients.

ID	Age, years	Sex	Overjet (mm)	ANB angle	SNB angle
1	29	Female	-1	0	84
2	22	Male	-3	-2	86
3	28	Female	-5	-3	85
4	28	Female	-8	-5	86
5	25	Female	-7	-5	88
6	27	Male	-5	-2	85
7	19	Female	-2	-1	87
8	26	Female	-8	-4	87
9	19	Female	-1	0	84
10	22	Male	-4	-1	90
11	29	Female	-8	-4	92
12	30	Male	-10	-6	89
13	29	Female	-2	-2	87
14	28	Female	-6	-2	92
15	29	Male	-8	-5	95

Table 3 – Demographic characteristics and diagnosis condition for the unilateral condylar hyperplasia patients.

ID	Age, years	Sex	Hyperplastic condyle side	Chin deviation (mm)
1	15	Female	Right	5
2	17	Male	Left	6
3	15	Female	Right	8
4	18	Female	Right	5
5	22	Female	Left	9
6	27	Male	Left	5
7	17	Male	Right	7
8	16	Female	Left	9
9	19	Female	Right	10
10	21	Male	Right	6
11	24	Female	Left	5
12	17	Male	Left	8
13	20	Female	Right	7
14	17	Male	Right	9
15	24	Male	Left	10

In the group of patients with UCH, the condyle with hyperplasia showed greater measurements for all the variables. Statistically significant differences between the condyle with hyperplasia and contralateral side were observed for anteroposterior diameter ($p=0.014$), mediolateral diameter ($p<0.001$), height of condylar neck ($p=0.001$) and height of mandibular ramus ($p=0.004$). The differences in the depth of the condylar fossa between the right and left sides was not statistically significant.

The Class III patients showed symmetry between the left and right sides for the following measurements: anteroposterior diameter of the condyle, mediolateral diameter of the condyle, condylar neck length and height of mandibular ramus. No statistically significant difference was observed between the two sides in the depth of the condylar mandibular fossa ($p=0.48$).

With respect to the non-hyperplastic condyles in the UCH group, there was a significant difference in the mediolateral diameter compared to the Class III right condyle ($p=0.009$), Class III left condyle ($p=0.003$), and condyle with hyperplasia ($p<0.001$). Additionally, they presented a shorter condylar neck length compared to the Class III condyle ($p=0.02$) and condyle with hyperplasia ($p=0.01$). No statistical difference was observed in the anteroposterior diameter of the condyle, the height of the mandibular ramus or the depth of the condylar fossa when compared with the Class III condyle.

The condyle morphology data are presented in Table 4.

Table 4 – Results of measurement performed in the CBCT of patients with hyperplasia condylar and dentofacial deformity Class III of Angle

Measurement	Condylar Hyperplasia		<i>*p</i>	Class III of Angle		<i>**p</i>	<i>One-Way ANOVA***</i>	
	Condyle with Hyperplasia (Median/ SD)	Normal Condyle (Median/ SD)		Right Condyle (Median/ SD)	Left Condyle (Median/ SD)		F	P
Anteroposterior diameter of condyle	9.57 ±1.05	8.86 ±0.98	0.014	9.18 ±0.63	9.31±0.62	0.328	1.76	0.165
Mediolateral diameter of condyle	17.34±1.49 A	13.95±2.43 B	0.000	16.58±2.18A	16.91±2.51 A	0.369	7.29	0.000
Condylar neck length	20.12±2.92 A	16.45 ±3.58 B	0.001	19.98±3.45 A	19.40±3.21 AB	0.147	4.06	0.011
Height of mandibular ramus	65.15± 6.67	59.85±4.72	0.004	63.08± 6.43	62.46±6.45	0.299	1.89	0.142
Depth of mandibular condylar fossa	14.26±1.60	13.21±2.04	0.064	13.75±1.53	13.04±1.28	0.480	1.71	0.174

*Paired sample t-test between condyles with and without hyperplasia

** Paired sample t-test between right and left condyles in patients with Class III facial deformity

*** One-way ANOVA and Tukey's Post Hoc test

Discussion

Condylar hyperplasia includes conditions that create excessive growth and enlargement of the condyle, which can cause alterations in the bone architecture of the mandible, malocclusion and dentofacial deformity⁵. Obwegeser and Makek (1986) reported that condylar hyperplasia was always observed to be unilateral; however, they stated that theoretically a bilateral case could exist⁸.

The literature indicates that condylar hyperplasia affects the condylar morphology as well other areas of the mandible as well as anatomical sites adjacent to the articular fossa⁹. Classically, condylar hyperplasia is reported as unilateral; however, if both condyles present hyperplasia, it could represent an overgrowth leading to the development of a mandibular prognathism and Class III dentofacial deformity¹⁰.

The mandible and the TMJ can be loaded differently in people with diverse dentofacial morphologies, and one could hypothesize that the condyle and the fossa might differ in shape between people with various malocclusions¹⁰. Angle Class II has been associated with some degree of condylar remodeling¹¹. Another study has shown statistically significant

differences in the length of the condylar process between Class II and Class III patients, revealing this anatomical structure to be longer in Class III cases ¹².

The Class III patients in this study showed symmetry between the right and left condyle. The lack of asymmetry between the measurements is similar to that reported elsewhere, in which a different methodology was applied for different types of malocclusions ¹³.

In this research the condyles with hyperplasia were found to be very similar in linear dimensions when compared with the condyles of adult patients with Class III skeletal relationship. With these findings, it is possible that patients with a Class III skeletal relationship are presenting an overgrowth of both condyles. In the literature, this was recently named condylar hyperplasia type IA⁷. Wolford et al.^{6,7} have shown that this pathology usually begins as a Class I or mild to moderate Class III occlusion and skeletal relationship, which develops into a worse Class III relationship as the pathological process progresses.

Condylar hyperplasia occurs at different ages, but with a greater incidence in teenagers^{2,7}. Features include elongation of the condylar head and neck and a smooth, relatively normal-appearing morphology at the top of the condyle; in the coronal view, the top of the condyle appears more rounded than normal and the mandibular body is elongated⁷. For this condition, it is important to consider that cases showing accelerated and excessive mandibular growth that continues beyond the normal growth years could be related to condylar hyperplasia. The diagnosis is complex and demands a clinical evaluation that includes articulator-mounted models in centric relation and lateral cephalometric x-rays at 6 to 12-month intervals⁷.

The growth rate of condylar hyperplasia type 1A (bilateral condylar hyperplasia) is not a tumorous rate, but is somewhat faster than the normal condylar growth rate; thus, it is usually difficult to differentiate condylar hyperplasia type 1A from normal growth, particularly because both right and left joints are involved. In unilateral cases, it may also be difficult to determine an increased uptake on the affected side, particularly if the contralateral TMJ develops a displaced disc and associated arthritic changes, because this contralateral TMJ may also have a slightly increased uptake⁷.

Historically the clinical approach to diagnosing UCH has been through the clinical history and SPECT-assisted confirmation of greater 99m-Tc uptake¹⁴. However, these nuclear medicine methods are non-specific because a positive result is obtained for any kind of increase in bone metabolism, whether infectious, inflammatory, and traumatic or neoplastic, even in normal growth processes¹⁵. Another factor is that some patients affected by condylar

hyperplasia might show positive SPECT scans unrelated to the clinical progression of the asymmetry⁵. Additionally, it is difficult to correlate SPECT with other clinical and histological findings due to its great variability¹⁵.

Although bone scintigraphy and SPECT have been used to evaluate the active growth in UCH, this has no value in cases of bilateral condylar hyperplasia⁶. Condylar SPECT may detect active growth when the left condyle is compared to the right condyle, so it is necessary for one condyle to show an overgrowth of the fibrocartilage layer¹⁶.

Facial asymmetry could be related to dimensional changes in the condyle with hyperplasia; it is hypothesized that morphological and functional changes in both condyles could determine facial deformities³. The question that remains as a result of these findings is: If bilateral condylar hyperplasia exists, when should the patients with Class III skeletal relationship receive surgical treatment? For UCH, surgical treatment is undertaken before completion of the abnormal growth. If this growth is allowed to proceed, it exacerbates the facial deformity, asymmetry, and causes dental compensations, affecting the dentoskeletal development and producing excessive soft tissue development. This may increase the difficulties in obtaining optimal functional and aesthetic results⁶.

So when a teenager presents with a mandibular prognathism related to bilateral condylar hyperplasia, should this situation be treated like UCH? Wolford et al.^{6,7} have reported a protocol related to hyperplastic condyle condition and this could be a response for this matter.

The results of this research provide preliminary information to suggest that some patients with Class III skeletal relationship could present a morphology similar to UCH. Further studies are required to provide a better understanding of this biological condition with bilateral overgrowth of the condyle unit. These results constitute an objective comparison between condyles involved in UCH and those involved in mandibular prognathism.

References

1. Pripatnanont P, Vittayakittipong P, Markmanee U, Thongmak S, Yipintsoi T.: The use of SPECT to evaluate growth cessation of the mandible in unilateral condylar hyperplasia. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 34:364–8, 2005.
2. Nitzan DW, Katsnelson A, Bermanis I, Brin I, Casap N.: The clinical characteristics of condylar hyperplasia: experience with 61 patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 66:312–8, 2008.

3. Olate S, Cantín M, Alisten JP, Uribe F, Navarro P, Olate G, Moraes M. Relacion Entre el Tamano Condilar y la Asimetria Facial Transversal en Individuos con Hiperplasia Condilar. *Int J Morphol*. 31:937–941, 2013.
4. Tecco S, Saccucci M, Nucera R, Polimeni A, Pagnoni M, Cordasco G, Festa F, Iannetti G.: Condylar volume and surface in Caucasian young adult subjects. *BMC Med Imaging*. 10:28, 2010.
5. Saridin CP, Raijmakers PGHM, Shamma S Al, Tuinzing DB, Becking a G.: Comparison of different analytical methods used for analyzing SPECT scans of patients with unilateral condylar hyperactivity. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 38:942–6, 2009.
6. Wolford LM, Morales-Ryan C a, García-Morales P, Perez D.: Surgical management of mandibular condylar hyperplasia type 1. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*.22:321–9, 2009.
7. Wolford LM, Movahed R, Perez DE.: A Classification system for conditions causing condylar hyperplasia. *J Oral Maxillofac Surg*.72:567–595, 2014.
8. Obwegeser HL, Makek MS.: Hemimandibular hyperplasia--hemimandibular elongation. *J Maxillofac Surg*14:183–208, 1986.
9. Olate S, Almeida A, Alister JP, Navarro P, Netto HD, Moraes M de.: Facial asymmetry and condylar hyperplasia: considerations for diagnosis in 27 consecutives patients. *Int J Clin Exp Med*. 6:937–941, 2013.
10. Katsavrias EG, Halazonetis DJ.: Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: A morphometric tomographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 128:337–346, 2005.
11. Saccucci M, D’Attilio M, Rodolfo D, Festa F, Polimeni A, Tecco S.: Condylar volume and condylar area in Class I, Class II and Class III young adult subjects. *Head Face Med*. 8:34, 2012.
12. Krisjane Z, Urtane I, Krumina G, Zepa K.: Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients. *Stomatologija*. 11:32–6, 2009.
13. Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RWF.: Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 136:199–206, 2009.

14. Saridin CP, Raijmakers P, Becking AG.: Quantitative analysis of planar bone scintigraphy in patients with unilateral condylar hyperplasia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 104:259–63, 2007.
15. Fariña R, Becar M, Plaza C, Espinoza I, Franco ME.: Correlation between single photon emission computed tomography, AgNOR count, and histomorphologic features in patients with active mandibular condylar hyperplasia. *J Oral Maxillofac Surg.* 69:356–61, 2011.
16. Robinson PD, Harris K, Coghlan KC, Altman K.: Bone scans and the timing of treatment for condylar hyperplasia. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 19:243–6, 1990.

3. CAPÍTULO 2

Volume analysis for comparison between patients with condylar hyperplasia and patients with Class III dentofacial deformity

Douglas Rangel Goulart DDS, MS¹, Pablo Muñoz DDS², Márcio de Moraes DDS, MS, PhD¹,
Sergio Olate DDS, MS, PhD^{1,2,3}

1. Division of Oral and Maxillofacial Surgery, State University of Campinas, Brazil
2. Division of Oral and Maxillofacial Surgery & CEMYQ, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile
3. Center for Biomedical Research, Universidad de Autónoma de Chile, Temuco, Chile

Abstract

Aim: To compare the condylar volume of patients with unilateral condylar hyperplasia (UCH) and patients with Class III skeletal relationship. **Methods:** A total of 20 Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images of patients were analyzed. The images were divided into two groups: 10 from patients with facial asymmetry and 10 from patients with a Class III facial deformity. Patients were aged between 15 and 30 years. The volumetric data were reconstructed using Dolphin 3D® software (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, USA). This software measured condylar volume above the deepest point of the sigmoid notch, lower arch midline deviation and overjet. **Results:** The condyle with hyperplasia showed greater volume ($1.97 \pm 0.52 \text{ cm}^3$) and showed statistically significant differences compared to the contralateral condyle ($X^2=14.30$; $p<0.01$). The Class III patients showed relative symmetry of volume between the left and right sides; these condyles showed greater volume compared to the non-hyperplastic condyles in the UCH group with a statistical significant difference ($X^2=6.22$; $p=0.013$; $X^2=5.50$; $p=0.019$). **Conclusion:** Hyperplastic condyles were similar in terms of volume to condyles of patients with mandibular prognathism, suggesting that some patients with Class III skeletal relationship could present bilateral condylar hyperplasia.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography; Facial asymmetry; Mandibular condyle; Prognathism.

Introduction

Unilateral condylar hyperplasia (UCH) is a complex deformity of the condyle and the mandible that leads to facial asymmetry. It occurs at any age; it does not stop at the end of the growth period and is more prevalent in females.¹ In cases of persistent growth associated with progressive facial asymmetry, interceptive surgery to remove the hyperplastic condyle by high condylectomy may help to limit the deformity.²

The first step in managing cases with condylar hyperplasia is assessing condylar growing activity. Planar scintigraphy with 99 m technetium methylene diphosphonate (Tc-MDP) has been used to assess growth activity in the condyle but it lacks anatomical precision. MDP-SPECT (single photon emission computer tomography) has the capability of 3D reconstruction and subsequent thin sectioning.² The use of cone beam computed tomography (CBCT) is widely related in temporomandibular joint (TMJ) studies so that its use combined with SPECT may reveal the patient's condition more clearly regarding hard tissue.³

There is a hypothesis that some patients with a Class III occlusal and skeletal relationship present a bilateral condylar hyperplasia, called Condylar hyperplasia type 1A, as the primary cause.⁴ Condylar hyperplasia type 1A is the most frequently occurring form and involves an accelerated growth rate of the "normal" growth mechanism of the mandibular condyle with relatively normal architecture of the condyle, but elongation of the condylar head, neck and mandibular body. This type, with a predominant horizontal growth vector, causes the mandible to grow forward to the maxilla, creating a Class III occlusal and skeletal relationship.⁵ A preliminary study suggested that some patients with Class III skeletal relationship could present condylar morphology similar to hyperplastic condyles.⁶ Therefore, the purpose of the present study was to compare the condylar volume of patients with UCH and patients with Class III skeletal relationship.

Materials and methods

This retrospective study was conducted at the Division of Oral and Maxillofacial Surgery at the Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. A total of 20 CBCT images from patients were analyzed. The patients were attended between January 2011 and June 2015. These patients had consulted for the surgical correction of dentofacial deformity. The CBCT images were divided into two groups: 10 from patients with facial asymmetry and 10 from patients with a Class III facial deformity. The patients in the sample were aged between 15 and 30 years. The study was conducted according to the recommendations for research involving human beings and was approved by the local Ethics in Research Committee.

The inclusion criteria for patients with a Class III facial deformity were: (1) overjet less than 0 mm with a Class III dental occlusion and no missing teeth, (2) sella-nasion-B-point angle (SNB) equal or more than 84° with an established prognathism of the mandible, with or without hypoplasia of the maxilla, (3) A-point-nasion-B-point (ANB) angle ≤ 0 degrees, and (4) mandibular midline deviation less than 4 mm.

The inclusion criteria for patients in the UCH group (Condylar hyperplasia type 1B from Wolford's Classification) were: (1) mandibular midline deviation more than 5 mm, (2) dental occlusion with a unilateral crossbite, (3) lower dental midline deviation more than 4 mm, (4) patient's perception of active mandibular deviation in the last years, (5) Class I or Class III dental occlusion with no absent teeth, (6) assessment by ^{99m}Tc -MDP SPECT showing a final difference in condylar absorption equal to or greater than 10%. The SPECT was done according to routine protocols and the result was assessed by a medical specialist in nuclear medicine.

All patients underwent standardized CBCT imaging (Pax Zenith 2011, Vatech, Yongin, Korea), with a setting of 90 kVp and 12 mA, voxel size 0.12 mm, 1mm sections in a 190 mm x 240 mm of field of view (FOV), which recorded the condition and morphology of the bilateral

TMJ. The computed tomography images were obtained with the patients in maximum dental intercuspation.

A single observer evaluated 20 CBCT images; the volumetric data were reconstructed using Dolphin 3D® software (Version 11.5, Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, USA). The 3D reconstruction of head was positioned with the Frankfort plane parallel to the horizontal plane. The midsagittal plane was perpendicular to horizontal plane. The segmentation features was adjusted for gray scale that allowed visualize condyle, between 150 to 2756 Hounsfield Unit (Figure 1). Each condyle was isolated using a sculpting tool and the condyle was delimited to enable the software to measure the volume. To measure the condylar volume, an imaginary line was created tangent to the deepest point of the sigmoid notch and parallel to the horizontal plane. The part of the mandible located on this line was determined as the mandibular condyle for volumetric analysis (Figures 2-3), method similar to other study (Schlueter et al., 2008). This procedure was performed twice for each condyle with a one-month interval between measurements. The Dolphin 3D® software measured the deviation between the facial midline and the maxillary dental midline, lower arch midline deviation and overjet (Figure 3-4), and built a lateral telerradiography from the CBCT images. From the CBCT the following SNB and ANB.

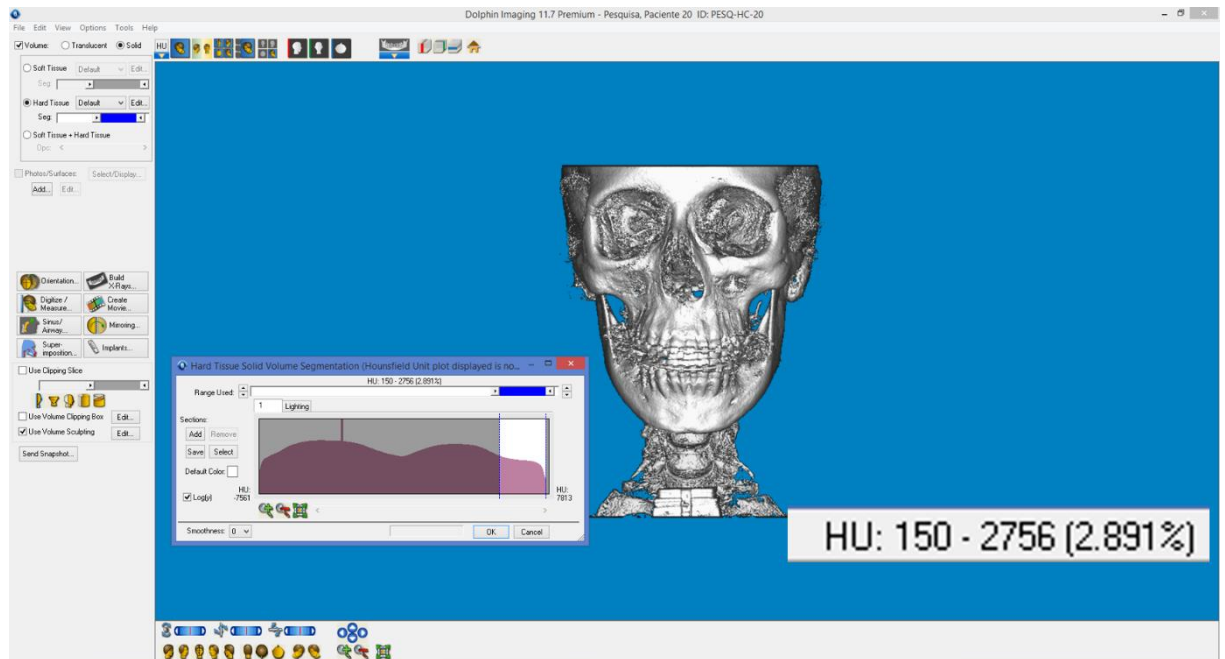


Figure 1: 3D reconstruction of CBCT from a patient with Class III skeletal relationship using a tool to determine segmentation features.

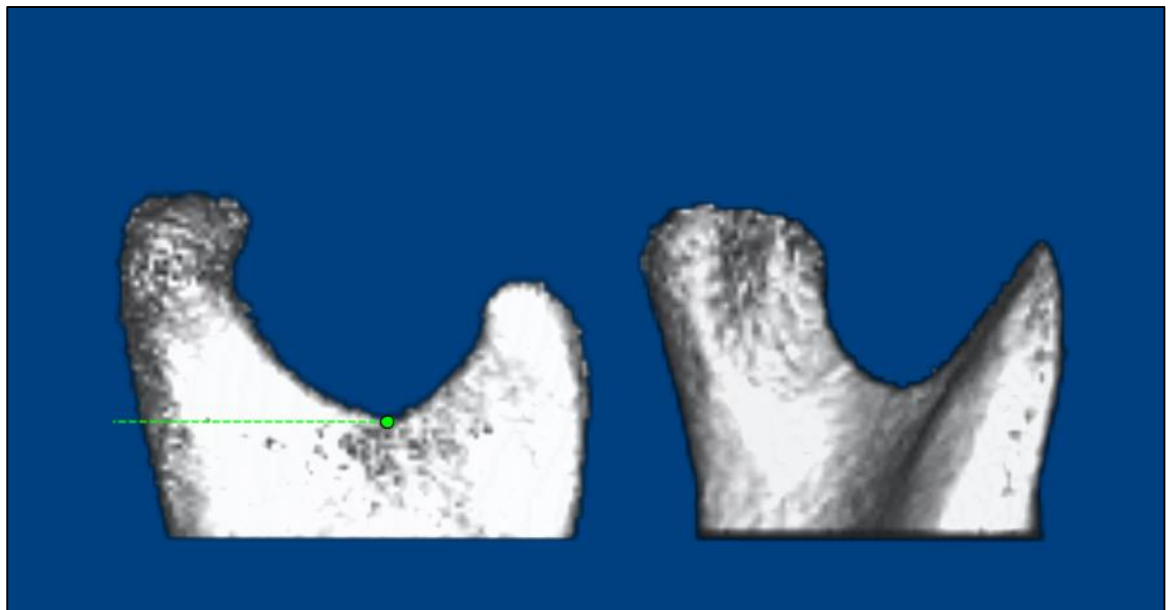


Figure 2: Delimitation of condyle to measure volume in 3D reconstruction of CBCT from a patient with UCH.

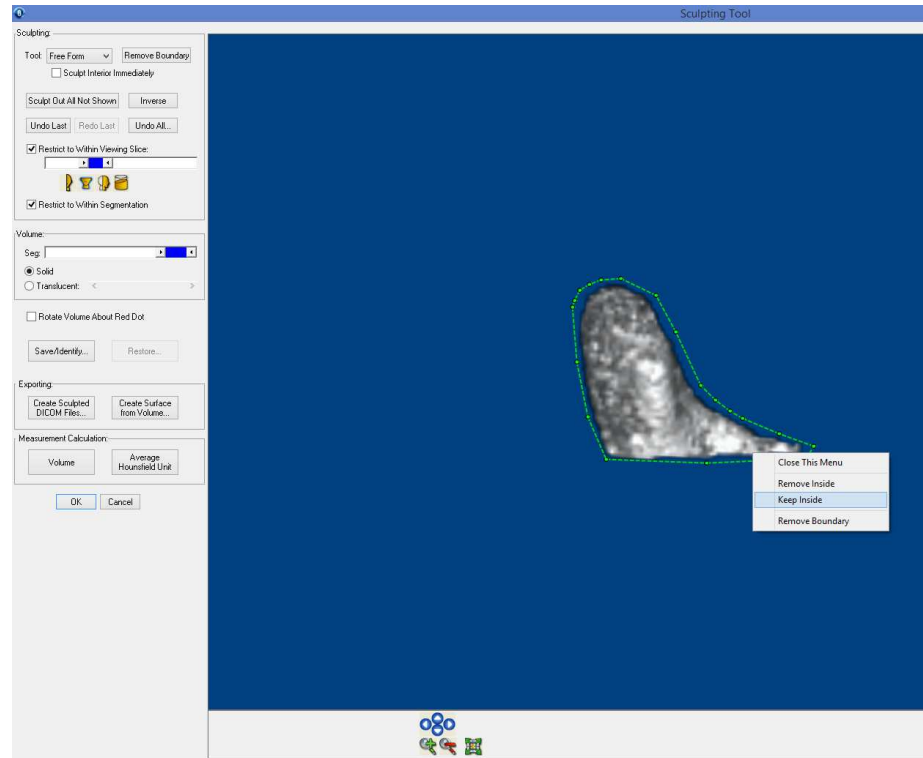


Figure 3: 3D reconstruction of condyle showing features of segmentation control and delimitation of condyle.

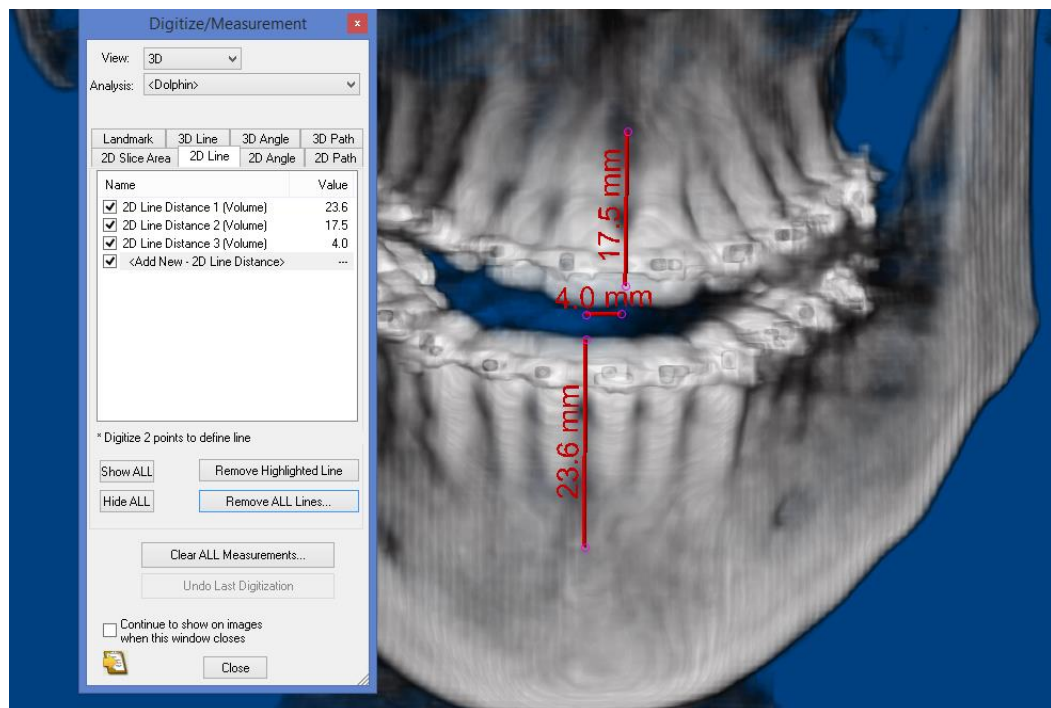


Figure 4: 3D reconstruction of CBCT from a patient with UCH using a 2D measure tool to evaluate deviation of median line of lower arch.

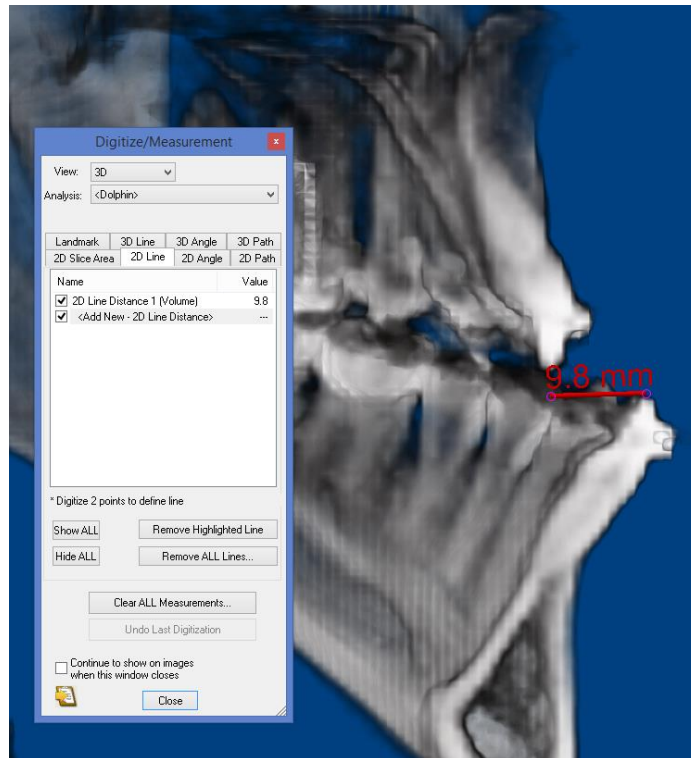


Figure 5: 3D reconstruction of CBCT from a patient with skeletal Class III relationship using a 2D measure tool to evaluate overjet.

The data were analyzed using descriptive and correlational statistics with the support of the software SPSS v. 18.0 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL) and Bioestat 5.0 (Instituto Mamirauá, Brasília, Brazil). The Shapiro-Wilk test was performed and the sample was shown to be normally distributed. Levene's test was applied and showed heterogeneity between the variances ($p < 0.05$). The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to assess method error. The correlation coefficient between the measurements of the first and second tracings was 0.973 and had a $p < 0.01$. Wilcoxon signed-rank test was performed to compare right and left condyles in Class III subjects and hyperplastic and non-hyperplastic condyles in condylar hyperplasia subjects. To compare all measurements we used Kruskal-Wallis tests (for multiple groups comparison) followed by Dunn's post-hoc test. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

Twenty patients were included in this study: 10 with a Class III (C-III) skeletal relationship and 10 with UCH. Most patients in C-III groups were women (60%). The mean age for the UCH group was 17.3 ± 2.28 years, and the UCH occurred mainly in the right side (60%). The patients with a Class III skeletal relationship were older, with a mean age of 22.5 ± 4.40 years. Tables 1 and 2 present the demographic and clinical features of C-III and UCH groups.

Table 1 – Demographic and tomographic features of patients with Class III skeletal relationship

	Gender	Age (years)	Mx. MD (mm)*	Side of Deviation	Md. MD (mm)**	Side of deviation	Overjet (mm)	ANB(°)	SNB(°)
1	Female	27	2	Left	1.3	Right	-5	-1.6	84
2	Male	25	0	-----	3.5	Right	-9.8	-6.9	85
3	Female	28	0	-----	1.1	Left	-4.3	-4.4	89.6
4	Male	21	0	-----	1.5	Right	-3.3	-2.2	85.3
5	Female	22	2.1	Right	0	-----	-6.5	-10.7	85.1
6	Female	19	1.5	Right	2	Left	-3.7	-7	84.5
7	Male	18	1	Right	0	-----	-5.9	-11.3	89.1
8	Female	29	1	Left	1.2	Left	-5	-8.7	87.4
9	Female	18	0	-----	2.6	Left	-3	-6.4	84.3
10	Male	18	0	-----	2.4	Left	-3.5	-5.1	84.5

*Deviation between facial midline and maxillary dental midline

**Deviation between maxillary dental midline and lower arch midline

Table 2 – Demographic and tomographic features of patients with UCH

	Gender	Age (years)	Mx. MD (mm)*	Side of Deviation	Md. MD (mm)**	Side of hyperplasia	Overjet (mm)	ANB (°)
1	Male	17	2.8	Right	7.6	Left	-5	-2.3
2	Male	17	0	-----	4	Right	0	2.5
3	Male	20	1	Right	5.5	Left	0	-3.1
4	Female	16	0	-----	5.3	Right	0	-1
5	Female	14	3	Right	5.4	Left	0	2.6
6	Female	16	0	-----	4	Right	0	0
7	Female	15	0	-----	4.1	Right	-3.7	-2.1
8	Male	19	0	-----	12.8	Right	1	0
9	Female	17	0	-----	4	Right	0	-3.9
10	Female	22	2.2	Left	4	Left	-1	-3.8

*Deviation between facial midline and maxillary dental midline

**Deviation between maxillary dental midline and lower arch midline

In the group of patients with UCH, the condyle with hyperplasia showed greater volume, ranged between 1.49 to 3.06 cm³, with a mean of 1.97 ± 0.52 cm³. Statistically significant differences were observed between the condyle with hyperplasia and the contralateral side condyle ($z=2.80$; $p<0.05$). The Class III patients showed symmetry of volume between the left and right sides; no statistically significant difference was observed between the two sides in these patients ($z=1.54$; $p=0.06$).

The non-hyperplastic condyles in the UCH group had a lower volume with a statistical significant difference compared to hyperplastic condyle ($z=3.75$; $p<0.05$) and the Class III left condyle ($z=2.76$; $p<0.05$). There are no statistical differences between non-hyperplastic and Class III right condyle ($z=2.19$; $p>0.05$), right and left Class III condyles ($z=0.56$; $p>0.05$), and hyperplastic condyle with Class III left and right condyles ($Z=1.55$; $p>0.05$ / $z=0.99$; $p>0.05$). The condylar volume data is presented in Table 3.

Table 3 – Results of volume measurement performed in the CBCT of patients with unilateral condylar hyperplasia and dentofacial deformity Class III.

Condylar Hyperplasia		Class III of Angle								
Measurement	Condyle with Hyperplasia (Mean/ SD)	Normal Condyle (Mean/ SD)	Mean difference	* p	Right Condyle (Mean/ SD)	Left Condyle (Mean/ SD)	Mean difference	**p	Kruskal-Wallis***	X ² p
Volume (cm3)	1.97 ±0.52 A	1.16 ±0.17 B	0.80±0.54	<0.01	1.60 ±0.43 A	1.74±0.50 AB	0.22 ±0.20	0.06	15.18	<0.01

* Wilcoxon signed-rank test

** Wilcoxon signed-rank test

*** Kruskal-Wallis tests (for multiple groups comparison) followed by Dunn's post-hoc test – difference in letter means statistically significant difference

Discussion

This study assumes that bilateral condylar hyperplasia could exist according to a preliminary study and some reports in the literature.^{6,7} The results of this study constitute an objective comparison between the condylar volume of patients with UCH and those with mandibular prognathism. This research show that the hyperplastic condyle was similar in terms of volume to condyles of patients with mandibular prognathism. However, can we affirm that these patients present bilateral condylar hyperplasia or condylar hyperplasia type 1A? Probably not, because the diagnosis is complex and involves mainly adolescents that begin with Class I or mild to moderate Class III, which worsens into a Class III relationship. The diagnosis must be based on clinical evaluation, which includes facial photography, articulator-mounted models and lateral cephalometric X-rays at 6 to 12-month intervals during the growth period.

In a population without UCH the mean difference between the means of condylar volume in the right and the left TMJ is 25.39 mm³, which is about the 3.9% of the mean condylar volume in the whole sample (p < 0.01).⁸ Saccuci et al. (2012) showed no statistical significant difference between condylar volume of left and right condyles in Caucasian subjects with occlusion Classes I, II and III.⁹ In this study we found that the mean difference between the left

and right condylar volume in Class III patients was 13.47%; however, the difference is not statistically significant. The symmetry between right and left condyles has been shown by other studies using linear measurements in CBCT.^{6,10} Yet some kind of asymmetry is normal to all structures of the human body.⁸ The patients with UCH showed 51.43% of the mean difference of condylar volume. The difference in condylar volume could be an initial diagnostic tool for UCH, since CBCT is more affordable than SPECT. However, more studies are required to determine what the normal variability is and how much the volume difference determines this pathology.

In the study of condylar volume, there is no consensus as to the point at which the structure can be isolated to measure the volume. These studies used different software and cut the condyle at the base of its neck, while the authors believe that the data on the isolated condylar head can be better associated with the growing mandibular process.^{8,9} This study used the sigmoid notch as a reference to isolate the condylar head and neck, given that UCH is a pathology that may not only affect the condylar head.

Condylar volume may be related to the mandibular final dimension as well as to the relationship between maxillary and mandibular bases.⁸ Ratio analysis (mandible/ maxilla volumes) could be a more accurate way to study the balance of the quantities of both jaws.¹¹ Thus, variability in the shapes and sizes of condyles should be an important factor in diagnosing TMJ disorders.¹² There are several studies in the literature that measure condylar volume related to facial deformities using CBCT images.^{8,9,13,14}

CBCT is a useful tool to measure and evaluate condylar dimensions.¹² The image quality of CBCT devices, which depends on section thickness, time acquisition of the image (scanning protocol), voxel dimension and focal spot dimension, may affect volume calculations.¹⁵ It is possible to say that a section thickness of 0.3mm at 0.9mm intervals provides good agreement

between estimated and actual condylar volumes.¹³ These features were considered and used in the methodology of this investigation.

The treatment of CH includes a high condylectomy (with removal of the top 3 to 5 mm of the condylar head), together with disc repositioning and orthognathic surgery. Recently a proportional condylectomy has been proposed as an alternative in cases of active UCH, reducing the need for secondary surgery.¹⁶ Ideally, a virtual treatment planning using CBCT images and accompanying software should be performed to determine if it is possible to correct the deformity and malocclusion using only a proportional condylectomy. However, in some cases there is a maxillary cant due to compensatory maxilla growth. In these cases, virtual treatment planning is the best choice to assess and correct the facial asymmetry.

This cross-sectional study presents some inherent limitations. Ideally, condylar volume should be assessed in a group of patients without facial deformity of similar ages. The small sample size was related to the strict inclusion criteria and the uncommon nature of UCH. The radiation doses related to CBCT limit the inclusion of healthy individuals and repeated exams. Others factors should be considered in applying the results of this investigation to clinical situations. The 3D volumetric depiction depends on the appropriateness of segmentation, the threshold of bone voxel values and the accurate suppression of the surrounding tissue values to enhance the structure of interest. The depiction is dependent on the software algorithm, the spatial and contrast resolution of the scan, the thickness and degree of calcification or cortication of bone structure and the technical skill of the operator.⁹

Volumetric depiction depends on appropriate segmentation, in other words the thresholding of bone pixel values and suppression of surrounding tissue values to enhance structure of interest. Dolphin 3D provide a semimanual method of segmentation, dependent on the interaction of the operator with the data produce a visually acceptable 3D rendering.¹⁷ However, few studies have used this method to assess condylar volume.^{17,18} It is difficult to

confirm whether the dimensions measured on the images correspond to the real dimensions of the structures, because the data obtained here cannot be compared with the anatomical truth.⁸ In this study, it is not possible to determine whether the medullary bone found itself within the segmentation features, as the program has opaque rendering and it is not possible visualize or separate the medullary bone.

The similarities between hyperplastic condyles and Class III skeletal relationship condyles could be a factor that instigates further prospective studies that follows patients during the growth period in order to identify cases that match CH type 1A. Orthodontists are the most suitable to evaluate this pathology, as they have opportunity to assess malocclusion at an early age and follow these patients for a long period. CH type 1A occurs much more frequently than clinicians realize. Failure to recognize this pathological entity can result in unfavorable functional and esthetic treatment results following orthodontics and orthognathic surgery.⁵

The differential diagnosis includes maxillary hypoplasia, mandibular prognathism without CH (patient starts out as skeletal Class III in early childhood and maintains harmonious growth between maxilla and mandible with cessation of growth at normal age), dental interferences of habitual posturing causing anterior positioning of the mandible, acromegaly and acquired facial asymmetry unrelated to the TMJ.⁵

The results of this research shows that the hyperplastic condyle is similar in terms of volume with condyles of patients with mandibular prognathism, suggesting that some patients with Class III skeletal relationship could present bilateral condylar hyperplasia. The difference in volume found between condyles in the patients with UCH could be an initial diagnostic tool in the future with a simple method.

References

1. Nitzan DW, Katsnelson A, Bermanis I, Brin I, Casap N: The clinical characteristics of condylar hyperplasia: experience with 61 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 66: 312, 2008.
2. Pripatnanont P, Vittayakittipong P, Markmanee U, Thongmak S, Yipintsoi T: The use of SPECT to evaluate growth cessation of the mandible in unilateral condylar hyperplasia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 34: 364, 2005.
3. Olate S, Almeida A, Alister JP, Navarro P, Netto HD, Moraes M de: Facial asymmetry and condylar hyperplasia: considerations for diagnosis in 27 consecutives patients. *Int J Clin Exp Med*. 6: 937, 2013.
4. Wolford LM, Mehra P, Reiche-Fischel O, Morales-Ryan C, García-Morales P. Efficacy of high condylectomy for management of condylar hyperplasia. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 121(2):136–51, 2002.
5. Wolford LM, Morales-Ryan C A, García-Morales P, Perez D: Surgical management of mandibular condylar hyperplasia type 1. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 22: 321, 2009.
6. Goulart DR, Muñoz P, Olate S, Moraes M de, Fariña R: No differences in morphological characteristics between hyperplastic condyle and Class III condyle. *Int J Oral Maxillofac Surg* 44: 1281, 2015.
7. Wolford LM, Movahed R, Perez DE: A Classification system for conditions causing condylar hyperplasia. *J Oral Maxillofac Surg* 72: 567, 2014.
8. Tecco S, Saccucci M, Nucera R, Polimeni A, Pagnoni M, Cordasco G, Festa F, Iannetti G: Condylar volume and surface in Caucasian young adult subjects. *BMC Med Imaging* 10: 28, 2010.
9. Saccucci M, D'Attilio M, Rodolfino D, Festa F, Polimeni A, Tecco S: Condylar volume and condylar area in Class I, Class II and Class III young adult subjects. *Head Face Med* 8: 34, 2012.

10. Muñoz G, Olate S, Cantín M, Vásquez B, Sol M. TMJ in facial Class III deformity: Condylar morphology relations TMJ in facial Class III deformity. Condylar morphology relations. *Int J Clin Exp Med*. 2014; 7(9): 3113–3117.
11. Deguchi T, Katashiba S, Inami T, Foong KWC, Huak CY: Morphologic quantification of the maxilla and the mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 137: 218, 2010.
12. Praveen BN SH: Morphological and Radiological Variations of Mandibular Condyles in Health and Diseases: A Systematic Review. *Dentistry* 03: 1, 2013.
13. Bayram M, Kayipmaz S, Sezgin OS, Küçük M: Volumetric analysis of the mandibular condyle using cone beam computed tomography. *Eur J Radiol* 81: 1812, 2012.
14. Huntjens E, Kiss G, Wouters C, Carels C: Condylar asymmetry in children with juvenile idiopathic arthritis assessed by cone-beam computed tomography. *Eur J Orthod* 30: 545, 2008.
15. Kayipmaz S, Sezgin OS, Saricaoglu ST, Bas O, Sahin B, Küçük M: The estimation of the volume of sheep mandibular defects using cone-beam computed tomography images and a stereological method. *Dentomaxillofac Radiol* 40: 165, 2011.
16. Fariña R, Olate S, Raposo a., Araya I, Alister JP, Uribe F: High condylectomy versus proportional condylectomy: is secondary orthognathic surgery necessary? *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2015.
17. Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear Accuracy and Reliability of Cone Beam CT Derived 3-Dimensional Images Constructed Using an Orthodontic Volumetric Rendering Program. *Angle Orthod*. 2008; 78(3): 387–95.
18. Illipronti-Filho E, Fantini SM, Chilvarquer I: Evaluation of mandibular condyles in children with unilateral posterior crossbite. *Braz Oral Res* 29: 1, 2015.

4. DISCUSSÃO

Neste estudo foi observado que os côndilos de pacientes com prognatismo mandibular, selecionados a partir dos critérios de Wolford et al. (2014), apresentaram morfologia semelhante aos côndilos hiperplásicos, quando foram comparadas medidas lineares e volumétricas em TCFC. No entanto não é possível afirmar que estes pacientes apresentam ou apresentaram hiperplasia condilar bilateral, uma vez que este diagnóstico está relacionado a um crescimento exacerbado em pacientes com padrão oclusal Classe I ou III que apresentam piora significativa do prognatismo mandibular. Os pacientes com hiperplasia condilar apresentam taxa de crescimento acima do normal na região dos côndilos, ramo e corpo mandibular bilateralmente. As características e o diagnóstico desta patologia são questionados, pois os exames convencionais para avaliar atividade da HC não identificam precisamente quando o crescimento anormal é bilateral.

A assimetria facial decorrente da hiperplasia condilar representa um desafio quanto ao diagnóstico e tratamento. Tumores benignos e malignos da ATM são infrequentes, no entanto quando um paciente apresenta achados clínicos de alteração da oclusão e assimetria facial, uma alteração morfológica do côndilo não deve ser descartada. O diagnóstico diferencial deve incluir hiperplasia condilar, osteocondroma, osteoma, condroma e osteoblastoma. Caso características de malignidade estejam presentes ainda devem ser incluídas as patologias condrossarcoma e osteossarcoma. Para o diagnóstico diferencial os exames de imagem são o método não invasivo mais utilizados (Shintaku et al., 2010).

A hiperplasia condilar pode ser identificada de forma mais fácil quando ocorre unilateralmente quando comparada a casos bilaterais e simétricos, que são muito difíceis de diferenciar do prognatismo mandibular (Obwegeser and Makek, 1986). No entanto, Wolford et al. (2002) propõe que esta forma é mais comum e manifesta-se principalmente como prognatismo mandibular, estes autores estabeleceram uma série de critérios que caracterizam esta doença. Neste trabalho foram utilizadas duas metodologias com a finalidade de estudar a morfologia condilar de pacientes com HC e com deformidade dentofacial Classe III. Ambos os métodos possuíram uma boa confiabilidade intra-examinador. Fernandes et al. (2015) realizaram um estudo para comparar a acurácia e a confiabilidade de medidas lineares realizadas em reconstruções volumétricas e nas reconstruções multiplanares. Os autores observaram que esta última é mais acurada, porém ambos os métodos foram confiáveis.

Medidas lineares em imagens multiplanares com voxel medindo 0,2 e 0,4 mm, são precisas e confiáveis quando comparadas as medidas reais (Fernandes et al., 2015).

As imagens radiográficas melhoraram muito a partir de 1971, quando a tecnologia de um computador foi integrada a fonte de imagem móvel, produzindo imagens multiplanares e modelos tridimensionais (Shintaku et al., 2010). A tomografia computadorizada *multislice* é versátil e fornece imagens detalhadas de tecido ósseo e tecido mole, porém com altas doses de radiação. Em 1991 foi desenvolvida a tomografia computadorizada de feixe cônico, que representou uma redução relativa na exposição à radiação (Shintaku et al., 2010).

A tomografia computadorizada de feixe cônico é uma ferramenta confiável para realizar medidas lineares e volumétricas de côndilos mandibulares. Na prática clínica a qualidade das imagens da TCFC e a capacidade destas na identificação de estruturas anatômicas e patológicas são influenciadas por muitas variáveis, como modelo do aparelho utilizado, campo de visão (FOV - *Field of View*), objeto examinado, tempo de escaneamento, voltagem e amperagem do tubo, e pela resolução espacial que é definida pelo tamanho do voxel. Imagens adquiridas com tamanho de voxel menor podem significar um aumento na dose de radiação e podem fornecer o mesmo resultado diagnóstico. Além disso, existe a influência do programa de computador usado para reconstruir as imagens, que pode interferir na qualidade da reconstrução final. Não existem protocolos estabelecidos de TCFC como uma ferramenta de diagnóstico para cada caso específico em Odontologia. Algumas estruturas radiopacas podem se tornar invisíveis dependendo do tamanho do voxel. Isso pode ser causado pelo efeito de interpolação, é um artefato comum da tomografia computadorizada, e ocorre quando um voxel está margeado por dois objetos de densidade diferente. Esse voxel pode refletir a média da densidade destes dois objetos ao invés do valor real deste objeto. Essa invisibilidade de algumas estruturas pode ser causada também pela limitação na resolução do contraste, que é a habilidade de diferenciar dois objetos próximos com densidades similares (Spin-neto et al., 2013).

Outro exame diagnóstico utilizado é o SPECT, este é essencial para verificar a atividade do crescimento e guiar o tratamento (Pripatnanont et al., 2005). No entanto, este exame é baseado na diferença de captação do lado afetado em relação ao lado saudável. Dessa forma, tem pouco valor nos casos de hiperplasia condilar bilateral (Wolford et al., 2014; Goulart et al., 2015). Além disso, foi encontrada uma correlação positiva entre artrose e hipercaptação de isótopo no côndilo contralateral ao hiperplásico. O processo degenerativo na cartilagem pode ser o resultado do crescimento condilar contralateral e do aumento da pressão na articulação

temporomandibular (Lippold et al., 2007). Muitos pacientes com hiperplasia condilar unilateral evoluem com desordens articulares do lado não afetado devido às mudanças de posicionamento e função decorrentes da deformidade. Esse fato pode diminuir a sensibilidade deste exame na detecção desta patologia, pois em condições de processo inflamatório há uma captação aumentada de isótopos diminuindo a diferença entre os côndilos.

O SPECT é positivo para diferença de captação do isótopo acima de 10% entre o côndilo normal e o hiperplásico (Pripatnanont et al., 2005). No entanto, se ambos os côndilos apresentarem crescimento anormal, o SPECT não será capaz de identificar. Análise qualitativa com o uso de cintilografia poderia demonstrar hiperatividade em ambos os côndilos em pacientes que finalizaram o crescimento, o que poderia sugerir a hiperplasia condilar bilateral. No entanto, Wolford et al.(2014) ressaltaram que esta patologia ocorre durante o período de crescimento e dessa forma torna difícil uma avaliação por este exame. O exame de imagem utilizado por estes autores foi a telerradiografia em norma lateral, realizada sequencialmente durante o crescimento, devido possibilidade de identificar um crescimento exacerbado da mandíbula uma vez que existem estudos que descrevem a taxa de crescimento normal mandibular utilizando este exame. Neste estudo, achados positivos no SPECT foram utilizados como critério de inclusão dos pacientes com hiperplasia condilar, apesar do PET apresentar melhor resolução espacial, ou seja, maior capacidade de representar detalhes, não existem dados suficientes na literatura que indicam a superioridade de um exame em relação ao outro em termos de especificidade e sensibilidade (Laverick et al., 2009; Wen et al., 2014).

Achados de microtomografia revelam que existem diferenças evidentes na estrutura do osso cortical e medular de côndilos hiperplásicos quando comparados a arquitetura de côndilos não afetados. Uma alta taxa de remodelação pode resultar em um osso menos mineralizado com maior porosidade, isso pode ocorrer no crescimento anormal e devido a carga mecânica. Esse efeito parece ser maior nos homens. As mulheres apresentam côndilos mais mineralizados, o que pode ser atribuído a um papel não conhecido do estrógeno. Apesar dos achados, essa ferramenta é pouco utilizada e são necessários mais estudos para esclarecer a utilidade deste exame nesta patologia (Karssemakers et al., 2014). Elbaz et al. (2014) não encontraram uma relação positiva entre os achados histológicos e a atividade da doença medida pelo SPECT. Todos os pacientes avaliados apresentaram espessamento da cartilagem e da camada de pré-condroblastos. O momento de realizar a cirurgia ainda é controverso (Elbaz et al., 2014).

A condilectomia é a única forma de cessar o crescimento anormal da HC, no entanto não há um consenso do momento em que esta deve ser realizada. Além disso, muitos temem o impacto funcional desse procedimento na articulação temporomandibular. Poucos estudos se dedicaram a estudar sobre este tema, foi observado que em 40% dos casos, os pacientes apresentaram desvio mandibular na abertura e restrição no movimento de lateralidade. Estes resultados são similares aos encontrados em pacientes com fratura de côndilo tratados conservadoramente, nos quais não existem consequências funcionais significativas (Brusati et al., 2010; Olate et al., 2014).

A utilização de cirurgia ortognática bimaxilar associada a condilectomia produz bons resultados clínicos em relação a simetria facial e função da ATM (Lippold et al., 2007). Ferreira et al. (2014) relataram que utilizam a TCFC para criar modelos virtuais tridimensionais, de forma que manipulam e reposicionam os maxilares virtualmente de forma a visualizar a oclusão pós-operatória (Ferreira et al., 2014). Existem questionamentos que permanecem sem resposta na literatura, como com quanto tempo de acompanhamento é possível determinar este crescimento anormal? Qual o melhor período para intervenção? Pois a maior parte dos casos esse crescimento cessa aos 20 anos (Wolford et al. 2002).

Esta tese apresentou limitações relacionadas ao pequeno tamanho da amostra uma vez que a hiperplasia condilar é pouco frequente. Além disso, não foram utilizados grupos controle de pacientes sem deformidade facial, devido à ausência de indicação da realização do exame tomográfico com estas características. Não foi possível utilizar os mesmos pacientes em ambos os estudos de forma a estabelecer uma comparação entre os achados, pois para o segundo estudo as medidas cefalométricas foram tomadas a partir da TCFC, e muitos pacientes do primeiro estudo não atingiram os critérios de inclusão. São necessários estudos longitudinais com pacientes com deformidade dentofacial Classe III para verificar quais pacientes apresentam crescimento mandibular exacerbado e se nestes casos há evidências morfológicas da hiperplasia condilar bilateral em comparação com os pacientes com taxa de crescimento normal.

5. CONCLUSÃO

Na amostra estudada a morfologia condilar de pacientes com prognatismo mandibular é semelhante à de côndilos hiperplásicos de pacientes com assimetria facial, quando foram realizadas medidas lineares e volumétricas utilizando imagens de tomografias computadorizadas de feixe cônico. Esse fato pode ser um indício da ocorrência de hiperplasia condilar bilateral como fator etiológico da deformidade dentofacial Classe III.

6. REFERÊNCIAS

- Bayram M, Kayipmaz S, Sezgin OS, Küçük M. Volumetric analysis of the mandibular condyle using cone beam computed tomography. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81(8): 1812–6.
- Bittencourt LP, Souza SAL, Magnanini M, Fonseca LMB Da, Gutfilen B. Verificação da atividade condilar em pacientes com padrão esquelético classe III por intermédio da cintilografia óssea. *Radiol. Bras.* 2005; 38(4): 273–7.
- Brusati R, Pedrazzoli M, Colletti G. Functional results after condylectomy in active laterognathia. *J. Craniomaxillofac. Surg. European Association for Cranio-Maxillofacial Surgery*; 2010; 38(3): 179–84.
- Chang H-P, Tseng Y-C, Chang H-F. Treatment of mandibular prognathism. *J. Formos. Med. Assoc. Formosan Medical Association & Elsevier*; 2006; 105(10): 781–90.
- Egyedi P. Etiology of condylar hyperplasia. *Aust. Dent. J.* 1964; 64(2): 12–7.
- Elbaz J, Wiss A, Raoul G, Leroy X, Hossein-Foucher C, Ferri J. Condylar Hyperplasia. *J. Craniofac. Surg.* 2014; 25(3): 1085–90.
- Fariña R, Olate S, Raposo a., Araya I, Alister JP, Uribe F. High condylectomy versus proportional condylectomy: is secondary orthognathic surgery necessary? *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015 [In press].
- Fernandes MT, Adamczyk J, Poleti ML, Fernando J, Henriques C, Friedland B. Comparison between 3D volumetric rendering and multiplanar slices on the reliability of linear measurements on CBCT images : an in vitro study. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23(1): 56–63.
- Ferreira S, Fabris S, Ferreira GR, Faverani LP, Francisconi GB. Unilateral Condylar Hyperplasia : A Treatment Strategy. *J Craniofac Surg.* 2014; 25(3): 256–8.
- Goulart DR, Muñoz P, Olate S, de Moraes M, Fariña R. No differences in morphological characteristics between hyperplastic condyle and class III condyle. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015; 44(10): 1281–6.
- Gray RJ, Sloan P, Quayle a a, Carter DH. Histopathological and scintigraphic features of condylar hyperplasia. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1990; 19(2): 65–71.
- Graziani M. Laterognathism, supraclulsion, and facial asymmetry from condylar hyperplasia. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1972; 33(6): 884–7.
- Hampf G, Tasanen a, Nordling S. Surgery in mandibular condylar hyperplasia. *J. Maxillofac. Surg.* 1985; 13(2): 74–8.
- Jonck LM. Condylar hyperplasia. *Int. J. Oral Surg. Munksgaard International Publishers Ltd.*; 1981; 10(3): 154–60.

Jones RHB, Tier G a. Correction of facial asymmetry as a result of unilateral condylar hyperplasia. *J. Oral Maxillofac. Surg. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*; 2012; 70(6): 1413–25.

Karssemakers LHE, Nolte JW, Tuinzing DB, Langenbach GEJ, Raijmakers PG, Becking a. G. Microcomputed tomographic analysis of human condyles in unilateral condylar hyperplasia: increased cortical porosity and trabecular bone volume fraction with reduced mineralisation. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg. British Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*; 2014; 52(10): 940–4.

Laverick S, Bounds G, Wong WL. [18F]-fluoride positron emission tomography for imaging condylar hyperplasia. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009; 47(3): 196–9.

Lippold C, Kruse-Losler B, Danesh G, Joos U, Meyer U. Treatment of hemimandibular hyperplasia: The biological basis of condylectomy. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2007; 45(5): 353–60.

Matteson SR, Profit WR, Terry BC, Staab E V, Burkes EJ, Hill C. Bone scanning with 99m technetium phosphate to assess condylar hyperplasia. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1985; 60(4): 356–67.

Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1997; 112(1): 8–11.

Mota RS, Cardoso VAC, Bechara CDS, Reis JGC, Maciel SM. Análise do crescimento das dimensões da mandíbula em diferentes idades fetais. *Dental Press J. Orthod.* 2010; 15(2): 113–21.

Muñoz ME, Monje F, Goizueta C, Rodríguez-Campo F. Active Condylar Hyperplasia Treated by High Condylectomy: Report of Case. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 1999. 57(12), 1455-1459.

Mutoh Y, Ohashi Y, Uchiyama N, Terada K, Hanada K, Sasaki F. Three-dimensional analysis of condylar hyperplasia with computed tomography. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 1991; 19(2): 49–55.

Nitzan DW, Katsnelson A, Bermanis I, Brin I, Casap N. The clinical characteristics of condylar hyperplasia: experience with 61 patients. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2008; 66(2): 312–8.

Norman JE, Painter DM. Hyperplasia of the mandibular condyle. A historical review of important early cases with a presentation and analysis of twelve patients. *J. Maxillofac. Surg.* 1980. p. : 161–75.

Obwegeser HL, Makek MS. Hemimandibular hyperplasia--hemimandibular elongation. *J. Maxillofac. Surg.* 1986; 14(4): 183–208.

Olate S, Martinez F, Uribe F, Pozzer L, Cavalieri-pereira L, De M. TMJ function after partial condylectomy in active mandibular condylar hyperplasia. *International journal of clinical and experimental medicine.* 2014; 7(3): 775–9.

Pripatnanont P, Vittayakittipong P, Markmanee U, Thongmak S, Yipintsoi T. The use of SPECT to evaluate growth cessation of the mandible in unilateral condylar hyperplasia. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2005; 34(4): 364–8.

Robinson PD, Harris K, Coghlan KC, Altman K. Bone scans and the timing of treatment for condylar hyperplasia. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1990; 19(4): 243–6.

Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RWF. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: Condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2009; 136(2): 199–206.

Rowe LN. Etiology, clinical features and treatment of mandibular deformity. *Brit Dent J.* 1960; 108: 41–64.

Saccucci M, D'Attilio M, Rodolfino D, Festa F, Polimeni A, Tecco S. Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. *Head Face Med. Head & Face Medicine*; 2012; 8(1): 34.

Saridin CP, Raijmakers PGHM, Al Shamma S, Tuinzing DB, Becking a G. Comparison of different analytical methods used for analyzing SPECT scans of patients with unilateral condylar hyperactivity. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009; 38(9): 942–6.

Schlueter B, Kim KB, Oliver D, Sortiropoulos G. Cone beam computed tomography 3D reconstruction of the mandibular condyle. *Angle Orthod.* 2008; 78(5): 880–8.

Shintaku WH, Venturin JS, Langlais RP, Clark GT. Imaging modalities to access bony tumors and hyperplastic reactions of the temporomandibular joint. *J. Oral Maxillofac. Surg. Elsevier Inc.*; 2010; 68(8): 1911–21.

Slootweg PJ, Miiller H. Condylar Hyperplasia - A clinico-pathological analysis of 22 cases. *J. max.-fac. surg.* 1986; 14: 209–14.

Spin-neto R, Gottfredsen E, Wenzel A. Impact of Voxel Size Variation on CBCT-Based Diagnostic Outcome in Dentistry: a Systematic Review. *J Digit Imaging.* 2013; 813–20.

Sugawara J, Mitani H. Facial growth of skeletal Class III malocclusion and the effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to chin cap therapy. *Semin. Orthod.* 1997; 3(4): 244–54.

Tecco S, Saccucci M, Nucera R, Polimeni A, Pagnoni M, Cordasco G, et al. Condylar volume and surface in Caucasian young adult subjects. *BMC Med. Imaging. BioMed Central Ltd*; 2010; 10(1): 28.

Villanueva-Alcojol L, Monje F, González-García R. Hyperplasia of the mandibular condyle: Clinical, histopathologic, and treatment considerations in a series of 36 patients. *J. Oral Maxillofac. Surg. Elsevier Inc.*; 2011; 69(2): 447–55.

Walters M, Claes P, Kakulas E, Clement JG. Robust and regional 3D facial asymmetry assessment in hemimandibular hyperplasia and hemimandibular elongation anomalies. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery*; 2013; 42(1): 36–42.

Wen B, Shen Y, Wang C. Clinical Value of 99 Tc m -MDP SPECT Bone Scintigraphy in the Diagnosis of Unilateral Condylar Hyperplasia. *The Scientific World Journal*, 2014 [In Press].

Wolford LM, Mehra P, Reiche-Fischel O, Morales-Ryan C a., García-Morales P. Efficacy of high condylectomy for management of condylar hyperplasia. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2002; 121(2): 136–51.

Wolford LM, Morales-Ryan C a, García-Morales P, Perez D. Surgical management of mandibular condylar hyperplasia type 1. *Proc. (Bayl. Univ. Med. Cent)*, 2009; 22(4): 321–9.

Wolford LM, Movahed R, Perez DE. A classification system for conditions causing condylar hyperplasia. *J. Oral Maxillofac. Surg. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*; 2014; 72(3): 567–95.

APÊNDICE 1

DESCRIÇÃO DAS METODOLOGIAS

Capítulo 1 - Material e Métodos

Foram selecionados 30 pacientes prospectivamente, 15 com deformidade dentofacial Classe III e 15 pacientes com hiperplasia condilar unilateral. Estes pacientes realizaram tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) no aparelho Pax Zenith 2011 (Vatech, Yongin, Coréia), com as seguintes configurações: 90 kVp, 12 mA, tamanho do voxel de 0,12 mm, cortes de 1mm de espessura em um FOV (*field of view*) de 190 mm x 240 mm. Os pacientes deveriam estar em máxima intercuspidação habitual com o plano de Frankfurt paralelo ao plano horizontal. As imagens da TCFC foram importadas para o programa Ez3D Viewer Plus (Vatech, Yongin, Coréia). Neste programa em cada tomografia foi delimitada a região de interesse (ROI) e o plano sagital médio dos côndilos conforme a Figura 1. A partir desta etapa foi selecionado o modo de visualização por meio de reconstrução multiplanar. Para cada plano de visualização (panorâmico-coronal e sagital) foi selecionada a confecção de imagens com a configuração de cortes de 1 mm de espessura com espaçamento de 1 mm (Figura 2). Para cada plano de visualização foi escolhido para realizar a mensuração o corte central seguido de um corte anterior e um corte posterior utilizando a ferramenta *Ruler* (Figura 3). A média da medida dos três cortes foi utilizada para a comparação. A Tabela 1 apresenta a descrição das medidas realizadas. Para cada paciente foram realizadas as mesmas medidas duas vezes com um intervalo de duas semanas para verificar a confiabilidade dos dados.

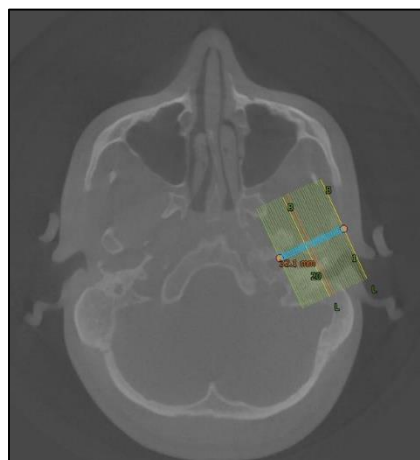


Figura 1- Delimitação da região de interesse e do plano sagital médio do côndilo.

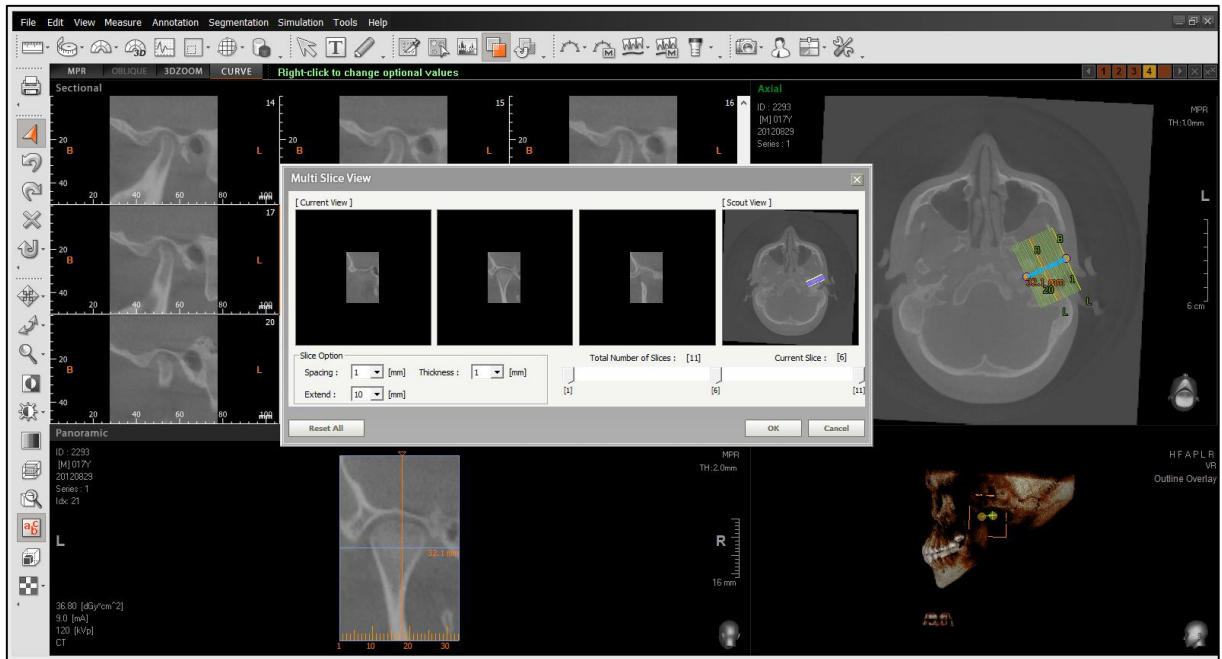


Figura 2 - Configuração dos cortes com 1 mm de espessura e com espaçamento de 1 mm.



Figura 3 – Utilização da ferramenta *Ruler* para medir distancia médio-lateral do côndilo.

Tabela 1 – Descrição das medidas realizadas em TCFC de pacientes com hiperplasia condilar e com deformidade dentofacial Classe III

Medida	Descrição
Distância Anteroposterior do côndilo	Esta foi medida no plano sagital. Uma linha longitudinal foi realizada na região mais larga do côndilo. Esta linha começou no primeiro ponto sobre o osso cortical mais anterior e terminou no ponto no osso cortical mais posterior.
Distância médio-lateral do côndilo	Esta foi medida no plano coronal. Uma linha longitudinal foi realizada na região mais larga do côndilo. Esta linha foi perpendicular ao eixo axial do côndilo, começando e acabando no ponto mais medial e lateral do osso cortical.
Comprimento do colo do côndilo	Este foi medido no plano coronal. Uma linha longitudinal foi desenhada que começou no ponto cortical e superior do côndilo e terminou em um ponto no limite superior da incisura da mandíbula.
Altura do ramo da mandíbula	Esta foi medida no plano sagital. Primeiramente foi desenhada uma linha que delimitou a borda posterior do ramo mandibular e do côndilo, após foi realizada uma linha paralela a esta que se estendia do aspecto mais superior do côndilo até a borda inferior da mandíbula.
Profundidade da fossa mandibular	Esta foi medida no plano sagital. Foi desenhada uma linha que começou no ponto mais baixo da eminência articular e terminou no ponto mais posterior da eminência malar. Seguiu-se a realização de uma outra linha perpendicular a esta até a região central e mais profunda da fossa mandibular.

Os dados foram analisados por meio de estatísticas descritivas e comparativa utilizando o programa de computador SPSS versão 18.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL). O teste de Shapiro-Wilk foi realizado e a amostra apresentou distribuição normal. O teste de Levene foi aplicado e mostrou homogeneidade entre as variâncias. O coeficiente de correlação intraclass (ICC) foi utilizado para avaliar o erro do método. Cada medição foi realizada por um operador e repetido duas vezes com um intervalo duas semanas. O coeficiente de correlação entre as medições dos primeiros e segundos traçados foi de 0,99 e tinha um valor de p de 0,001. Uma análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey foram utilizados para comparar as medições de pacientes com hiperplasia condilar e deformidade dentofacial Classe III, com os resultados sendo significativo para $p < 0,05$. O teste t pareado foi utilizado para avaliar as diferenças entre os lados direito e esquerdo de cada sujeito da amostra.

APÊNDICE 2

Capítulo 2 - Material e Métodos

Foram selecionadas retrospectivamente tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) de pacientes com deformidade dentofacial Classe III e com hiperplasia condilar. Foram incluídos 20 exames tomográficos, 10 para cada grupo de acordo com características faciais e critérios cefalométricos. Todos os exames foram realizados no Pax Zenith 2011 (Vatech, Yongin, Korea) com as seguintes especificações: 90 kVp, 12 mA, tamanho de voxel de 0,12 mm, cortes com 1mm de espessura, FOV (*field of view*) de 190 mm x 240 mm. Os arquivos DICOM foram importadas para o programa de computador Dolphin 3D® (Versão 11.7, Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, USA). Neste, cada paciente foi registrado por um número. Foi realizada a redução do tamanho dos arquivos DICOM em 30% de forma a permitir a manipulação 3D utilizando a ferramenta *DICOM Volume Downsizing Tool* no menu 3D, utilizando a configuração de *Compression Level – No loss 3:1*. Seguiu-se a delimitação das características de segmentação, na reconstrução 3D foi definida a visualização, por meio das opções: *Volume*, *Solid* e *Hard Tissue*, seguida da seleção da ferramenta *Edit* em que foi estabelecida a faixa de escala de cinza entre 150 a 2756 Unidades de Hounsfield. A cabeça do paciente foi ajustada com o plano sagital médio perpendicular ao plano horizontal. Foi selecionada a ferramenta *Use Volume Sculpting*, seguido do comando *Edit*. Primeiro restringe-se o volume entre a região do ramo mandibular e das órbitas, utilizando um corte axial com a ferramenta *Restrict to within viewing slice* (Figura 1). Foi selecionada a opção *Restrict to within segmentation* e a região do côndilo e ramo mandibular bilateralmente foi isolada utilizando o mouse para delimitação por pontos e remoção das regiões adjacentes. Após restar apenas os côndilos e o ramos mandibular bilateralmente, a região condilar foi delimitada por meio de uma reta que passa pelo ponto mais profundo da incisura da mandíbula, método similar ao empregado por Schlueter *et al.*(2008). Quando restaram apenas os dois côndilos, foi utilizado

o cursor do mouse para marcar pontos que contornam primeiramente o côndilo direito, selecionando o botão esquerdo do mouse e o comando *Keep Inside* (Figura 2 - A), em que o programa de computador exclui as outras regiões do campo de visualização que não estão dentro da região determinada e assim é selecionada a ferramenta *Volume* (Figura 2 - B). Esta automaticamente apresenta o volume em centímetros cúbicos. Após obter o resultado para um côndilo, é selecionado o comando *Undo last*, que desfaz a última ação de corte e seleção, e assim no lugar de selecionar o côndilo direito, seleciona-se o côndilo esquerdo e a mesma sequência de ferramentas é utilizada para medir o volume do côndilo esquerdo. A Figura 1 apresenta a janela de trabalho da ferramenta *Volume Sculpting*. Esse procedimento foi realizado duas vezes com intervalo de um mês.

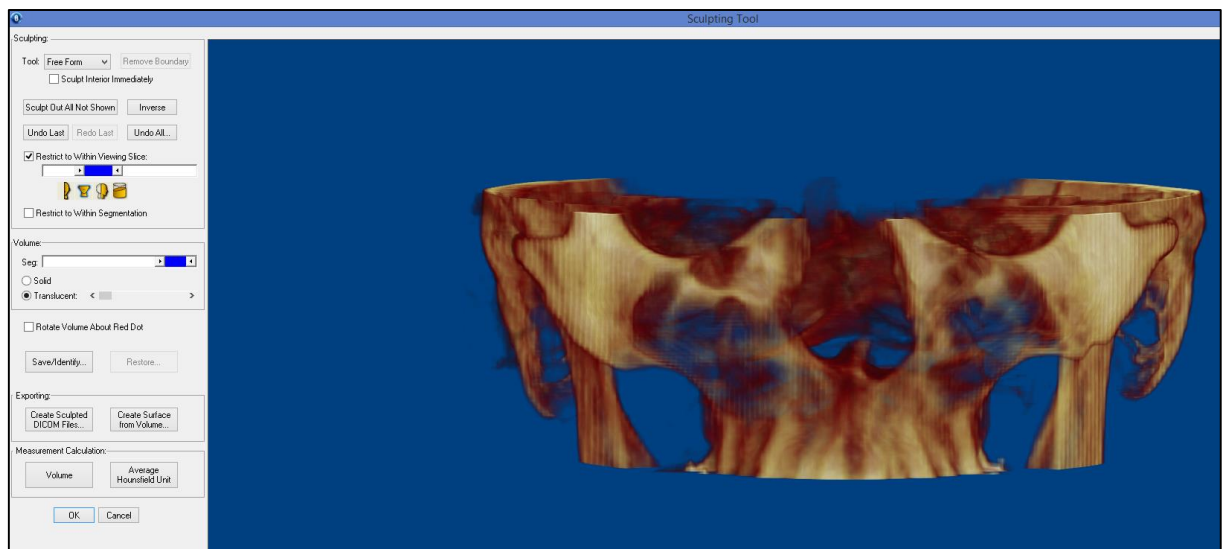


Figura 1 – Utilização da ferramenta *Restrict to Within Viewing Slice* para delimitação inicial do volume.

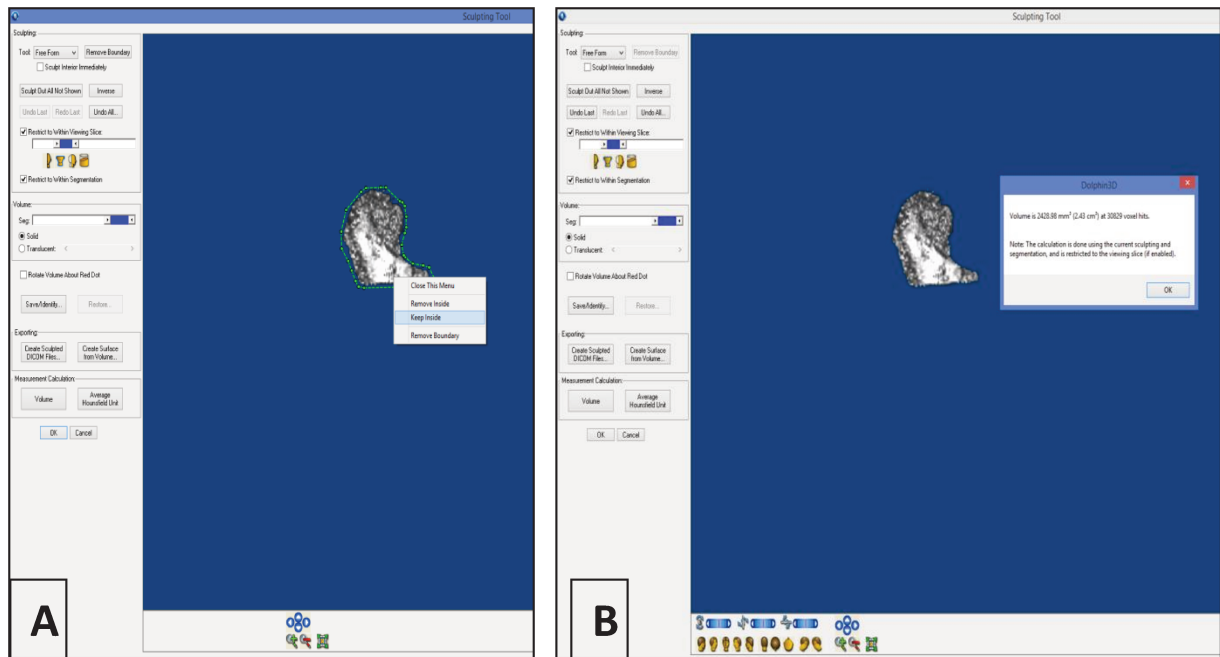


Figura 2 – Delimitação do côndilo pela seleção de pontos e da ferramenta *Keep Inside* (A); Utilização do botão *Volume* para a medição automática do volume (B).

Na região de visualização do Dolphin 3D® foi utilizada a opção *Digitize/ Measure*, nesta foi selecionado a ferramenta *2D Line* (Figura 3). Esta foi utilizada para medir o desvio da linha média dentária maxilar, linha média mandibular e o trespasse horizontal. Utilizando a ferramenta *Build X-Rays*, foi selecionada a opção *Lateral* e selecionada a face esquerda (*Other Half*), seguida do comando *Apply* para gerar a telerradiografia norma lateral dos pacientes. Esta foi salva na área de trabalho do Dolphin Imaging com o comando do terceiro botão do mouse *Save this Image to Dolphin layout* (Figura 4). Após esta etapa, foi encerrada a ferramenta 3D e o traçado cefalométrico foi realizada no *Dolphin Imaging* por meio da ferramenta *Digitize*, na área de *Ceph analysis* foi selecionada a análise de McNamara das quais foram utilizadas as seguintes medidas: SNB, ANB e Co-Gn.

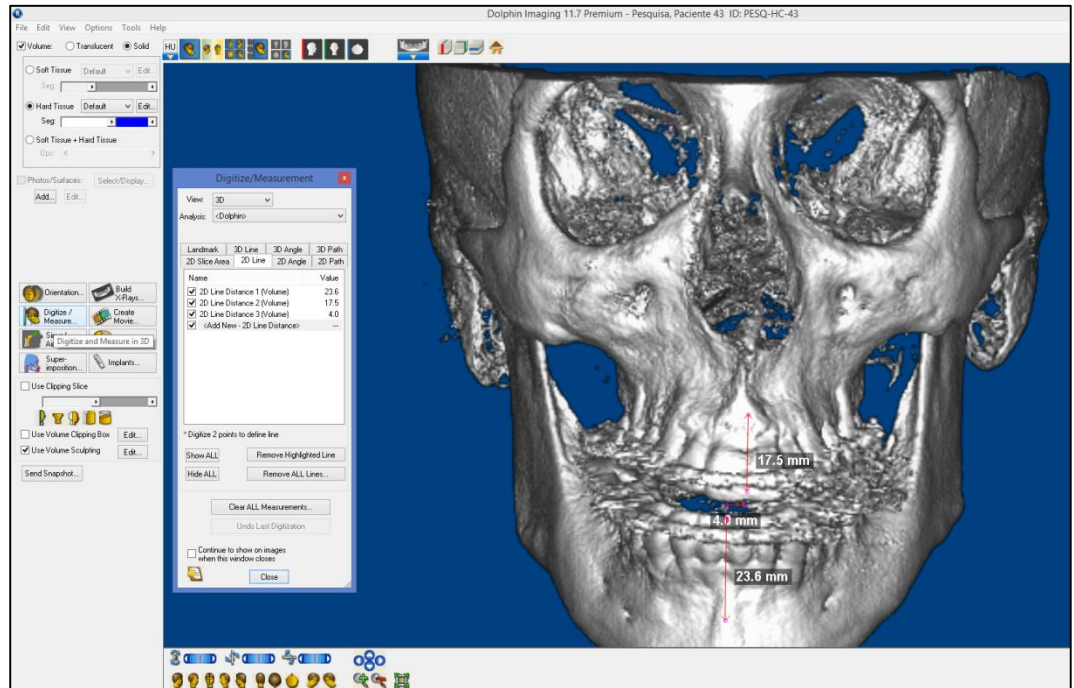


Figura 3 - Utilização da ferramenta *Digitize/Measure* e utilização da ferramenta *2D Line* para medir o desvio da linha média dentária mandibular.

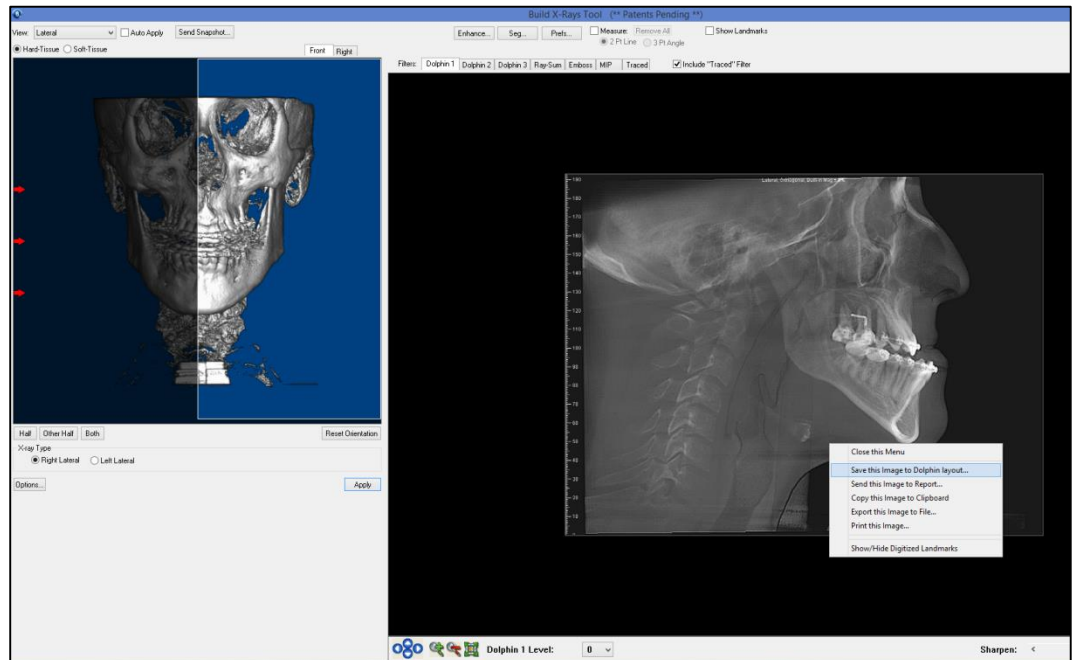


Figura 4 – Utilização da reconstrução 3D e da ferramenta *Build X-Rays Tools* para gerar a telerradiografia norma lateral.

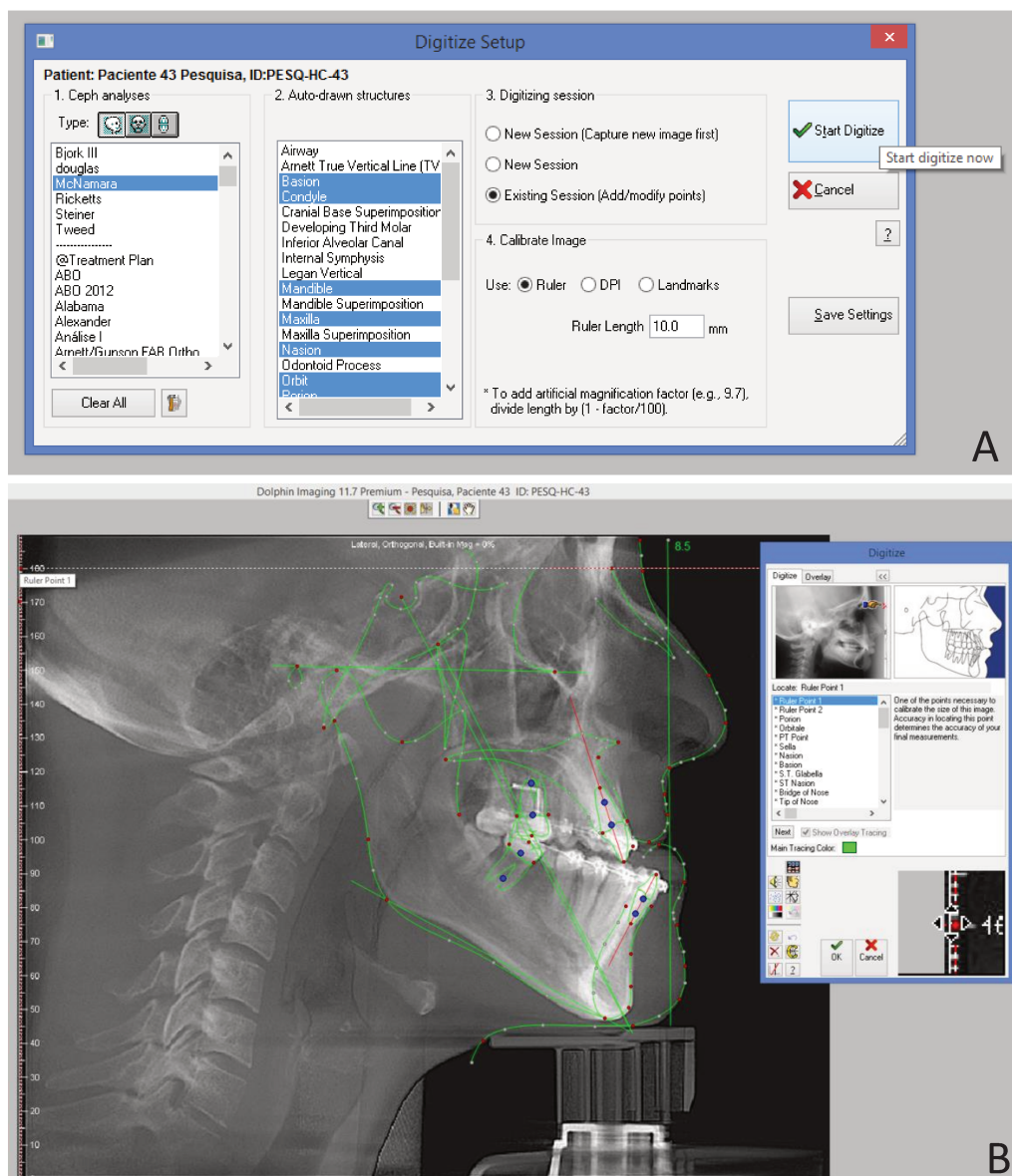


Figura 5 – Realização do traçado cefalométrico no *Dolphin Imaging*; Seleção da análise de McNamara (A); Área de realização do traçado cefalométrico (B).

Os dados foram analisados por meio de estatísticas descritivas e de correlação com o apoio dos programas de computador SPSS v. 18.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL) e do Bioestat 5.0 (Instituto Mamirauá, Brasília, Brasil). O teste de Shapiro-Wilk foi realizado e a amostra foi distribuída normalmente. Teste de Levene foi aplicado e mostrou heterogeneidade entre as variâncias ($p < 0,05$). O coeficiente de correlação intraclass (ICC) foi utilizado para avaliar o

erro do método. O coeficiente de correlação entre as medições dos primeiros e segundos traçados foi 0,973 e tinha um $p < 0,01$. Foi realizado o teste de Wilcoxon para comparar côndilos direito e esquerdo na Classe III e os côndilos hiperplásicos e não hiperplásicos nos indivíduos com hiperplasia condilar. Para comparar todas as medições foram utilizados os testes de Kruskal-Wallis (por comparação de vários grupos), seguida pelo teste post-hoc de Dunn. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

ANEXO 1

YJOM-3176; No of Pages 6

ARTICLE IN PRESS

Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2015; xxx: xxx–xxx
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2015.05.018>, available online at <http://www.sciencedirect.com>

International Journal of
**Oral &
 Maxillofacial
 Surgery**

Clinical Paper
 TMJ Disorders

No differences in morphological characteristics between hyperplastic condyle and class III condyle

D. R. Goulart¹, P. Muñoz^{2,3},
 S. Olate^{1,2,3,4}, M. de Moraes¹,
 R. Fariña⁵

¹Division of Oral and Maxillofacial Surgery, State University of Campinas, São Paulo, Brazil; ²Division of Oral and Maxillofacial Surgery and CEMYQ, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile; ³Master in Dental Sciences Program, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile; ⁴Center for Biomedical Research, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile; ⁵Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Universidad de Chile, Santiago, Chile

D.R. Goulart, P. Muñoz, S. Olate, M. de Moraes, R. Fariña: No differences in morphological characteristics between hyperplastic condyle and class III condyle. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015; xxx: xxx–xxx. © 2015 International Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Abstract. The aim of this research was to compare the condylar morphology of patients with unilateral condylar hyperplasia (UCH) and patients with a class III skeletal relationship using cone beam computed tomography (CBCT). A prospective study was conducted on patients with facial asymmetry attending the division of oral and maxillofacial surgery of the study university in Chile. Fifteen patients with UCH and 15 with a class III skeletal relationship were selected. Linear measurements of the condylar processes were obtained at a scale of 1:1 using the software Ez3D Viewer Plus. Analysis of variance (ANOVA) and the paired *t*-test were used, considering $P < 0.05$. Patients with UCH presented statistical differences between the hyperplastic condyle and non-hyperplastic condyle for anteroposterior and mediolateral diameters, condylar neck length, and ramus height. Patients with a class III skeletal relationship showed no differences between the right and left sides; the morphology of their condyles was similar to the condyles with hyperplasia and presented statistical differences when compared with the non-hyperplastic condyles (one-way ANOVA, $P < 0.05$). The condylar morphology of UCH patients could be related to the development of a class III skeletal relationship. These findings provide an insight into the possibility of some class III patients presenting bilateral condylar hyperplasia.

Key words: mandibular condyle; facial asymmetry; condylar hyperplasia.

Accepted for publication 28 May 2015

----- Forwarded message -----
 From: SERGIO ADRIAN OLATE MORALES <sergio.olate@ufrontera.cl>
 Date: 2015-10-02 14:22 GMT-03:00
 Subject: Request
 To: Jacqui Merrison <IJOMS@elsevier.com>

Dear
 Administrative Editor
 Jacqui Merrison

We would like to request the permission to publish our study as part of a doctoral thesis of the first author Douglas Rangel Goulart. This study will be available in the library system of State University of Campinas, probably in 2017.

Library System: http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/list.php?tid=33&lg=en_US

Follow the article description:

Title: No Differences in Morphological Characteristics Between Hyperplastic Condyle and Class III Condyle
 Manuscript number: IJOMS-D-14-00910R1

I look forward to receiving your reply

Best Regards,
 Sergio Olate
 corresponding author

--

Prof. Sergio Olate, DDS, OMFS, MSc, PhD.
 Jefe División de Cirugía Oral & Maxilo-Facial
 Universidad de La Frontera, Chile.

----- Mensaje reenviado -----
 De: IJOMS (ELS) <IJOMS@elsevier.com>
 Fecha: martes, 6 de octubre de 2015
 Asunto: Request
 Para: SERGIO ADRIAN OLATE MORALES <sergio.olate@ufrontera.cl>

Dear Sergio Olate,

With reference to your enquiry.

The Editor has advised that he is happy to allow permission for this.

Kind regards
 Jacqui Merrison

ANEXO 2



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO

ACTA N°: 027/2014

**ACTA DE EVALUACION
PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN FOLIO N° 066 /13**

En Temuco, a 14 de mayo del año 2014, el Comité Ético Científico de la Universidad de La Frontera, (Resolución Exenta N°1090 de fecha 12 de marzo de 2014), en sesión ordinaria N°06, para efectos de esta Acta dirige la sesión del Pleno el Dr. Rubén Leal Riquelme, Vice-Presidente del Comité, con asistencia de sus miembros permanentes Señor(a):

NOMBRE	GRADO ACADEMICO	PROFESIÓN
Sr. Jorge Araya Anabalón	Dr.	Prof. de Estado en Educación Media
Sra. Claudia Gabriella Barchiesi Ferrari	Dra.	Ing. Agrónomo
Sr. Fernando Borie Borie	Dr.	Químico Farmacéutico
Sr. Sergio Contreras Muñoz	Dr.	Profesor de Estado en Matemática y Física. (Representante de la comunidad)
Sr. Horacio Miranda Vargas	Mg.	Médico Veterinario
Sra. Karin Angélica Morales Manríquez	Mg.	Enfermería
Sra. Elena Olivos Herreros	Dra.	Prof. de Estado en Matemática
Sra. Mónica Pineda Nesbet	Lic.	Asistente Social
Sra. Gloria San Miguel López	Mg.	Médico Cirujano
Sr. Héctor Paulo Sandoval Vidal	Mg.	Cirujano Dentista
Sr. Julio Valdés Autonell	Mg.	Profesor de Estado en Física

Informan han sancionado el Protocolo de Investigación, adjudicado en el Concurso DIUFRO 2014, según se indica:

Título del Proyecto	"ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA ASIMETRÍA FACIAL, FOTOGRÁFICO E IMAGENOLÓGICO"
Investigador Responsable	Prof. Dr. Sergio Olate Morales
Departamento	DEPTO. ODONTOLOGIA INTEGRAL ADULTOS
Tipo de Proyecto	DIUFRO 2014
Institución	UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
N° Folio del Proyecto	066/13
Decisión	APROBADO
Fecha de Presentación al Comité Ético Científico (CEC)	29.05.2013
Enmiendas Solicitadas por CEC	Memorándum N°093/2014 (17.04.2014) Memorándum N°105/104 (30.04.2014)