



Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial

www.elsevier.pt/spemd



Comunicação breve

Utilização de programas de pós-processamento de imagens tomográficas na avaliação da articulação temporomandibular: descrição de técnica



Eduardo M. Villoria^{a,*}, Aurelino M.L. Guedes^b, Felipe de A.R. Carvalho^b,
Kyria S. Spyrides^c e Alexandre P. Marques^b

^a Departamento de Odontologia, Faculdade de Odontologia, PUC-Minas – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

^b Departamento de Diagnóstico e Cirurgia, Faculdade de Odontologia, UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^c Doutora em Radiologia Odontológica, Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP), UNICAMP, Vila Rezende, Piracicaba, SP, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 2 de junho de 2015

Aceite a 23 de novembro de 2015

On-line a 15 de dezembro de 2015

Palavras-chave:

Articulação temporomandibular

Côndilo mandibular

Diagnóstico por imagem

Tomografia computadorizada de feixe cônico

R E S U M O

Objetivo: Descrever a utilização de 3 programas de pós-processamento de imagens tomográficas para auxiliar na avaliação da articulação temporomandibular.

Métodos: Foram analisadas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico da articulação temporomandibular. Para auxiliar nessa avaliação, foram utilizados os programas ITK-SNAP, MeshLab e 3DMeshMetric, com o objetivo de segmentar as estruturas anatômicas e construir os modelos virtuais 3D, alinhar e sobrepor esses modelos, e avaliar quantitativamente a excursão do côndilo mandibular. Os programas de pós-processamento demonstraram alterações morfológicas dos côndilos, assim como a excursão condilar em milímetros. Os côndilos mandibulares apresentaram a excursão de 8,10 mm (lado direito) e 10,63 mm (lado esquerdo). Com relação às eminências articulares, foi observado o deslocamento condilar de 4,52 mm (lado direito) e 5,12 mm (lado esquerdo).

Conclusão: Os programas de pós-processamento descritos podem permitir ao médico-dentista a utilização de uma ferramenta de medição e interpretação das imagens tomográficas, auxiliando no diagnóstico de disfunção temporomandibular.

© 2015 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: d.villoria82@yahoo.com.br (E.M. Villoria).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.11.005>

1646-2890/© 2015 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Post-processing tomographic imaging softwares in the assessment of the temporomandibular joint: A technical description

A B S T R A C T

Keywords:

Temporomandibular joint
Mandibular condyle
Diagnostic imaging
Cone beam computed tomography

Objective: To describe the use of three post-processing tomographic imaging softwares for assessment of the temporomandibular joint.

Methods: Cone beam computed tomography images of the temporomandibular joint were analyzed. To assist this tomographic evaluation, ITK-SNAP, MeshLab and 3DMeshMetric softwares were used to segment the anatomical structures and build virtual 3D models, align and overlap those models, and to do a quantitative assessment of condylar excursion. With these softwares it was possible to observe morphological changes on mandibular condyles, as well as condylar excursion in millimeters. Mandibular condyles presented the excursion of 8.10 mm (right side) and 10.63 (left side). Regarding the articular eminence, it was observed 4.52 mm (right side) and 5.12 (left side) of condylar displacement.

Conclusion: The described post-processing softwares may provide the dentist with tool to measure and analyse the tomographic image, aiding in the diagnosis of temporomandibular disorder.

© 2015 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A disfunção temporomandibular (DTM) caracteriza-se por ser uma dolorosa desordem musculoesquelética que compromete a musculatura mastigatória, articulações temporomandibulares (ATM) e estruturas anatómicas do sistema estomatognático¹. As DTM afetam homens e mulheres. Entretanto, o sexo feminino apresenta maior prevalência devido à elevada concentração de estrogênio e prolactina, hormonas tipicamente mais encontrados em mulheres, que podem provocar a degradação da cartilagem e do osso articular, além de estimular uma série de respostas imunes nessas articulações².

Os sinais clínicos e sintomas mais comuns das DTM são as dores articulares e musculares, limitação da abertura de boca, estalos e crepitações³. Para o diagnóstico desta patologia, os exames por imagem revelam-se fundamentais para a visualização das alterações ósseas e da amplitude das excursões dos côndilos mandibulares⁴. Os métodos de diagnóstico por imagem utilizados para este fim são: a radiografia panorâmica; a técnica radiográfica transcraniana; a tomografia computadorizada (TC); a tomografia computadorizada de feixe cónico (TCFC); e a ressonância magnética (RM)^{5,6}. A TC e TCFC são os métodos indicados quando o objetivo é a avaliação dos componentes ósseos da ATM^{7,8}. Por sua vez, o exame de TCFC permite a visualização das estruturas ósseas em 3 dimensões, possibilitando uma avaliação precisa de alterações ósseas na ATM e da dinâmica articular, com menor dose de radiação quando comparada à TC⁹⁻¹¹.

Recentes avanços tecnológicos, principalmente no que diz respeito aos programas de pós-processamento da imagem tomográfica, disponibilizam ferramentas que permitem a reconstrução volumétrica 3D por meio de segmentações da região anatómica, assim como a identificação e quantificação de alterações ósseas sofridas após determinado tratamento ou posterior ao desenvolvimento de alguma patologia¹²⁻¹⁴.

O presente trabalho tem como objetivo descrever a técnica de utilização de 3 programas de pós-processamento de imagens tomográficas para a avaliação da articulação temporomandibular.

Método

O presente trabalho foi elaborado a partir de imagens tomográficas obtidas em 2014, pertencentes ao arquivo de uma clínica privada de radiologia odontológica da cidade do Rio de Janeiro, cujo responsável autorizou a utilização das imagens, respeitando as normas da Resolução n.º 196/96 do Ministério da Saúde do Brasil. Foi selecionado o exame de uma paciente do sexo feminino encaminhada à clínica radiológica para a avaliação da ATM. As imagens foram obtidas com o aparelho I Cat Classic (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), utilizando-se um campo de visão, ou «field of view» (FOV), de 6,0 cm e voxel isotrópico de 0,3 mm. Os fatores de exposição utilizados foram 120 Kv, 3 mA e 20 segundos.

Foram selecionadas as imagens tomográficas realizadas com a paciente em máxima intercuspidação habitual (MIH) e em máxima abertura de boca (MA). Após o estudo das imagens de reconstruções multiplanares das articulações temporomandibulares, por meio do programa OnDemand3D® (Cybermed, Seul, Coreia do Sul), foi possível observar, nos cortes sagitais da ATM, o posicionamento posterior do côndilo esquerdo na fossa mandibular em MIH, a hiperexcursão dos côndilos mandibulares em MA, a presença de uma imagem hiperdensa, no côndilo mandibular direito, compatível com osteófito e o aplainamento dos côndilos mandibulares (fig. 1).

Segundo Senna et al.¹⁵, o posicionamento posterior do côndilo na fossa mandibular pode indicar o deslocamento anterior do disco articular, e indivíduos que apresentam o deslocamento do disco sem redução possuem um aumento na mobilidade condilar. O posicionamento posterior do côndilo

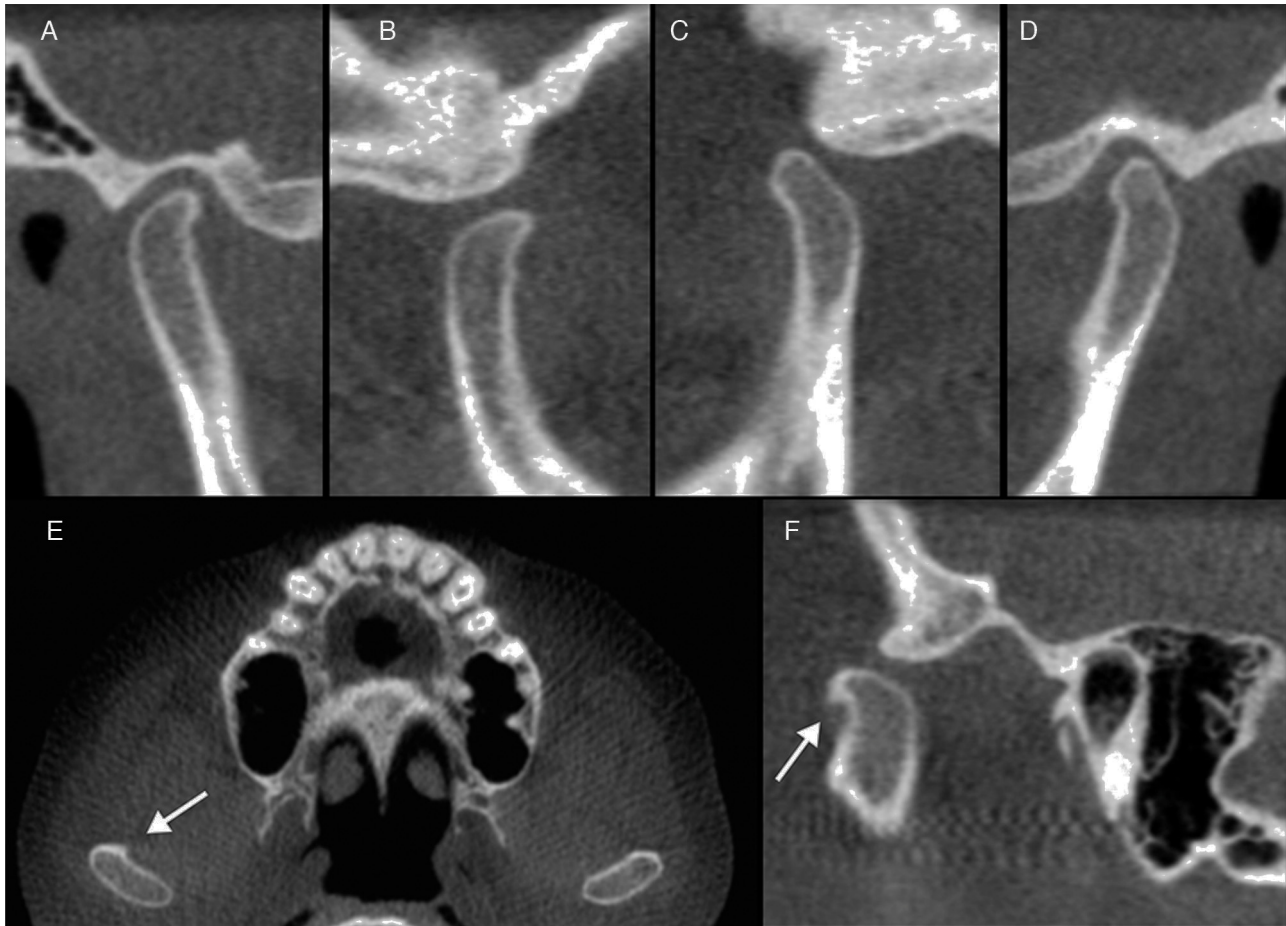


Figura 1 – Cortes transversais oblíquos da região da ATM do lado direito em máxima intercuspidação habitual (MIH) (A) e máxima abertura de boca (MA) (B), e do lado esquerdo em MA (C) e MIH (D). Vistas axial (E) e sagital (F) demonstrando a presença do osteófito no côndilo mandibular direito (seta) e o aplainamento dos côndilos mandibulares.

pode causar a deterioração dos ligamentos temporomandibulares, dos ligamentos do disco articular e do próprio disco articular¹⁵.

Para permitir a avaliação da articulação temporomandibular por meio dos programas de pós-processamento das imagens tomográficas, o volume inicialmente adquirido e armazenado no formato XSTD (Xoran) foi exportado para o formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). Os arquivos DICOM dos exames em MIH e MA foram importados para o programa de acesso livre ITK-SNAP 3.0 (www.itksnap.org). Neste programa as imagens dos ossos da face, base do crânio e componentes temporais da ATM foram segmentadas semi-automaticamente com a camada verde, enquanto o côndilo mandibular, processo coronoide e região superior do ramo mandibular foram segmentados com a camada vermelha (MIH) e azul (MA). A partir das segmentações, os modelos virtuais 3D dos 2 tempos (MIH e MA) foram criados. Para permitir o alinhamento e sobreposição dos modelos virtuais 3D referentes à MIH e MA, estes foram exportados para o formato STL (STereoLithography) e importados no programa de acesso livre MeshLab 64-Bit v.1.3.3 (www.meshlab.sourceforge.net), o qual permitiu a realização de um registro automático das

estruturas anatómicas baseado na melhor adaptação das fossas mandibulares. Através dos modelos virtuais sobrepostos, foi observada a hiperexcursão dos côndilos mandibulares e o posicionamento mais superior do côndilo mandibular esquerdo, com relação à eminência articular, em MA, além da imagem indicativa de osteófito no côndilo mandibular direito (fig. 2).

Ao final deste processo, os modelos registados foram salvos em formato STL e importados no programa de acesso livre 3DMeshMetric v.1.4.3 (www.nitrc.org) para que, por meio deste, a excursão do côndilo mandibular fosse avaliada quantitativamente por meio dos mapas de codificação coloridos. Utilizou-se como referência para essa análise milimétrica a porção mais superior de ambos os côndilos mandibulares pela ferramenta «Point Value». Inicialmente, foi realizada a análise quantitativa das distâncias entre os côndilos mandibulares em MA e MIH, em ambos os lados. Em seguida, foi aferida a distância dos côndilos mandibulares, em MA, com relação às eminências articulares adjacentes.

Por meio do programa 3DMeshMetric observou-se, em primeiro lugar, a excursão de 8,10 mm e 10,63 mm dos côndilos mandibulares direito e esquerdo, em MA, respectivamente (fig. 3).

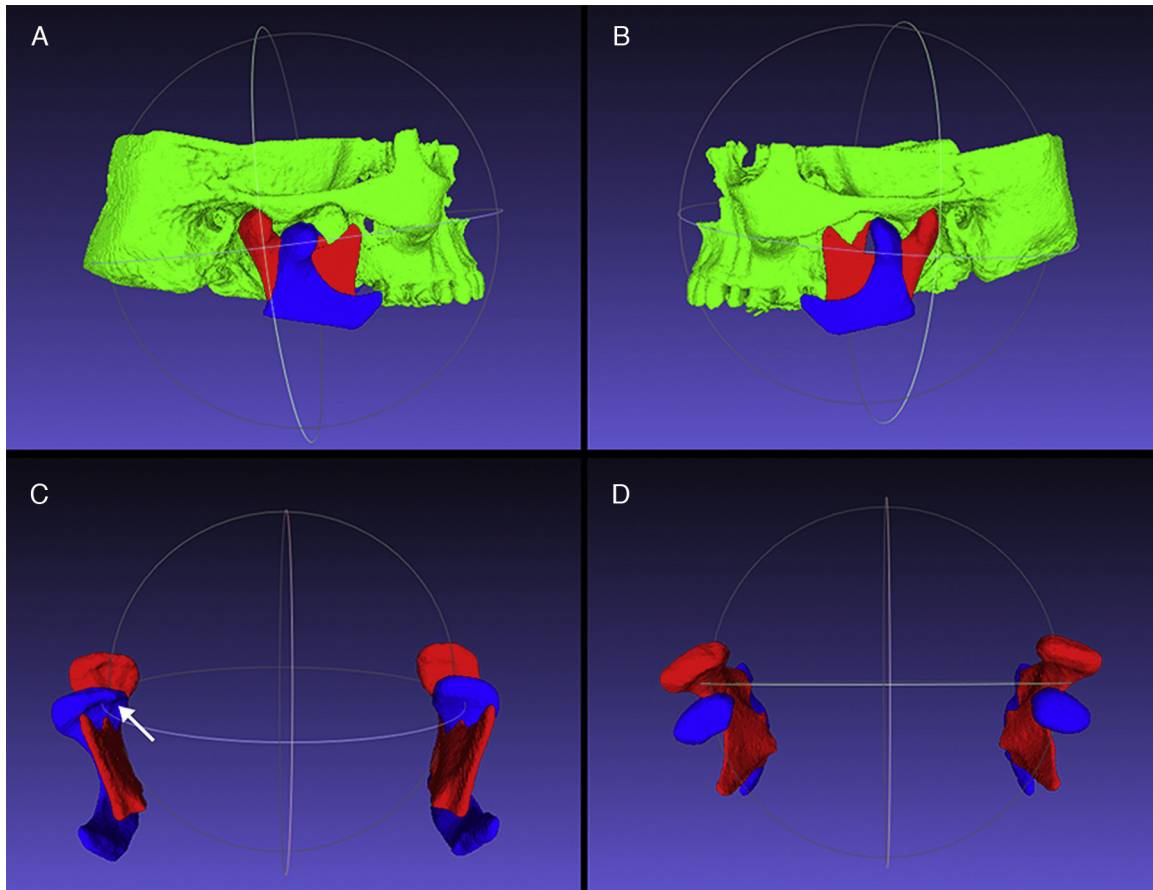


Figura 2 – Côndilos mandibulares do lado direito (A) e do lado esquerdo (B), em MIH (vermelho) e MA (azul), alinhados e sobrepostos. Vista frontal dos côndilos mandibulares (C) e alteração morfológica indicativa de osteófito no côndilo direito (seta). Vista superior dos côndilos mandibulares (D).

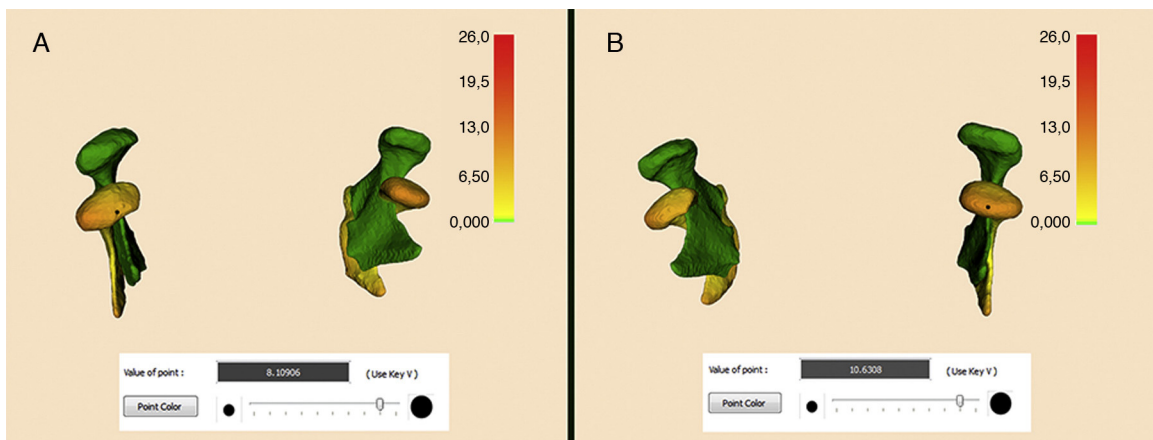


Figura 3 – Análise quantitativa através dos mapas de codificação coloridos e da ferramenta «Point Value». Vista superior do côndilo mandibular direito (A) e do côndilo mandibular esquerdo (B). Côndilos mandibulares em MIH (verde) e MA (colorido).

Após a avaliação quantitativa da excursão dos côndilos mandibulares em MA, foi aferida a distância dos mesmos com relação às eminências articulares. Observam-se as distâncias de 4,52 mm e 5,12 mm da região mais superior dos côndilos mandibulares direito e esquerdo, respetivamente, em MA, com relação às eminências articulares adjacentes (fig. 4).

A maior excursão do côndilo mandibular esquerdo pode ser explicada pela redução do espaço articular e o posicionamento mais posterior do côndilo esquerdo na fossa mandibular, indiciando um possível deslocamento do disco sem redução. Porém, a posição do disco articular só pode ser confirmada pelo exame de ressonância magnética.

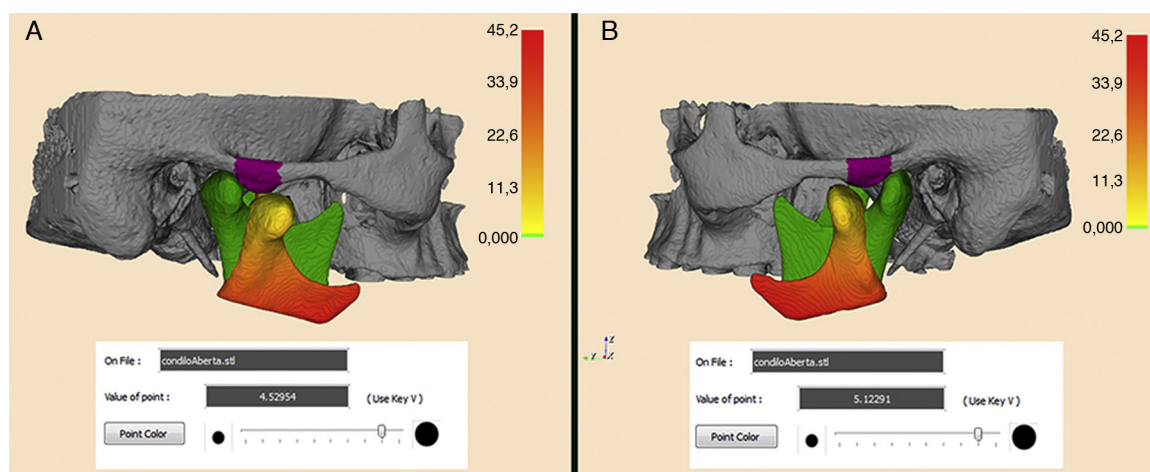


Figura 4 – Análise quantitativa por meio dos mapas de codificação coloridos e da ferramenta «Point Value». Vista lateral dos côndilos mandibulares direito (A) e esquerdo (B). Côndilos mandibulares em MIH (verde), MA (colorido), e eminência articular (roxo).

Conclusão

Os programas de pós-processamento da imagem tomográfica descritos neste trabalho podem permitir ao médico-dentista a utilização de uma ferramenta de medição e interpretação da imagem de TCFC, auxiliando no diagnóstico de disfunção temporomandibular.

Responsabilidades éticas

Proteção dos seres humanos e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram ter seguido os protocolos de seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de pacientes.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

O autor Eduardo Villoria agradece à Julia Fernandes Travassos pelo auxílio com a formatação das imagens.

REFERÊNCIAS

1. Resende C, Alves AC, Coelho LT, Alchieri JC, Roncalli AG, Barbosa GA. Quality of life and general health in patients with temporomandibular disorders. *Braz Oral Res.* 2013;27:116–21.
2. Yasuoka T, Nakashima M, Okuda T, Tatematsu M. Effect of estrogen replacement on temporomandibular joint remodeling in ovariectomized rats. *J Oral Maxillofac Surg.* 2000;58:189–97.
3. Bronstein SL, Tomasetti BJ, Ryan DE. Internal derangements of the temporomandibular joint: correlation of arthrography with surgical finds. *J Oral Surg.* 1981;39:572–84.
4. Greenan RW. Panoramics of the temporomandibular joint. *Funct Orthod.* 1997;14:26–8.
5. Ahmad M, Hollender L, Anderson Q, Kartha K, Ohrbach R, Truelove EL, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): Development of image analyses criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107:844–60.
6. Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, Hollender L, Lurie AG, Omnell KA, et al. Imaging of the temporomandibular joint: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83:609–10.
7. Honda K, Larheim TA, Maruhashi K, Matsumoto K, Iwai K. Osseous abnormalities of the mandibular condyle: Diagnostic reliability of cone beam computed tomography with helical computed tomography based on an autopsy material. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:152–7.
8. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, et al. Accuracy of cone beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;132:429–38.
9. Ikeda K, Kawamura A. Assessment of optimal condylar position with limited cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:495–501.
10. Zhang ZL, Cheng JG, Li G, Shi XQ, Zhang JZ, Zhang ZY, et al. Detection accuracy of condylar bony defects in Promax 3 D cone beam CT images scanned with different protocols. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42:1–6.
11. Krishnamoorthy B, Mamatha N, Kumar VA. TMJ imaging by CBCT: Current scenario. *Ann Maxillofac Surg.* 2013;3:80–3.
12. Cevidanes LH, Franco AA, Gerig G, Proffit WR, Slice DE, Enlow DH, et al. Assessment of mandibular growth and response to orthopedic treatment with 3-dimensional magnetic

- resonance images. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128:16-26.
13. Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker GR Jr, Styner MA, Mol A, Philips CL, et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005;34:369-75.
 14. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, Smith RG, Ho S, Gee JC, et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage.* 2006;31:1116-28.
 15. Senna BR, Marques LS, França JP, Ramos-Jorge ML, Pereira LJ. Condyle-disk-fossa position and relationship to clinical signs and symptoms of temporomandibular disorders in women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:117-24.