

Planificación 3D en cirugía ortognática

JOSEP RUBIO-PALAU, JUAN ANTONIO HUETO-MADRID Y JAVIER GONZÁLEZ-LAGUNAS



J. Rubio-Palau

RESUMEN

La planificación de la cirugía ortognática con la telerradiografía lateral de cráneo y la cirugía de modelos tiene ciertas limitaciones que pueden conducir a errores que condicionen el éxito del tratamiento ortodóncico-quirúrgico de las deformidades dentofaciales. La incorporación de las tecnologías de la información en imagen médica y los modelos virtuales mejoran la comprensión y medición de la anatomía craneofacial del paciente, permiten planificar la cirugía con gran precisión y confeccionar férulas quirúrgicas CAD-CAM. A continuación se exponen las ventajas y limitaciones de la tecnología 3D en cirugía ortognática y el protocolo utilizado para la planificación de las mismas.

Palabras clave: Cirugía ortognática. Deformidad dentofacial. Planificación en tres dimensiones. Férulas CAD-CAM.

Three-dimensional planning in orthognathic surgery

J. Rubio-Palau, J.A. Hueto-Madrid and J. González-Lagunas

ABSTRACT

Planning orthognathic surgery with lateral skull telerradiography and model surgery has certain limitations that can lead to errors that can determine the success of orthodontic-surgical treatment of dentofacial deformities. The incorporation of information technology in medical imaging and virtual models improve the understanding and measurement of the craniofacial anatomy of the patient, allowing surgical planning with great precision and making CAD-CAM splints. The advantages and limitations of 3D technology in orthognathic surgery are exposed as well as the protocol used for planning them. (Rev Esp Ortod. 2012;42:17-21).

Corresponding author: Josep Rubio-Palau, maxiloibiza@gmail.com

Key words: Orthognathic surgery. Dentofacial deformity. Three-dimensional planning. CAD-CAM splints.

INTRODUCCIÓN

Ante todo acto médico siempre se debe intentar proporcionar al paciente el mejor tratamiento posible. El objetivo del tratamiento de las deformidades dentofaciales (DDF) es alcanzar una corrección funcional y estética predecible y segura. El protocolo tradicional para la planificación del tratamiento de las DDF basado en el análisis facial o estético, de los modelos de las arcadas, el análisis cefalométrico frontal y de perfil, el montaje en articulador con el arco facial y la cirugía de modelos se ha empleado durante muchos años de forma eficaz pero presenta limitaciones

evidentes. Los casos con problemas sagitales o verticales puros, en cirugías monomaxilares, mantienen su plena vigencia. Sin embargo, en las anomalías condíleas, las asimetrías faciales, dismorfología del mentón o anomalías en el borde inferior y la rama mandibular es evidente que el protocolo tradicional es insuficiente para planificar el tratamiento¹.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tomografía computarizada (TC) es la prueba radiológica de elección para generar buenos modelos virtuales por

Servicio de Cirugía Maxilofacial Hospital Quirón

Correspondencia:

Josep Rubio Palau. Servicio de Cirugía Maxilofacial. Hospital Can Misses. Corona, 32-36. 07800 Ibiza. E-mail: maxiloibiza@gmail.com

ordenador. La TC de haz cónico (*cone beam*-CT o CB-CT) puede emplearse también, pero tiene ciertas desventajas respecto a la TC de multicortes como el menor volumen de escaneado (que impide analizar todas las anomalías dento-faciales), el menor campo de visión en altura (desde el límite superior de la tiroides hasta el reborde supraorbitario) o el mayor nivel de ruido de las imágenes, menor contraste o calidad de imagen junto a la poca precisión de la intercuspidación con un solo escaneado².

Es conveniente efectuar esta prueba con una cera de mordida en céntrica, que separa ambas arcadas, mejorando su segmentación y colocando los cóndilos en una posición en la fosa que permita simular la autorrotación mandibular.

Para mejorar la resolución de las superficies oclusales podemos acoplar al modelo radiológico un modelo obtenido mediante escaneado láser de los modelos en yeso.

Estas dos imágenes son fusionadas, y mediante el *software* Simplant-OMS (versión 13.0.0.66) se ha realizado la planificación de las intervenciones.

La planificación por ordenador no excluye la necesidad de un examen clínico completo del paciente, con historia clínica, una entrevista para conocer sus expectativas, un examen intraoral completo, ortopantomografía y una serie fotográfica convencional.

Efectuada la exploración radiológica, los datos son remitidos vía FTP a un centro de procesado que efectúa el acoplamiento del modelo láser de las arcadas y la generación de un fichero manipulable.

Descargada la exploración en la estación de trabajo, el primer paso consiste en el posicionamiento del cráneo para proceder a la cefalometría.

El *software* permite la aplicación al modelo de distintos análisis cefalométricos tanto bi como tridimensionales, o bien seleccionar puntos y medidas para un estudio personalizado. El análisis utilizado se basa en 20 puntos cefalométricos: 2 orbital (O_d , O_i), 2 porión (P_d , P_i), nasión (Na), *crista galli* (Cg), silla turca (S), basión (Ba), espina nasal anterior (ENA), A, B, cúspide de 13 y 23, cúspide mesio-vestibular de 16 y 26, gnación (Gn), 2 gonión (Go_d , Go_i) y 2 condilión (C_d , C_i).

Los planos de referencia empleados son dos: el plano sagital, basado en el plano que forman Na, ENA y B, y el plano de Frankfurt formado por O_d , O_i y la media de los porión.

Mediante estos puntos y planos se pueden aplicar diferentes mediciones, como SNA, SNB y ANB de Steiner, mediciones exactas de *canting* al plano de Frankfurt, plano oclusal maxilar y mandibular, etc.

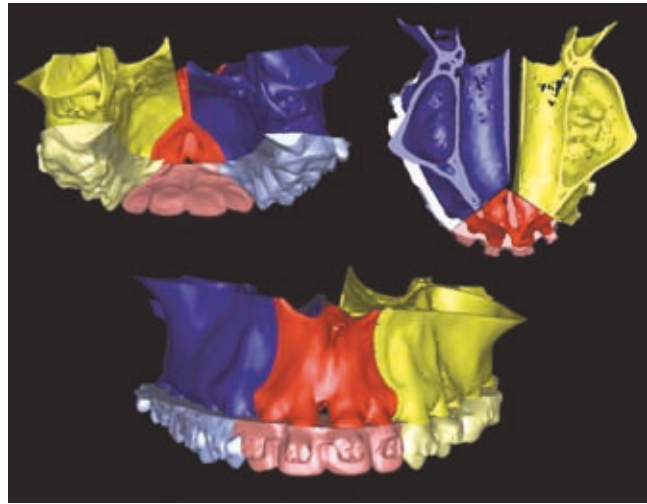


Figura 1. Osteotomía de LeFort I segmentado.

Considerando las medidas de nuestro análisis estético y de los modelos, e incorporando los hallazgos de la cefalometría 3D, se decidirá en primer lugar las osteotomías que precisará el caso. Puede realizarse una osteotomía de LeFort I, II o III. En el caso del LeFort I puede ser planar o en escalón, así como simple o segmentado (Fig. 1). A nivel mandibular se puede planificar una osteotomía sagital bilateral mandibular, una mentoplastia o cualquier otro tipo de osteotomía personalizada.

El algoritmo de reposición de las osteotomías se ha estandarizado en siete pasos (Fig. 2):

- Paso 1: efectuadas las osteotomías del maxilar (LeFort I monobloc o segmentado) y corregido el defecto transversal de la arcada, el primer paso es la corrección del *canting*. Para ello se toman como referencia las distancias de las cúspides de 13 y 23 y las cúspides mesio-vestibulares de 16 y 26 respecto al plano de Frankfurt.
- Paso 2: centrado de la línea media maxilar respecto al plano sagital del cráneo.
- Paso 3: rotación del plano oclusal del maxilar.
- Paso 4: movimiento vertical del maxilar. En este momento se realizan los movimientos de impactación o extrusión del maxilar.
- Paso 5: movimiento anteroposterior del maxilar.
- Paso 6: colocación de la mandíbula a oclusión. Estudio de los puntos de presión oclusales y ajuste de la misma. En algunos es también factible efectuar en este momento la segmentación del maxilar.

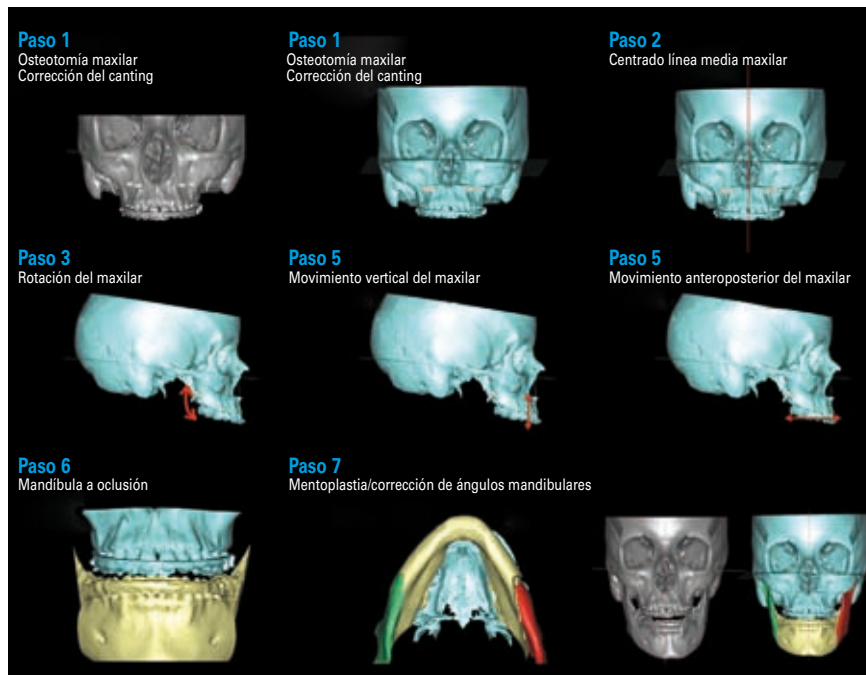


Figura 2. Planificación de la cirugía en siete pasos.

- Paso 7: mentoplastia y corrección de ángulos mandibulares. Finalmente, se realiza la osteotomía de mentón y se reposiciona el mismo en los tres ejes del espacio. En este momento ya se han reposicionado los maxilares y al estudiar la visión basal se puede ver la colocación de las ramas mandibulares. Esto tiene especial importancia en casos de asimetrías faciales, en los que al reposicionar la mandíbula puede quedar una asimetría en los ángulos mandibulares. De esta manera se puede analizar la necesidad de una prótesis de ángulo mandibular y colocarse en la misma intervención.

La corrección exacta de las líneas medias y del *canting* del maxilar es uno de los puntos fuertes de los protocolos computarizados. Aspectos como la posición del mentón y su impacto en el perfil o la modificación de los ángulos mandibulares pueden ser planificados con precisión mediante estas técnicas.

Una vez efectuada la planificación deberemos manifestar al sistema nuestras preferencias respecto al protocolo quirúrgico: qué maxilar queremos reposicionar primero, las características de la férula (grosor, profundidad de las impresiones, reborde externo, orificios para fijar alambres, etc.).

Una vez validada la planificación se remite por vía telemática al centro de procesado para la fabricación mediante tecnología esterolitográfica de la férula de reposicionamiento y final.

DISCUSIÓN

El análisis facial o estético comprende el estudio de la cara del paciente en los tres ejes del espacio. Tanto el plano sagital como el plano vertical son subjetivos, ya que dependen de distintas variables individuales como el sexo, raza, país, o estereotipos de la moda, lo que conlleva que se pueda preferir una cara más larga o corta o un perfil más o menos protrusivo según todas estas variables. En cualquier caso, pese a la variabilidad de los gustos estéticos, la simetría se ha mantenido siempre como un valor estable e imprescindible de belleza. Aquí es donde la planificación computarizada supera sin lugar a dudas a la planificación clásica, por su exactitud en la corrección del *canting* y en la determinación del plano sagital, aspectos imposibles de determinar con la telerradiografía de perfil e inexactos con la frontal^{3,4}.

Otro factor determinante de la falta de precisión de los protocolos clásicos es la utilización del arco facial, el cual sobrestima el ángulo del plano maxilar y no está diseñado para registrar asimetrías faciales con exactitud^{1,5}. Se han descrito diferencias de hasta 7° entre el plano oclusal maxilar de la cefalometría y el del articulador⁶, lo cual conlleva errores durante la cirugía de modelos que se transferirán al quirófano.

Es de especial importancia estudiar la posición tridimensional de los maxilares en relación con el cráneo. La rotación anteroposterior (o *pitch*) puede ser analizada con

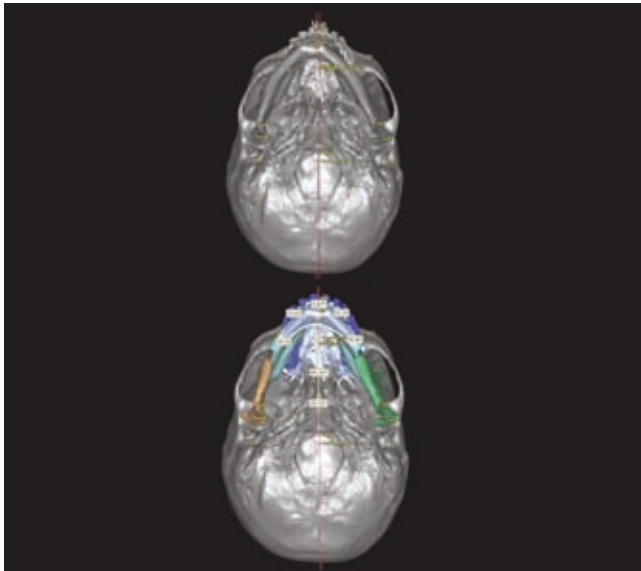


Figura 3. Corrección del yaw en relación con la base craneal.

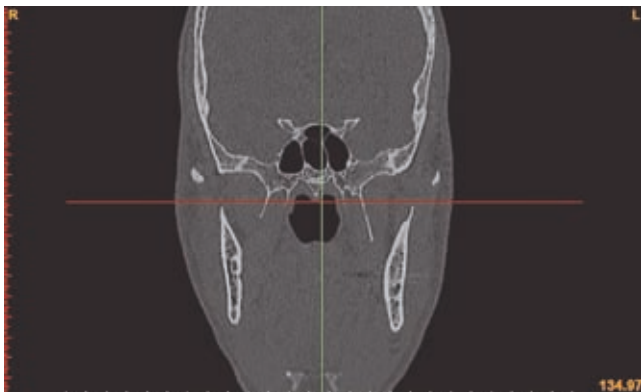


Figura 4. Posición más vestibularizada del nervio dentario inferior izquierdo que comporta un mayor riesgo de lesión durante la osteotomía.

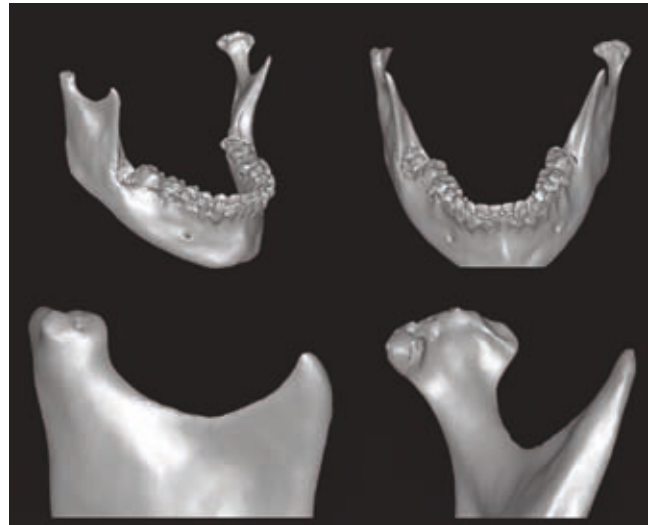


Figura 5. Asimetría condílea.

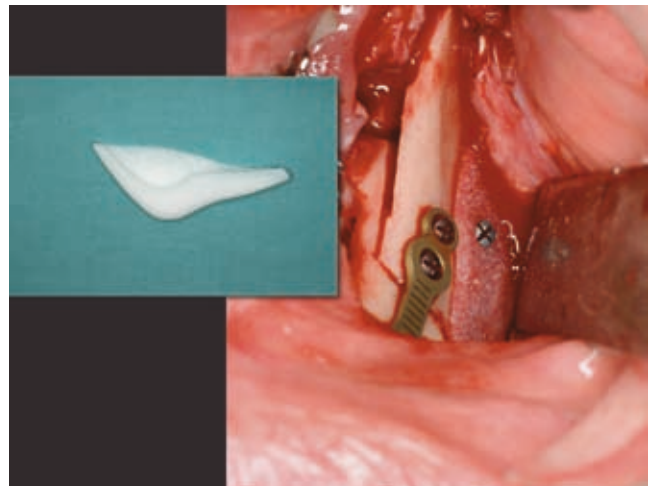


Figura 6. Colocación de prótesis de ángulo mandibular.

la telerradiografía de perfil, pero tanto el *canting* (o *roll*) como el *yaw* no pueden ser evaluados. Se puede complementar con una radiografía frontal para estudiar las asimetrías y el *canting*, o con una submentopla para ver el *yaw*, pero ninguna de estas proyecciones puede medir con exactitud estos parámetros, ya que existe un alto grado de distorsión y no pueden unificarse las tres proyecciones debido a la variabilidad de las mismas en función del centro donde se hayan realizado y que son tecnicodependientes. Estudiamos un fenómeno tridimensional con proyecciones bidimensionales.

Las ventajas de la tecnología 3D son el estudio y planificación de asimetrías en los tres ejes del espacio, haciendo hincapié en el *canting*, *pitch* y *yaw* de los maxilares con una alta precisión (Fig. 3). El estudio de la anatomía del paciente mediante TC amplía las posibilidades diagnósticas de patologías intercurrentes (quistes, odontomas, malformaciones),

pudiendo predecir posibles dificultades intraoperatorias como variaciones anatómicas, localizando el trayecto del canal mandibular (Fig. 4), orificios mentonianos, anomalías condíleas (Fig. 5), etc.⁷. Permite anticipar los cambios en la morfología de los ángulos mandibulares, frecuentes en los centrados de línea media mandibular, y anticipar el tamaño y forma de la prótesis de ángulo necesaria (Fig. 6).

También se puede estudiar la oclusión intermedia y final mediante puntos de presión en las cúspides de los dientes y definir la oclusión deseada al final de la operación. Otros aspectos son la posibilidad de medir la vía aérea del paciente (Fig. 7), especialmente importante en pacientes con síndrome de apnea obstructiva del sueño, o la confección de modelos esterolitográficos no tan sólo de los maxilares sino del resto de macizo facial y cráneo para realizar una cirugía con modelos físicos en los casos más complejos¹.

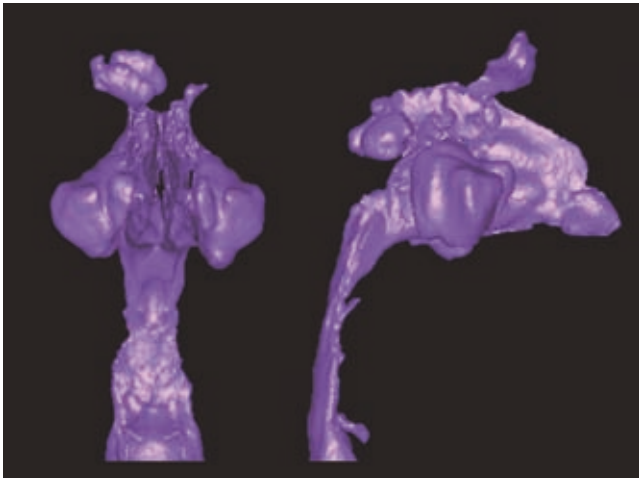


Figura 7. Imagen frontal y perfil de la vía aérea.

Otro elemento no menos importante es la opción que proporciona de comunicación con el paciente, pudiendo explicarle la operación y riesgos de la misma y consiguiendo una mayor implicación del mismo, y con el ortodoncista para decidir conjuntamente el plan de tratamiento adecuado². Finalmente, también es útil en el estudio y tratamiento de trastornos craneofaciales, fracturas y secuelas de las mismas (Fig. 8), ya que se pueden planificar las osteotomías y reposicionar los distintos fragmentos.

Para generar el modelo virtual del cráneo del paciente se ha utilizado la TC junto al escaneado de las impresiones de los maxilares del paciente para obtener una mayor resolución de la anatomía dental. Otros autores, como Swennen, utilizan un triple escaneado mediante un CB-CT del cráneo del paciente en relación céntrica y los labios relajados, otro CB-CT de baja resolución y baja irradiación del paciente con una impresión doble y, finalmente, un CB-CT de alta resolución de las impresiones. Posteriormente, se fusionan las imágenes de los 3 CB-CT para obtener el modelo virtual del paciente con una mayor precisión de su oclusión e intercuspidad².

La migración a nuevas tecnologías siempre es un proceso difícil, en especial cuando sustituyen procedimientos aparentemente efectivos y de menor coste. La incorporación de la planificación computarizada exige un cambio cultural y de los protocolos y procedimientos habituales. El mayor coste de las férulas, la inversión en equipos y formación, la mayor irradiación que comportan la TC o CB-CT, la curva de aprendizaje y la inmadurez en muchas ocasiones de los paquetes de *software* son retos que todavía se

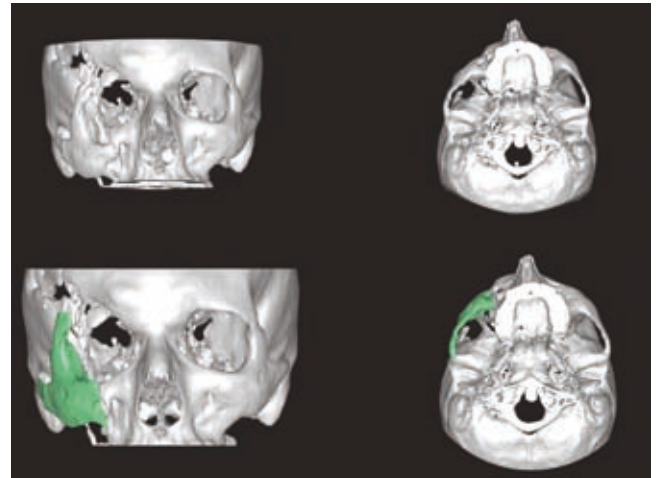


Figura 8. Planificación de osteotomías y reposición de una fractura de malar derecho no reducida.

nos plantean a los profesionales implicados en el tratamiento multidisciplinario de las deformidades dentofaciales. En cualquier caso, no nos cabe la menor duda de que el cambio de la tecnología analógica a la digital también ha llegado a la ortodoncia y la cirugía ortognática y ha venido para quedarse.

CONCLUSIONES

El diagnóstico y la planificación del tratamiento de las deformidades dentofaciales mediante modelos 3D computarizados es más exacta que con los protocolos tradicionales, especialmente en los casos de asimetrías. La simulación de las osteotomías y el reposicionamiento virtual permite anticipar los resultados finales y prever las dificultades de la cirugía, permitiendo un tratamiento más seguro y predecible.

BIBLIOGRAFÍA

1. O'Neil M, Khambay B, Moos KF, Barbenel J, Walker F, Ayoub A. Validation of a new method for building a three-dimensional physical model of the skull and dentition. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;50(1):49-54.
2. Swennen GR, Mollemans W, Schutyser F. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *J Oral Maxillofac Surg: Official J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2080-92.
3. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. New clinical protocol to evaluate craniomaxillofacial deformity and plan surgical correction. *J Oral Maxillofac Surgery: Official J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2093-106.
4. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New 3-dimensional cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg: Official J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(3):606-22.
5. Walker F, Ayoub AF, Moos KF, Barbenel J. Face bow and articulator for planning orthognathic surgery: 1 face bow. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008;46(7):567-72.
6. Ellis E 3rd, Tharanon W, Gambrell K. Accuracy of face-bow transfer: effect on surgical prediction and postsurgical result. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992; 50(6):562-7.
7. Orentlicher G, Goldsmith D, Horowitz A. Applications of 3-dimensional virtual computerized tomography technology in oral and maxillofacial surgery: current therapy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(8):1933-59.