

## Simulación y Planificación Quirúrgica 3D en Cirugía Ortognática:

### Objetivos

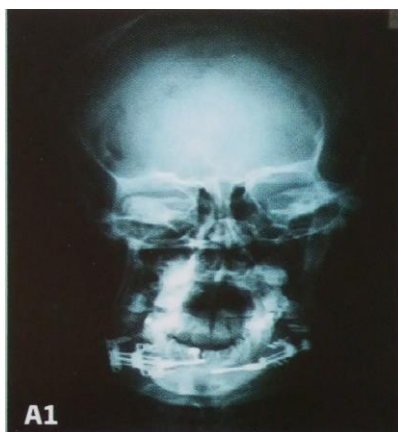
Comprender mejor el uso y ventajas de la simulación y planificación quirúrgica virtual a través de un caso clínico de cirugía ortognática en donde se utilizó el software de Materialise CMF® (Leuven, Bélgica).

### Caso Clínico

Presentamos un caso clínico de una paciente de sexo femenino de 27 años que padece Síndrome de Goldenhar. Se le realizó cirugía ortognática para corregir su asimetría facial. Para el diagnóstico, planificación y simulación quirúrgica del caso se utilizó el software 3D Materialise CMF® (Leuven, Bélgica)

### Conclusión

La utilización de software para el diagnóstico y la planificación representa un cambio revolucionario en la cirugía ortognática. Finalmente son capaces de tomar medidas cefalométricas 3D y realizar la planificación y VTO, con una precisión milimétrica, evitando los errores inherentes a los métodos clásicos 2D de análisis cefalométrico y VTO. A través del diseño de CAD CAM se puede trasladar lo planificado en la computadora a la cirugía con splínt quirúrgicos de alta precisión. Con esta nueva herramienta, un camino sin retorno se inicia.



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías y la aparición de nuevos materiales dentro del área médica han sido impulsados por la continua necesidad de innovación así como la permanente investigación de las compañías. En el área de diagnóstico por imágenes, debido a los avances que se han producido tanto en hardware como software, se ha logrado generar un cambio en el concepto de la tomografía. En la actualidad, la misma no trata únicamente de la presentación de imágenes axiales bidimensionales; sino que gracias a diferente software se puede generar imágenes volumétricas ofreciendo nuevas posibilidades diagnósticas, de estudio y planificación quirúrgica. En los últimos años, el avance en las tecnologías ha revolucionado el mundo de la odontología y cirugía maxilo facial. La necesidad de disminuir los tiempos de tratamiento, realizar cirugías mínimamente invasivas, así como mejorar el confort para nuestros pacientes, nos ha llevado a evolucionar, de manera extraordinaria, en las técnicas digitales. Las técnicas actuales de cirugía guiada por ordenador están ampliamente difundidas y son de uso habitual en nuestra práctica diaria, principalmente en la implantología.

Software como el Nobelguide (Nobel Biocare) y SimPlant® (Materialise dental, Leuven, Bélgica) 1,2 utilizan las imágenes obtenidas en la tomografía computada, las procesan, y generan imágenes 3D permitiendo valorar las estructuras anatómicas del maxilar superior (ej. seno maxilar) y de la mandíbula (ej. nervio dentario inferior, agujeros mentonianos) desde una perspectiva tridimensional. Nos permiten la planificación implantológica virtual y transferirla al campo quirúrgico mediante la confección de guías quirúrgicas de precisión a través del sistema al CAD/CAM (siglas en inglés para la expresión de diseño y fabricación asistida por ordenador). En el campo de la cirugía maxilofacial, y principalmente en cirugía ortognática la gran asignatura pendiente es la precisión 3. La precisión en la planificación de los movimientos, en la predicción en los resultados, y en la traslación de los movimientos previstos al campo operatorio. Es por ello que nuevos software de simulación y planificación, han aparecido, como es el caso de Materialise CMF® (Leuven, Bélgica) que nos permiten valorar tridimensionalmente al esqueleto facial, tomar medidas cefalométricas precisas, simular las osteotomías, y trasladar lo planificado a través de guías quirúrgicas de precisión al campo operatorio, permitiendo reducir al máximo la posibilidad de imprecisiones 6.

### Caso clínico

Para comprender mejor el uso y ventajas de la simulación y planificación quirúrgica virtual expondremos un caso clínico de cirugía ortognática en donde se utilizó el software de MaterialiseCMF® (Leuven, Bélgica).

A nuestro centro de cirugía maxilo facial fue derivada una paciente de sexo femenino de 27 años con diagnóstico de Síndrome de Goldenhar. Este síndrome presenta una serie de anomalías craneo faciales unilaterales de las estructuras anatómicas originadas en el primer y segundo arco branquial.<sup>4</sup>

En la exhaustiva historia clínica, la paciente relata que a lo largo de su vida recibió varios tratamientos de ortodoncia, y dos cirugías maxilo faciales. Una cirugía ortognática, y una distracción mandibular, no obteniendo un resultado favorable, y con una disconformidad por parte del paciente en el resultado estético.

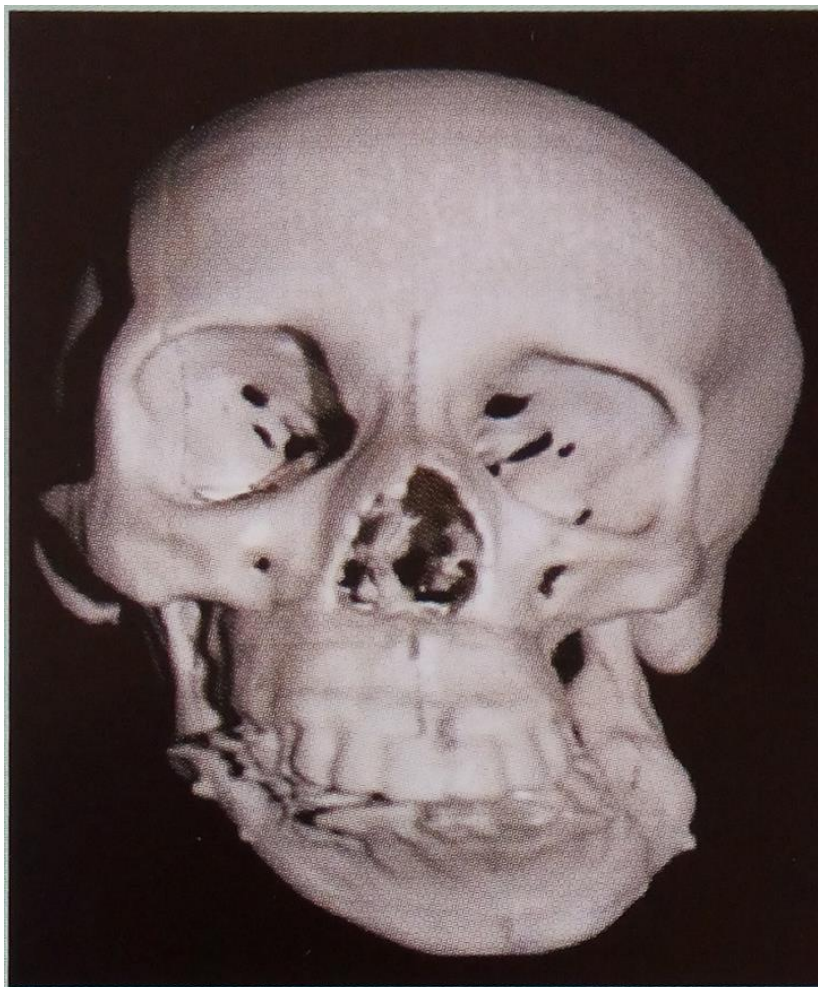


Figura 1

Se decidió realizar la planificación quirúrgica a través del software Materialise CMF® (Leuven, Bélgica) recientemente incorporado en nuestro centro. Como era nuestra primera experiencia en el uso del software se realizó simultáneamente una planificación convencional. (Cefalometría 2D, arco facial, montaje articulador, fotografías y VTO quirúrgico, cirugía de modelos). También se decidió con nuestro equipo de trabajo incorporar al paciente dentro de nuestro protocolo de surgery first (cirugía primero). En donde se realiza primero la cirugía y luego ortodoncia postquirúrgica, procedimiento propuesto por Nagasaka. 5 Las ventajas de esta técnica son la duración total del tratamiento que se acorta en estos casos aproximadamente a la mitad permitiendo el regreso a la vida diaria mucho antes, y los cortes realizados durante la cirugía ortognática facilitan cambios metabólicos en el hueso que mejoran y aceleran los movimientos dentales mediante ortodoncia postoperatoria 6.

Como primer paso, se le solicitó una tomografía helicoidal de macizo craneofacial cortes cada 1 mm, es conveniente realizar este escaneo con una cera de mordida en céntrica que permite separar las arcadas mejorando la segmentación y colocando los cóndilos en una posición en la fosa que permite simular la autorrotación mandibular 5. Las imágenes obtenidas en formato DICOM. (Digital Imaging and Communication in



Medicine) son transferidas a una estación de trabajo donde se realizan las reconstrucciones 3D y se eliminan las impurezas y artefactos de las imágenes.

Con esta información y a través de tecnología CAD CAM se genera un modelo estereolitográfico del cráneo del paciente. Con este podemos realizar mediciones directas, ostectomías, moldeado de placas, y confeccionar prótesis a medida 37(Figura 2).

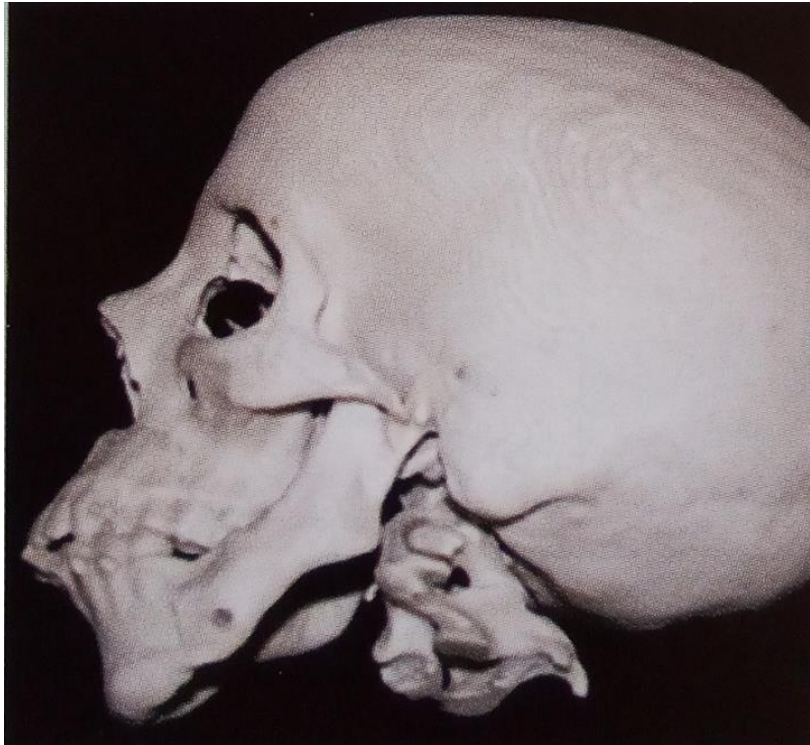


Figura 2

El siguiente paso es el análisis cefalométrico tridimensional, el software nos permite la aplicación de distintos análisis cefalométricos, o bien seleccionar puntos y medidas para un estudio personalizado. 7

Luego definimos los planos sagitales y horizontales, desde los cuales se realizarán las diversas mediciones y en relación a estos se practicarán los movimientos quirúrgicos. El plano horizontal es el clásico plano de Frankfort. Pero en este caso podemos marcar dos porios y dos suborbitarios, derecho e izquierdo, en contraste con los dos que podemos marcar en la cefalometrías convencionales 2D. Cabe aclarar que mediante una herramienta del programa podemos modificar la angulación de dicho plano para adaptarlo a la posición natural de reposo de la cabeza. El plano sagital quedará determinado por nasion y una línea que pasa por la parte media de las apófisis clinoides y foramen magnum

3. A continuación se procede a definir las ostectomías que vamos a realizar, y a movilizar los fragmentos óseos de acuerdo a nuestra planificación. El software nos permite realizar todas las técnicas de ostectomías descritas (sagital, vertical de rama, Lefort, mentoplastias etc.) inclusive personalizar nuestros cortes en el hueso de acuerdo a las necesidades del caso. Toda la información en milésimas de milímetro de los movimientos sagitales, verticales y horizontales está disponible en todo momento

en una ventana complementaria que podemos consultar. En nuestro caso clínico se determinó un triple procedimiento, cirugía Lefort del maxilar superior con intrusión de 5 mm autorrotación mandibular con sagital de rama. Y mentoplastia con resección de 3mm y avance de 6mm. En la zona del malar izquierdo se programó la colocación de una prótesis de Medpor® (polietileno poroso de alta densidad) para mejorar la proyección del pómulo y lograr una simetría con el lado contralateral (Figura 3.)

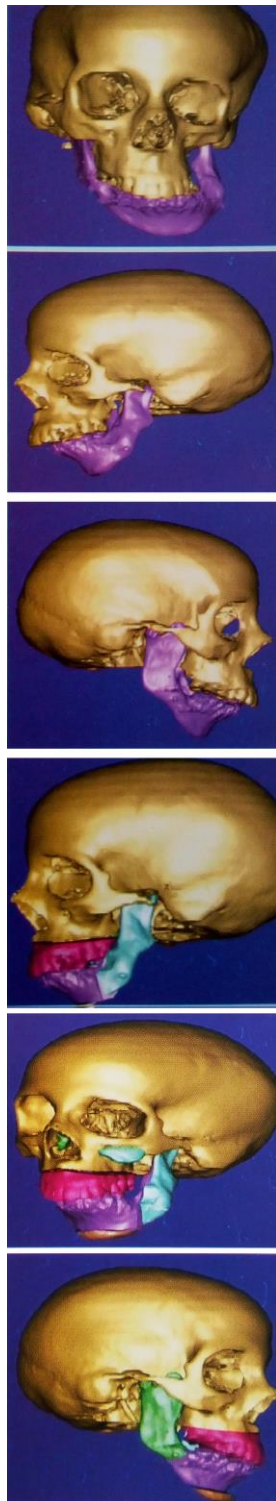


Figura 3

Reconstrucción 3D pre planificación y post planificación.

También el programa nos permite una simulación 3D de los tejidos blandos pero que según varios autores no es precisa todavía.<sup>39</sup>

El paso final en el proceso de planificación es la transferencia del plan quirúrgico computarizado al acto operatorio. Férulas dentales quirúrgicas son creadas para este fin. Se crean mediante la inserción de una oblea digital entre las arcadas dentarias superiores e inferiores, lo que resulta en una férula quirúrgica digital. Por último, el sistema exporta las férulas digitales en formato STL (siglas provenientes del inglés 'STereo Lithography») para fabricarlas utilizando una máquina de prototipado rápido. Esto nos permite transferir la planificación de la cirugía programada en la computadora, en forma milimétrica a la sala de operaciones, todo realizado a través del software, y por el sistema CAD CAM. En las imágenes se observa a la paciente en un control 6 meses después de la cirugía utilizando aparatología ortopédica para seguir corrigiendo la desviación mandibular. (Figura 4).

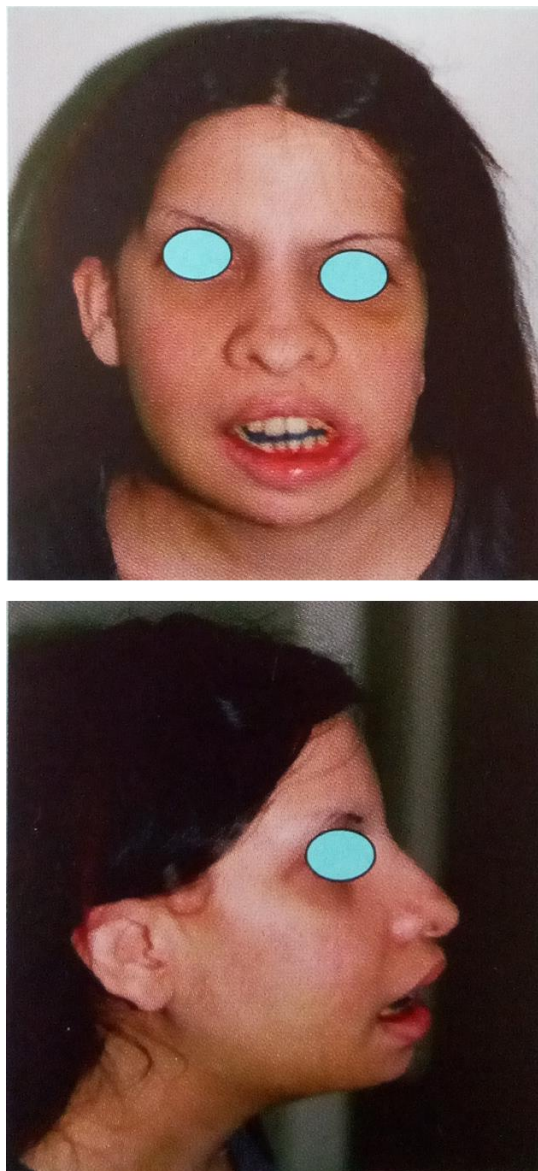


Figura 4

Posoperatorio a los 6 meses.



## Discusión

La corrección quirúrgica de las deformidades cráneo maxilo faciales es una de los más difíciles. El éxito de estas cirugías no sólo depende de los aspectos técnicos de la operación, sino también, en mayor medida, en la formulación de un plan quirúrgico preciso. La planificación quirúrgica implica una serie de pasos lógicos. Estos pasos incluyen la recopilación de datos, el diagnóstico, el establecimiento de un plan quirúrgico previo, la simulación quirúrgica (VTO quirúrgico), el establecimiento del plan quirúrgico final, y la transferencia del plan para el paciente. Como vemos es un procedimiento sensible, y durante la recopilación de estos datos se pueden acumular errores considerables. Este acúmulo de errores trae aparejado falta de precisión.

Es de vital importancia el estudio tridimensional de la posición de los maxilares con respecto al cráneo, este análisis se realiza con radiografías de frente y perfil de cráneo y a partir de estos se realizan estudios cefalométricos bidimensionales. Por lo tanto, sólo mide las estructuras en un solo plano. Puede ser apropiado para los pacientes con deformidades simétricas, pero es claramente insuficiente para los pacientes con deformidades asimétricas 1011.

Básicamente estamos estudiando un fenómeno tridimensional con estudios bidimensionales. Otra falta de precisión de los protocolos clásicos es la utilización del arco facial, el cual sobreestima el ángulo del plano maxilar y no está diseñado para registrar asimetrías con exactitud. Se han descrito diferencias de hasta 7° en el plano oclusal maxilar de la cefalometría y el del articulador lo cual conlleva errores en la cirugía de los modelos que se transferirán al quirófano. 7

La cirugía modelo dental se realiza para 2 finalidades. La primera de ellas es establecer la oclusión y la segunda es para reorientar los modelos para asegurar que los huesos se colocan en la posición ideal en la cirugía. Otro error es que los modelos dentales de yeso no representan los huesos que rodean, el cirujano no es capaz de visualizar los efectos de la posición del modelo en el esqueleto facial. Por lo tanto, la capacidad para obtener la posición del hueso ideal se convierte en un acontecimiento al azar 12. Estas imprecisiones en la transferencia de información pueden condicionar importantes desviaciones desde lo planificado a lo ejecutado. Estos errores no tienen excesiva trascendencia en sentido vertical o sagital. Una cara 2 o 3 mm más larga o protruida de lo previsto puede no tener excesivas implicaciones. Pero el mismo margen de error en sentido transversal u oclusal puede causar un verdadero desastre. Como vimos la imprecisión en la planificación en cirugía ortognática es un hecho suficientemente documentado en la literatura 3679101112.

Las ventajas del análisis 3 D es el estudio y planificación en los tres ejes del espacio, realizando cefalometrías tridimensionales. Podemos además realizar la simulación de las ostectomías y movimientos esqueléticos, anticipando los gaps entre las ostectomías el escalón de hueso entre los fragmentos digitales y proximales en las sagitales de rama. La fabricación de modelos estereo litográficos, facilita el estudio, medición y realizar ostectomías sobre modelos de los maxilares. También nos facilita la comunicación con el ortodoncista y otros cirujanos para la mejor comprensión de la problemática y resolución del caso. Y lo más importante el hecho de transferir la cirugía planificada milimétricamente en la computadora al acto quirúrgico con férulas estereolitográficas de alta precisión 8. Una limitación del procedimiento 3D es la interferencia que genera la aparatología ortodóncica en las imágenes tomográficas, problema que es solucionado con el escaneo tomográfico de modelos de yesos e



interposición de estos con las imágenes 3D, o a través del escaneo con láser óptico 3D.

Otro inconveniente es el traslado de la posición natural de la cabeza (PNC) del paciente al modelo digital 3D, que se logra con un aparato giroscópico que se escanea en la tomografía y se superpone en el modelo<sup>10</sup>.

Y por último es necesario seguir avanzando en el desarrollo de las imágenes en 3D de los tejidos blandos mediante la introducción de algoritmos matemáticos que representan con precisión los cambios postoperatorios que puedan ocurrir en el tejido blando facial<sup>8</sup>.

El método tradicional no es preciso, estas imprecisiones es un acúmulo de errores en todo el proceso de planificación, generalmente estos errores no cobran importancia en sentido vertical u sagital, pero pueden causar un desastre cuando se producen en sentido horizontal u oclusal. Estos conceptos cobran gran relevancia en los casos de deformidades asimétricas en donde los métodos bidimensionales, son insuficientes, dejando gran margen para la intuición, para la habilidad del profesional y por lo tanto para el error.

La aceptación de nuevas tecnologías es un o proceso difícil, en especial cuando viene a cambiar procedimientos aparentemente efectivos y de menor costo.

El enfoque preciso 3D para el diagnóstico y la planificación representa un cambio revolucionario en la cirugía ortognática. Finalmente son capaces de tomar medidas cefalométricas 3D y realizar la configuración y VTO, con una precisión milimétrica, evitando los errores inherentes al clásico análisis 2D cefalométrico y VTO, trasladando lo planificado a la cirugía a través de las guías de precisión. Con esta nueva herramienta, un camino sin retorno se inicia.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con este estudio y afirman no haber recibido financiamiento externo para realizarlo.





## BIBLIOGRAFÍA

- » 1. Lal, K., White GS, Morea DN, Wright RF. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part 1. The concept. *Journal of Prosthodontics*, Copenhagen, v. 15, n. 1, p. 51-58, Jan-Feb. 2006.1
- » 2. Kupeyan, H.K.; Shaffner, M.; Armstrong, J. Definitive CAD/CAM-guided prosthesis for immediate loading of bone-grafted maxilla: a case report. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, Hamilton, v. 8, n. 3, p. 161- 167,2006.
- » 3. María José Biosca Gómez de Tejada. Federico Hernández-Alfaro, Dieter Maier, Carlos Martí. Planificación virtual y diseño de férulas CAD/CAM en cirugía ortognática ¿una nueva era?.*Revista Española de Ortodoncia*,Vol. 35, N°. 4,2005, págs. 363-370.
- » 4. Gillessen-Kaesbach G, Wieczorek D. Oculo-auriculo-vertebral spectrum (OAVS): clinical evaluation and everityscoring of 53 Patients and proposal for a new classification. *Eur J Med Genet*, 2005 Oct-Dec; 48 (4): 397-411.
- » 5. Nagasaka H, Sugawara J, Kawamura H, et al: «Surgeryfirst» skeletal class III correction using the skeletal anchorage system. *J. Clin Orthod* 43:97, 2009
- » 6. Federico Hernandez-Alfaro, MD, DDS, PhD, FEBOMS, Raquel Guijarro-Martínez, MD, Ana Molina-Coral, DMD,# and Consuelo Badía-Escriche, DMD.Surgery First in Bimaxillary Orthognathic Surgery *J Oral Maxillofac Surg* 69:e201-e207, 2011
- » 7. Josep Rubio Palau, Juan Antonio Hueto Madrid,Javier Gonzalez Laguna.Planificación 3D en cirugía ortognática.*Rev. Esp. Ort.* 2012;42. 17\_21.
- » 8. Samir Aboul-Hosn Centenero, Federico Hernández-Alfaro. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results e Our experience in 16 cases. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery xxx (2011)1e7.*
- » 9. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF, Christensen AM, Lemoine JJ, Liebschner MA, et al: Clinical feasibility of computer-aided surgical simulation (CASS) in the treatment of complex craniomaxillofacial deformities. *J Oral Maxillofac Surg* 65: 728e734, 2007
- » 10. James J. Xia, MD, PhD, MS, Jaime Gateno, DDS, MD, and John F.Teichgraeber, MD, FACS. A New Clinical Protocolto Evaluate Cranio-maxillofacial Deformity and to Plan Surgical Correction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 October; 671101: 2093-2106.
- » 11. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2005;13:25.
- » 12. GR, Barth EL, Eulzer C, et al. The use of a new 3D splint and double CT scan procedure to obtain an accurate anatomic virtual augmented model of the skull. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36:146.