



Caso clínico

Precisión en la planificación quirúrgica 3D en un paciente con síndrome de Goldenhar



Guillermo Trigo, Carlos Israel Paganini*, Gerardo Francisco Saiz y Marina Isabel Vilachá

Carrera de especialista en cirugía y traumatología Buco Maxilofacial, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Maimonides, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 12 de mayo de 2014

Aceptado el 1 de julio de 2014

On-line el 7 de agosto de 2014

Palabras clave:

Software

Diagnóstico y planificación

Cirugía ortognática

Precisión

Keywords:

Software

Diagnosis and surgical planning

Orthognathic surgery

Precision

R E S U M E N

Objetivo: Presentar un caso clínico de una paciente con síndrome de Goldenhar en el cual se utilizó, para la planificación de la corrección de su asimetría facial, el software Materialise CMF® (Leuven, Bélgica).

Caso clínico: 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:** El método de planificación tradicional no es preciso, y estas imprecisiones producen una acumulación de errores en todo el proceso. Estos conceptos cobran gran relevancia en los casos de deformidades asimétricas, en donde los métodos bidimensionales son insuficientes, dejando un gran margen para la intuición, para la habilidad del profesional y, por lo tanto, para el error. El método de planificación 3D facilita el estudio, la planificación y la transferencia de lo planificado a la cirugía, minimizando los errores y logrando la máxima precisión.

© 2014 SECOM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Precision in 3D surgical planning in a patient with Goldenhar syndrome

A B S T R A C T

Aim: Submit a case of a patient with Goldenhar syndrome. The Materialise CMF® (Leuven, Belgium) software was used for planning her facial asymmetry correction.

Case report: Female patient aged 27 who suffers from Goldenhar syndrome. He underwent orthognathic surgery to correct facial asymmetry. For diagnosis, surgical planning and simulation case 3D Materialise CMF® software (Leuven, Belgium) was used.

Conclusions: The traditional method of planning is not necessary, these inaccuracies are an accumulation of errors in the whole process. These concepts assume great importance in

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: israelpaganini@hotmail.com (C.I. Paganini).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.maxilo.2014.07.005>

1130-0558/© 2014 SECOM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

cases of asymmetric deformities where the 2-dimensional methods are insufficient, leaving much room for intuition, for the professional ability and therefore for error. The method of 3D planning facilitates the study, planning and transfer of what is thought to surgery, minimizing errors and achieving maximum accuracy.

© 2014 SECOM. 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/>).

Introducción

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 NobelGuide® (Nobel Biocare, Lovaina, Bélgica) y SimPlant® (Materialise Dental, Leuven, Bélgica)^{1,2} utilizan las imágenes obtenidas en la tomografía computarizada, las procesan, y generan imágenes 3D, permitiendo valorar las estructuras anatómicas del maxilar superior (por ejemplo, seno maxilar) y de la mandíbula (por ejemplo, nervio dentario inferior, agujeros mentonianos) desde una perspectiva tridimensional. Planifican la colocación de los implantes de forma virtual, transfiriéndola al campo quirúrgico mediante la confección de guías quirúrgicas de precisión a través del sistema CAD/CAM (siglas en inglés para la expresión de diseño y fabricación asistidas por ordenador). En el campo de la cirugía maxilofacial, y principalmente en cirugía ortognática, la gran asignatura pendiente es la precisión³: la precisión en la planificación de los movimientos, en la predicción de los resultados y en la traslación de los movimientos previstos al campo operatorio. Es por ello que nuevos softwares de simulación y planificación han aparecido, como es el caso de Materialise CMF® (Leuven, Bélgica), que nos permiten valorar tridimensionalmente el esqueleto facial, tomar medidas cefalométricas precisas, simular las ostectomías, y trasladar lo planificado a través de guías quirúrgicas de precisión al campo operatorio, permitiendo reducir al máximo la posibilidad de imprecisiones⁴.

Caso clínico

A nuestro centro de cirugía maxilofacial de la Universidad Maimónides fue derivada una paciente de sexo femenino

de 27 años con diagnóstico de síndrome de Goldenhar. Este síndrome presenta una serie de anomalías craneofaciales unilaterales de las estructuras anatómicas originadas en el primer y segundo arcos branquiales⁵.

En la exhaustiva historia clínica, la paciente relata que a lo largo de su vida recibe varios tratamientos de ortodoncia y 2 cirugías maxilofaciales: una cirugía ortognática y una distracción mandibular, no obteniendo un resultado favorable, y con una disconformidad por parte del paciente con respecto al resultado estético (fig. 1).

Se decidió realizar la planificación quirúrgica a través del software Materialise CMF®, 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, VTO quirúrgico y cirugía de modelos). Nuestro equipo de trabajo también se decidió incorporar al paciente dentro de nuestro protocolo de surgery first («cirugía primero»), en donde se realiza primero la cirugía y luego una ortodoncia posquirúrgica, procedimiento propuesto por Nagasaka et al.⁶. 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, que facilitan cambios metabólicos en el hueso que mejoran y aceleran los movimientos dentales mediante ortodoncia posoperatoria⁶.

Como primer paso, se solicitó una tomografía helicoidal de macizo craneofacial con cortes cada 1 mm. Es conveniente realizar este escaneado 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 mandibular⁵. Las imágenes obtenidas en formato Digital Imaging and Communications in Medicine –DICOM– son transferidas a una estación de trabajo,



Figura 1 – Imágenes radiográficas que revelan la historia quirúrgica, A1 con distractores, A2 con los tornillos de fijación en cirugía sagital de rama. B1 y B2: frente y perfil actual de la paciente.



Figura 2 – Frente y perfil del modelo estereolitográfico.

donde se realizan las reconstrucciones 3D y se eliminan las impurezas y los artefactos de la imágenes.

Con esta información, y a través de la 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^{3,7} (fig. 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 personalizado⁷.

Luego definimos los planos sagitales y horizontales, desde los cuales se realizarán las diversas mediciones, y en relación con estos se practicarán los movimientos quirúrgicos. El plano horizontal es el clásico plano de Frankfort. Pero en este caso podemos marcar 2 porios y 2 suborbitarios, derecho e izquierdo, en contraste con los 2 que podemos marcar en las 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 nasión y una línea que pasa por la parte media de las apófisis clinoides y el foramen magnum³.

A continuación se procede a definir las ostectomías que vamos a realizar, y a movilizar los fragmentos óseos de acuerdo con nuestra planificación. El software nos permite realizar todas las técnicas de ostectomías descritas (sagital, vertical de rama, Le Fort, mentoplastias, etc.), incluso personalizar nuestros cortes en el hueso de acuerdo con 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 Le Fort del maxilar superior con intrusión de 5mm, 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 (fig. 3) También el programa nos permite una simulación 3D de los tejidos blandos, que según varios autores no es precisa todavía^{3,9}.

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 término inglés STereoLithography) para fabricarlas utilizando una máquina de prototipado rápido. Esto nos permite transferir la planificación de la cirugía programada en el ordenador de 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 posoperatorio inmediato después de la cirugía utilizando aparatología ortopédica para seguir corrigiendo la desviación mandibular (fig. 4).

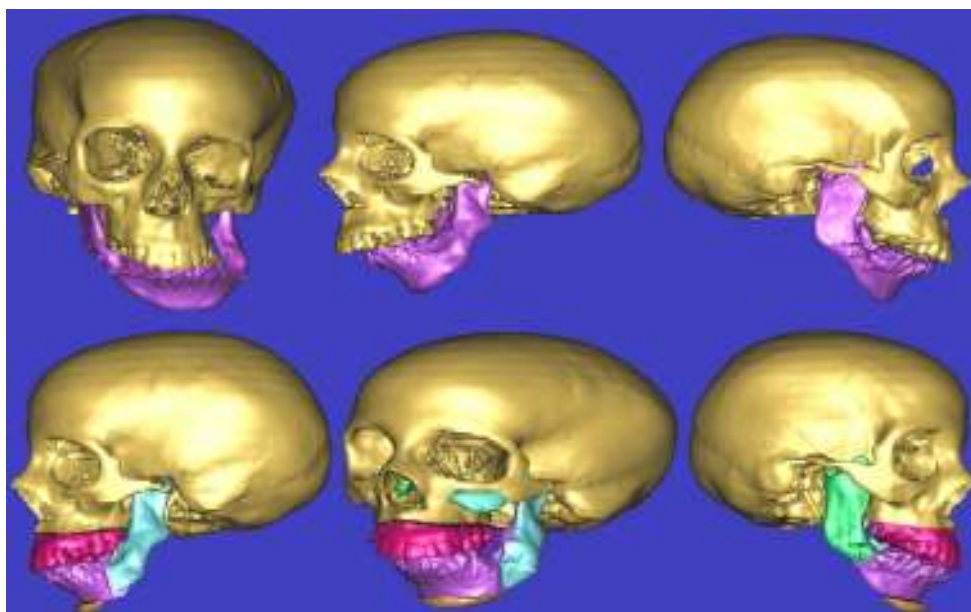


Figura 3 – Reconstrucción 3D preplanificación y posplanificación.



Figura 4 – Posoperatorio 6 días después de la cirugía; la paciente con splint y gomas.

Seis meses después de la cirugía, se puede observar a la paciente con una gran mejoría de su asimetría facial, en relación con su estado preoperatorio. Obviamente requerirá por lo menos una cirugía de rinoplastia. Pero lo más importante es que ella está conforme con su aspecto, manifestado por un cambio de look y de actitud ante la vida social (fig. 5).

Discusión

La corrección quirúrgica de las deformidades craneomaxilofaciales es una de las más difíciles. El éxito de estas cirugías no solo depende de los aspectos técnicos de la operación, sino también, en mayor medida, de 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 al paciente. Como vemos, es un procedimiento sensible, y durante la recopilación de estos datos se pueden acumular errores considerables. Esta acumulación de errores trae asociada una 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 del cráneo, y a partir de estas se realizan estudios cefalométricos bidimensionales.



Figura 5 – El antes y después (6 meses) de la cirugía.

Por lo tanto, solo 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, en donde no solo los huesos son desplazados asimétricamente, sino que también difieren en tamaño y forma de un lado al otro¹⁰⁻¹².

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 sobrestima el ángulo del plano maxilar y no está diseñado para registrar asimetrías con exactitud. Se han descrito diferencias de hasta 7° entre 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 quirófano⁷.

La cirugía modelo dental se realiza con 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 de los modelos dentales de yeso es que 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 azar¹². 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. Puede ser apropiado para los pacientes con deformidades simétricas, pero es claramente insuficiente para los pacientes con deformidades asimétricas^{10,11}.

Básicamente estamos estudiando un fenómeno tridimensional con estudios bidimensionales. Como vimos, la imprecisión en la planificación en cirugía ortognática es un hecho suficientemente documentado en la literatura^{3,6,7,9-11,13}.

Las ventajas del análisis 3D, especialmente el aplicado sobre casos de gran asimetría facial como es el presentado en este artículo, ya están siendo documentadas en diferentes artículos, y consisten en que podemos realizar el estudio y la planificación en los 3 ejes del espacio, realizando cefalometrías tridimensionales, además de realizar la simulación de las ostectomías y movimientos esqueléticos, anticipando los gaps o los escalones de hueso entre los fragmentos distales y proximales en las sagitales de rama. La fabricación de modelos estereolitográficos facilita el estudio, la medición y la realización de ostectomías. También nos ayuda a 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 el ordenador al acto quirúrgico con férulas estereolitográficas de alta precisión⁸.

Existen algunas limitaciones del procedimiento 3D, una de las cuales es la interferencia que genera la aparatología ortodóncica en las imágenes tomográficas, problema que es solucionado con el escaneado tomográfico de modelos de yeso y la interposición de estos con las imágenes 3D, o a través del escaneado con láser óptico 3D.

Otro inconveniente es el traslado de la posición natural de la cabeza del paciente al modelo digital 3D, que se logra con

un aparato giroscópico que se escanea en la tomografía y se superpone en el modelo¹⁰.

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 representen con precisión los cambios posoperatorios que ocurrirán en el tejido blando facial⁸.

Gracias a estos softwares podemos lograr una cirugía pensada, planificada y transferida de forma milimétrica, disminuyendo los márgenes de error y logrando la máxima precisión. Este concepto cobra gran relevancia en los casos de gran asimetría facial, en donde los métodos tradicionales son claramente insuficientes^{14,15}.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

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 I. The concept. *J Prosthodont.* 2006;15:51-8.
2. Kupeyan HK, Shaffner M, Armstrong J. Definitive CAD/CAM-guided prosthesis for immediate loading of bone-grafted maxilla: A case report. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2006;8:161-7.
3. Hernández-Alfaro F, Maier D, Martí C, Biosca MJ. Planificación virtual y diseño de férulas CAD/CAM en cirugía ortognática: ¿una nueva era? *Rev Esp Ortod.* 2005;35:363-70.
4. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R, Molina-Coral A, Badía-Escriche C. "Surgery first" in bimaxillary orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:e201-7.
5. Gillessen-Kaesbach G, Wiczorek D. Oculo-auriculo-vertebral spectrum (OAVS): Clinical evaluation and severity scoring of 53 patients and proposal for a new classification. *Eur J Med Genet.* 2005;48:397-411.
6. Nagasaka H, Sugawara J, Kawamura H, Nanda R. "Surgery first" skeletal class III correction using the Skeletal Anchorage System. *J Clin Orthod.* 2009;43:97-105.
7. Rubio Palau J, Hueto Madrid JA, Gonzalez Laguna J. Planificación 3D en cirugía ortognática. *Rev Esp Ortod.* 2012;42:17-4221.
8. Aboul-Hosn Centenero S, Hernández-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - Our experience in 16 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40:162-8.
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.* 2007;65:728e-34e.
10. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. A new clinical protocol to evaluate cranio-maxillofacial deformity and to plan surgical correction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2093-106.
11. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2005;13:25-39.
12. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New methods to evaluate craniofacial deformity and to plan surgical correction. *Semin Orthod.* 2011;17:225-34.
13. Swennen GR, Barth EL, Eulzer C, Schutyser F. 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;36:146-52.
14. Yáñez-Vico RM, Iglesias-Linares A, Torres-Lagares D, Gutiérrez-Pérez JL, Solano-Reina E. A new three-dimensional analysis of asymmetry for patients with craniofacial syndromes. *Oral Dis.* 2013;19:755-62.
15. Tan XY, Hu M, Tao Y, Luo JC, Xu J, Liu SX. Application of computer-aided surgery in fibrous dysplasia of cranio-maxillofacial bone. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2014;23:62-5.