

RECONSTRUCCION FACIAL ASISTIDA POR ORDENADOR (RFA)

Hoyos Serrano Maddelaine¹
Apaza Quelca Juana²

RESUMEN

La aplicación de las técnicas convencionales en cualquier tipo de reconstrucción facial, pueden ocasionar imprecisiones en los resultados de dicho tratamiento, debido a los errores que puedan cometerse en las distintas etapas de planificación, es por ello que en la actualidad, se han logrado superar dichas falencias con el desarrollo de nuevas tecnologías, de las cuales se pueden mencionar el uso de: TAC, programa informático Simplant CMF, formato DICOM y sistema CAD/CAM, mismos que son controlados por ordenadores.

El uso en conjunto de las herramientas anteriormente indicadas, permiten llevar a cabo la reconstrucción facial, que consiste en reconstruir las estructuras faciales tridimensionalmente y usar dicha recreación virtual para diagnóstico, planificación quirúrgica virtual y/o para la elaboración de prótesis faciales. De este modo cuando esta tecnología tiene como objetivo final elaborar prótesis faciales ejecuta como pasos principales: la construcción de modelos tridimensionales tangibles, simulación virtual del plan de tratamiento y elaboración las prótesis quirúrgicas finales.

Las aplicaciones de esta tecnología en el campo de la cirugía maxilofacial se destinan a planificar cirugía ortognática, crear férulas de posicionamiento en implantología, reconstrucción craneofacial con biomateriales y reconstrucción de ATM.

¹Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA
²Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

PALABRAS CLAVE

Reconstrucción facial tridimensional. Sistema CAD/CAM. Estereolitografía. Prótesis facial.

INTRODUCCION

La suma de errores acumulados durante las distintas etapas en el diseño convencional del tratamiento quirúrgico maxilofacial, provoca imprecisión en los resultados de dicho procedimiento, de manera que, en las últimas décadas se han superado estas deficiencias con el desarrollo de nuevas tecnologías, de las cuales se pueden mencionar el uso de: TAC (Tomografía Axial Computarizada), software informático Simplant CMF, formato DICOM (Comunicación e imágenes digitales en medicina) y sistema CAD/CAM (Diseñado por computadora/ Manufacturado por computadora), que utilizadas en conjunto facilitan el tratamiento quirúrgico maxilofacial.¹

Es así que, con las herramientas mencionadas se puede llevar a cabo la *reconstrucción facial asistida por ordenador*, definida como una técnica que consiste en reconstruir virtualmente las estructuras faciales de un paciente mediante aparatos médicos guiados por programas de software especializados, ya sea sólo para diagnóstico y/o para la planificación de una intervención quirúrgica, de manera que en muchos casos el objetivo final de dicha planificación, es la reposición de áreas anatómicas perdidas con prótesis elaboradas para el caso.¹

HISTORIA

La reconstrucción facial data del año 3000 a 2500 a.C gracias a los egipcios, en cuyo Papiro Edwin Smith se hace el

reporte de las primeras reconstrucciones de lesiones y los materiales usados como el oro o piedras preciosas, desde entonces, la medicina a evolucionado en las técnicas y materiales de reconstrucción facial, a partir del uso rústico de materiales metálicos tóxicos como el plomo, metales nobles, aunque débiles en estado puro como el oro y hasta metales muy resistentes como el titanio, que hoy en día tiene un extenso uso en cirugía maxilofacial.²

En la actualidad con el avance de la tecnología, existe una gama de materiales biocompatibles utilizados como prótesis para la reconstrucción facial, los cuales están fabricados a base de plásticos polímeros que pueden ser elaborados manualmente o asistidos por computadora con los modernos sistemas de CAD/CAM, siendo ésta última, la forma más eficaz de construirlos.²

TECNICA Y METODOS DE RFA

La reconstrucción facial asistida por ordenador en mucho de los casos, tiene como objetivo final elaborar prótesis faciales para devolver la estética y funcionalidad al paciente, no obstante dicha técnica puede limitarse a diagnosticar y planificar intervenciones quirúrgicas sin que el paciente necesite alguna prótesis en la cara o el cráneo.¹

De este modo cuando se necesita diagnosticar, planificar intervenciones quirúrgicas y además elaborar prótesis faciales, esta técnica tiene tres pasos principales: a) Proceso de construcción de modelos tridimensionales, b) Simulación virtual del caso clínico c) Construcción de prótesis con sistemas CAD/CAM.

PROCESO DE CONSTRUCCION DE MODELOS TRIDIMENSIONALES

Esta es la primera fase, que consiste en recepción de datos, procesamiento de los mismos y la reconstrucción tridimensional.¹

Recepción de datos

La recepción de datos consiste en captar las imágenes médicas, las que pueden lograrse mediante diversas modalidades, tales como la ecografía, radiología computarizada, resonancia magnética, resonancia magnética nuclear o la tomografía computarizada, de las cuales, la última en su modalidad de TAC (Tomografía Axial Computarizada) es la más utilizada en cirugía maxilofacial.^{1,3}

Es así que con este tipo de examen médico, se toman imágenes de cortes milimétricos transversales al eje céfalo-caudal, mediante el uso de rayos X, de modo que dichas imágenes pueden ser valoradas con un ordenador, además que el mismo controla toda la unidad de tomografía.⁴

Formato DICOM y construcción de imágenes tridimensionales virtuales

Las imágenes obtenidas en formato DICOM, al cual se considera como el estándar internacional de imágenes médicas para intercambio de las mismas, son transferidas a una estación de trabajo donde se realiza la reconstrucción tridimensional del cráneo con programas de software a partir de los cortes axiales, además de diseñarse la prótesis intermedia en tres dimensiones.^{1,5}

El formato DICOM es implementado en muchas ramas de la imagenología, tales como la radiología, imagenología cardiológica, dispositivos de radioterapia (rayos X, CT, MRI, ultrasonido, etc.) y

cada vez más en los dispositivos de otros ámbitos médicos como oftalmología y odontología, a su vez, este formato es usado en decena de miles de aparatos de imagen, de manera que puede considerarse a DICOM como el estándar más usado en normas de salud de mensajería del mundo.⁵

Construcción de modelos estereolitográficos mediante sistema CAD/CAM

Una vez obtenido el diseño virtual, dicha información es enviada por internet a un ordenar remoto, que a su vez controla un máquina estereolitográfica que, con tecnología CAD/CAM permite generar el modelo creaneofacial en un material similar al natural, además de la plantilla del implante.^{1,2}

La esterolitografía es un proceso que consiste en obtener modelos en tercera dimensión de cualquier estructura anatómica, a través de un sofisticado programa de software: permitiendo observar defectos estructurales y/o patológicos para luego convertirlas en prototipos reales, de este modo, los mismos pueden ser recreados con una sustancia de sulfato de calcio bañado con cianoacrilato como aglutinante para adquirir la apariencia y consistencia aproximada al hueso. Así, al obtener los modelos anatómicos, se puede proporcionar al paciente un diagnóstico, plan de tratamiento y pronóstico más precisos, como realizar mediciones directas sobre los mismos en los distintos planos del espacio; además de simular tratamientos quirúrgicos como osteotomías, preformar las placas de osteosíntesis y determinar la necesidad y el tamaño de prótesis. A diferencia de otros procedimientos convencionales como estudios radiográficos, tomográficos, gammagramas, resonancia magnética, angiogramas, entre otros, la estereolitografía mediante

sistema CAD/CAM es una alternativa muy eficaz y práctica.^{1,6}

SIMULACION VIRTUAL

Cuando se ha realizado las fases anteriormente descritas y se obtienen los modelos tridimensionales tangibles además de simular el tratamiento quirúrgico respectivo, se procede a realizar la misma simulación de manera virtual, que para el caso, se usan una infinidad de programas de software, de los cuales el más utilizado en odontología es el que se detalla a continuación.¹

Software informático Simplant CMF

Simplant CMF es un software informático perteneciente a la familia Simplant®, que permite analizar tridimensionalmente la lesión a tratar, simular la realización de osteotomías, trazar planos de referencia, simular movimientos sagitales, verticales y transversales, mostrar la respuesta de los tejidos blandos a los movimientos esqueléticos y diseñar las prótesis necesarias para el caso clínico, entre otras múltiples aplicaciones, así, Simplant CMF permite una planificación quirúrgica segura, rápida y mucho más fácil.^{1,7}

CONSTRUCCION DE PROTESIS FINALES MEDIANTE SISTEMA CAD/CAM

Cuando la planificación virtual es concluida y se obtiene el diseño final de las prótesis faciales, toda la información recabada es enviada por Internet a una *workstation*, donde, mediante tecnología CAD/CAM, (la misma que consiste en diseñar y manufacturar mediante una computadora algún objeto en cuestión) se generan las prótesis quirúrgicas estereolitográficas y se procede a realizar toda la planificación quirúrgica

virtual en el paciente, incluida obviamente la aplicación de la prótesis facial para el caso clínico.¹ De este modo la eficacia y seguridad que se consigue con el uso de un ordenador para la reconstrucción facial es mucho mayor que la técnica convencional, en la que puede obtenerse imprecisiones por errores humanos que puede cometer el operador.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Entre las mayores ventajas que otorga esta técnica, existe:^{1,6,7}

- Mayor confiabilidad de las imágenes captadas, las mismas que pueden ser reconstruidas tridimensionalmente y que le otorgan al operador una mejor orientación en el espacio.
- Facilidad, eficacia y precisión que otorga el sistema CAD/CAM para elaborar modelos tangibles de planificación quirúrgica y construir las prótesis faciales definitivas.
- Mayor seguridad que permiten los programas de software al simular las intervenciones quirúrgicas, de modo que se aumenta la certeza de trabajo del operador al momento de intervenir al paciente.

En contraparte, esta técnica tiene como gran desventaja su baja accesibilidad por el alto costo que tiene, además que, en países en desarrollo como el nuestro, este tipo de tecnología no se encuentra muy difundida.

APLICACIONES

Esta técnica asistida por ordenador puede usarse una diversidad de casos clínicos dentro de la cirugía maxilofacial y en otras ramas de la odontología, de los cuales, los más importantes son:

- Cirugía ortognática: consiste en rehabilitar la estética del paciente llevando a cabo un tratamiento de

ortodoncia y cirugía maxilofacial al mismo tiempo, el mismo que puede ser planificado por ordenador.¹

- Implantología: que si bien no podría estar considerada dentro de los tratamientos de cirugía maxilofacial, el uso de sistemas computarizados en este campo es el más popular hasta la actualidad, y en la mayoría de los casos estas tecnologías se utiliza para construir férulas de posicionamiento.⁸
- Reconstrucción craneofacial con HTR (Hard tissue replacement): la reconstrucción ósea craneofacial con este material es hasta la fecha una de las mejores opciones, pues aparte de la biocompatibilidad y resistencia del material, su construcción por ordenador facilita su elaboración.²
- Reconstrucción de la articulación temporomandibular: la misma que se lleva a cabo gracias a los avances en las técnicas de planificación quirúrgica virtual, tecnología CAD/CAM y nuevos biomateriales, aún cuando los casos clínicos son bastantes complejos.⁹

BIBLIOGRAFIA

1. Hernández A.F., Mair D., Martí C., Biosca M. J. Planificación virtual y diseño de férulas CAD/CAM en cirugía ortognática: ¿una nueva era?. Esp Ortod. 2006 [acceso 09 de noviembre de 2012] 36:363-70. Disponible en: <http://www.institutomaxilofacial.com/wp-content/uploads/2011/06/Art.-PLANIFICACION-VIRTUAL-CAD-CAM.pdf>
2. González M. F., Ramírez G. O. J., Ortega E. J. Reconstrucción craneofacial asistida por computadora en el Centro Médico ISSEMYN Toluca, Estado de México. Asociación Mexicana de Cirugía Bucal y Maxilofacial, Colegio Mexicano de Cirugía Bucal y

- Maxilofacial, A.C. 2012 [acceso 09 de noviembre de 2012]8 (1). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/cirugiabucal/cb-2012/cb121b.pdf>
3. Valencia C. Lorena. Metodología para elaborara reconstrucción faciales empleando gráficos computarizados tridimensionales. [tesis doctoral hallada en internet] Granada: Laboratorio de Antropología, Universidad de Granada. 2007. Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/1733/1/17249880.pdf>
 4. Corbo P. D. N. Tomografía axial computada [monografía en Internet] Uruguay. Sanguinetti Rafael. 2004 [acceso el 09 de noviembre de 2012] Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/1733/1/17249880.pdf>
 5. DICOM Digital Imaging and Communications in Medicine [sede web]. Rosslyn VA. NEMA [acceso 11 de noviembre de 2012]. About DICOM. Disponible en: <http://medical.nema.org/Dicom/about-DICOM.html>
 6. Jiménez C. R., Benavides R. A. La estereolitografía en la Facultad de Odontología en la UNAM. Revista Odontológica Mexicana. 2005. [acceso 12 de noviembre de 2012]. 9 (1). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2005/uo051h.pdf>
 7. Materialise Dental. [sede web]. Leuven. Materialise Dental. [acceso 11 de noviembre de 2012]. Simplant® Disponible en: <http://www.materialisedental.com/materialise/view/en/2970306-SimPlant.html>
 8. Hueto M. J.A. Tecnología robótica en cirugía oral y maxilofacial. Esp Cir Oral y Maxilofac. 2008 [acceso 09 de noviembre de 2012] 30 (1). Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/maxi/v30n1/clnico1.pdf>
 9. Sánchez G. A., Monrey M. M. A., Ramos M.M., Janeiro B. S., Molina B. I., Iriarte O. J. J. Reconstrucción de la articulación temporomandiblar postraumática con prótesis a medida. Planificación quirúrgica virtual. Esp Cir Oral Maxilofac. 2011 [acceso 11 de noviembre de 2012]. 33(2) Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-05582011000200001&script=sci_arttext