

La estereolitografía en cirugía maxilofacial

Stereolithography in maxillofacial surgery

Oré De La Cruz, Jhames ^{1,2,3}; Barría Angulo, Hosting ^{1,3}; Núñez Villalva, Javier ^{1,3}; Ochoa Huamán, Hebert ^{1,3}; Oré Reyes, Valery ⁴

1. Cirujano Bucal y Maxilofacial asistente del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Lima, Perú.
2. Docente Ordinario de CBMF de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
3. Docente del Residentado en Cirugía Bucal y Maxilofacial – Sede Loayza - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
4. Interna de la Facultad de Odontología Sede Loayza - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

RESUMEN

El proceso de estereolitografía produce un modelo físico curando finas capas de un fotopolímero líquido en capas 2D secuenciales para crear un objeto tridimensional, obtenidas por el escaneo de una Tomografía Computarizada (TC), las cuales producen modelos con grosores de capa de 0,1 mm. a 0,2 mm. Uno de los sistemas de prototipado más utilizado en odontología es la estereolitografía. Posee múltiples aplicaciones especialmente en las especialidades de ortodoncia, implantología, cirugía maxilofacial, traumatología maxilofacial y prótesis maxilofacial. Nosotros presentamos una variedad de casos que utilizamos en la especialidad de Cirugía Bucal y Maxilofacial.

Palabras clave: Estereolitografía; impresión tridimensional; diseño asistido por computador; CAD-CAM.

ABSTRACT

The stereolithography process produces a physical model by curing thin layers of a liquid photopolymer in sequential 2D layers to create a three-dimensional object, obtained by scanning a Computerized Tomography (CT) scan, which produces models with layer thicknesses of 0,1 mm. to 0,2 mm. Stereolithography is the most common prototyping system used in dentistry, It has multiple applications, especially in orthodontics, implantology, maxillofacial surgery and maxillofacial traumatology. We present a variety of cases that we use in the specialty of Oral and Maxillofacial Surgery.

Keywords: Stereolithography; three-dimensional printing; computer-aided design; CAD-CAM.

INTRODUCCIÓN

La estereolitografía tiene sus orígenes en los sistemas de Diseño Asistido por Computadora

(CAD), los cuales son programas de cómputo que aceleran los procesos de diseño. El primer programa de sistemas CAD data de 1963 en EUA, pero fue en 1982 cuando se consolidó el uso de diseño asistido por computadora. El área de la salud, en su afán por incorporar nuevas tecnologías encaminadas a la solución de problemas con mayor eficacia y rapidez¹. La estereolitografía se realiza ayudándose de exámenes visuales no invasivos como la tomografía axial computarizada helicoidal tridimensional (cortes de 0,5 mm).

Estos datos se recogen y se pasan a un formato informático, donde se transportan a los tres ejes del espacio para realizar representaciones en tres dimensiones. De esta manera, poder observar la disposición de las estructuras anatómicas, así se puedan realizar todo tipo de mediciones longitudinales, angulares, densidades, relaciones con las estructuras anatómicas. Toda esta información se procesa y se genera mediante la estereolitografía, un modelo en tres dimensiones a tamaño real, sólido y con una fiabilidad del 99%, que podrá tener múltiples aplicaciones^{1,2}, en varias especialidades, especialmente en cirugía maxilofacial, odontología forense, rehabilitación, periodoncia, ortodoncia e implantología. La importancia de este sistema es poder brindar al paciente de una manera objetiva el tratamiento a realizar, así como aumentar su precisión. Se pueden prever complicaciones, acorta el tiempo de trabajo, disminuye costos y brinda tratamientos de muy alta calidad. Es la alternativa actual de más eficacia en el mundo para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con defectos congénitos y/o adquiridos². La aplicación en traumatología maxilofacial, lesiones tumorales, congénitos y deformidades, son de valioso aporte para el tratamiento.

Estereolitografía en Traumatología Máxilofacial

La órbita es una estructura de forma piramidal, con un volumen de 30 ml. aproximadamente. El piso y la pared medial de órbita son particularmente delicadas y propensos a fracturas aisladas (fracturas blowout) o en combinación con huesos adyacentes^{3,4}. Fracturas en el piso de órbita pueden resultar en herniación de la grasa y entrapamiento muscular, causando restricción de los movimientos oculares o diplopía.

Los objetivos del tratamiento de las fracturas de órbita es la de reconstruir la forma tridimensional, restablecer el volumen orbitario, restaurar la función ocular⁵, liberar el tejido periorbitario encarcelado y los músculos extraoculares^{5,6}. Está indicado el tratamiento quirúrgico de las fracturas de órbita cuando presenta: defecto superior a 2 cm., incremento del volumen orbitario superior al 10-15%, fracturas entre el suelo y la pared medial, diplopía persistente, enoftalmos de más de 2 mm., hipofthalmos, alteración de la movilidad ocular, evidencia radiológica de entrapamiento muscular ocular, hipoestesia del nervio infraorbitario^{7,8,9,10}. Para la reconstrucción de fracturas de piso de órbita es de suma importancia el uso de prototipaje o estereolitografía para tener adaptado la malla de titanio de acuerdo a la fractura con lo cual se disminuye el tiempo de cirugía.

Reporte de Caso 1: Estereolitografía en fractura de piso de órbita

Paciente varón de 21 años de edad acude a la consulta por sufrir accidente laboral. Acude a emergencia, de donde es referido a la especialidad de Cirugía Bucal y Maxilofacial.

A la evaluación, paciente en ABEG, BEH, BEN, LOTE, presenta aumento de volumen, región periorbitaria izquierda, región malar izquierda, leve enoftalmo ojo izquierdo, equimosis conjuntival, escalón óseo en reborde infraorbitario, parestesia en región geniana izquier-

da, diplopía binocular durante movimiento ocular hacia abajo, leve restricción al movimiento ocular hacia arriba, deficiencia visual ojo izquierdo.

A la evaluación de tomografía espiral multicorte se observa fractura en piso de órbita izquierda, fractura de reborde infraorbitario izquierdo y herniación de tejido orbitario dentro de seno maxilar, en reconstrucción 3D se observa fractura desplazada de reborde infraorbitario izquierdo, fractura de piso de órbita izquierdo (figs. 1, 2).

Se planifica reconstrucción de piso de órbita izquierdo con malla de titanio y se confecciona prototipaje (figs. 3, 4, 5, 6) para la adaptación de malla de titanio. También se interconsultó con oftalmología, no contraindican cirugía.

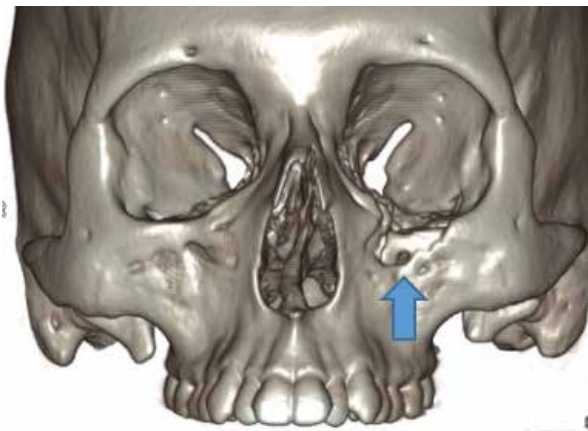


Figura 1. Reconstrucción 3D vista frontal de TEM. Se observa fractura en piso de órbita izquierda.

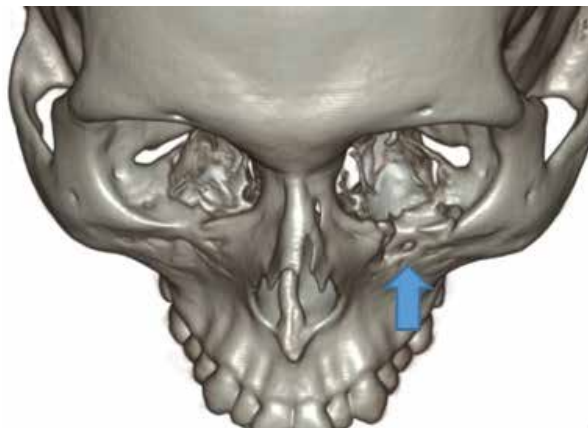


Figura 2. Reconstrucción 3D. Se observa fractura desplazada en reborde infraorbitario izquierda.

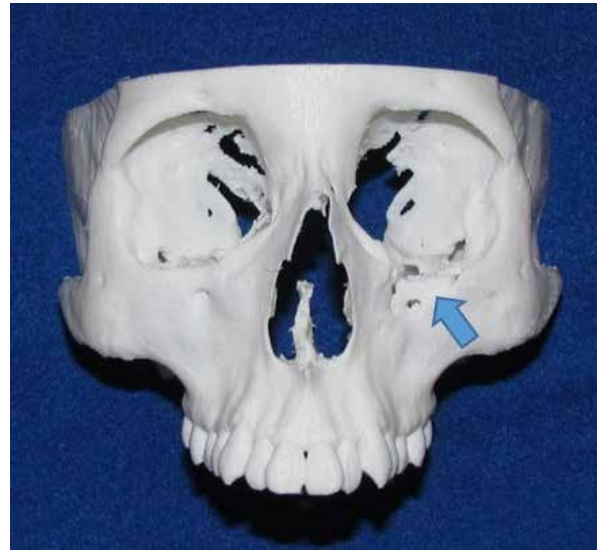


Figura 3. Estereolitografía vista frontal, se observa la fractura desplazada de reborde infraorbitario.



Figura 4. Estereolitografía vista submentovertex. Se observa la fractura en piso de órbita izquierdo.

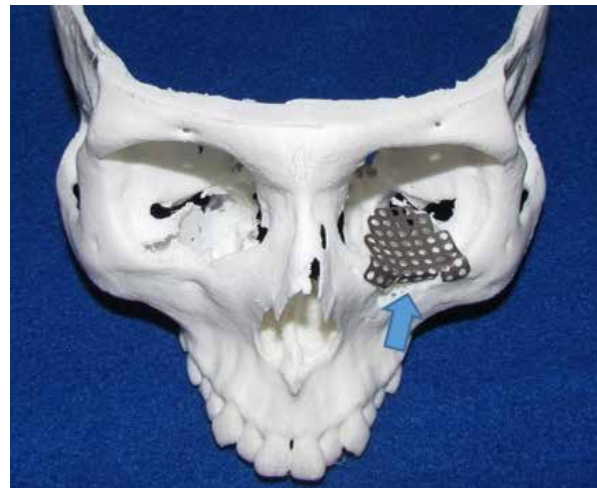


Figura 5. Estereolitografía adaptando la malla de titanio en piso de órbita.



Figura 6. Estereolitografía adaptando la malla de titanio en reborde infraorbitario.

Estereolitografía en extirpación de tumor benigno

Uno de los propósitos de la reconstrucción luego de una extirpación de tumor benigno es devolver la función y la estética. La reconstrucción incluye colocación de placas de titanio y reemplazo con injertos vascularizados, de manera que los modelos 3D pueden ser usados para planificar las osteotomías, calcular las dimensiones de las placas, la adaptación de las mismas y calcular el número de tornillos, disminuyendo el tiempo operatorio según Cunningham (2005) entre 1 a 1.5 horas, lo cual también se ve reflejado en un menor costo de sala de operaciones⁶.

Reporte de Caso 2: Estereolitografía en extirpación de tumor odontogénico

Paciente varón de 24 años de edad acude a la consulta por presentar un aumento de volumen en maxilar superior ocasionando presión y alteración de la estética, de tres años de evolución. Sin antecedentes médicos importantes.

A la evaluación, paciente en ABEG, ABEH, ABEN, LOTEP, presenta aumento de volumen en hemicara derecha, pérdida de surco nasogeniano y ala de la nariz del mismo lado, de consistencia dura, sin cambio de color de la piel, sensación de presión en hemicara derecha, no adenopatías submandibulares. Al exa-

men intraoral presentó pérdida de fondo surco vestibular del lado derecho, presencia de tumor de consistencia dura de 5x4 cm., de base sésil, sin cambio de color de la mucosa, desplazamiento de piezas dentarias comprometidas del lado derecho. El plan de trabajo para el diagnóstico contempló examen imagenológico, exámenes de laboratorio y biopsia por incisión. El resultado de la biopsia fue mixoma.

Para el plan de tratamiento se requirió el prototipo de la estereolitografía, gracias a la tomografía computarizada de macizo cráneo facial con reconstrucción tridimensional, lo que permitió hacer una planificación prequirúrgica del defecto tumoral (fig. 1).

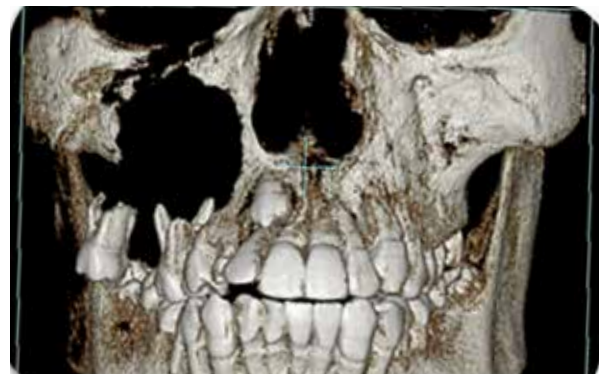


Figura 1. Reconstrucción 3D. Se observa el defecto ocasionado por el tumor en todo el maxilar superior derecho.

Por el defecto amplio, para tratamiento se solicitó una estereolitografía de macizo cráneo facial para realizar una adecuada planificación y manejar el defecto (figs. 2, 3, 4).



Figura 2. Estereolitografía vista frontal. Se aprecia el defecto óseo ocasionado por el tumor en el maxilar superior derecho.



Figura 3. Estereolitografía vista axial. Se aprecia compromiso y defecto óseo ocasionado por el tumor en paladar derecho.

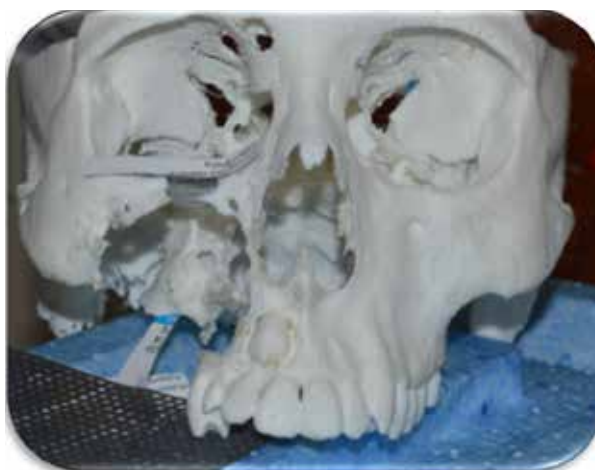


Figura 4. Estereolitografía. Permite adaptar la malla de titanio en el defecto óseo provocado por el tumor. Previa a la intervención quirúrgica.

Estereolitografía en distracción osteogénica

La distracción osteogénica es una alternativa a la cirugía ortognática para la corrección de deformidades del complejo maxilofacial. Ha sido usada en el tratamiento de hipoplasias maxilares en pacientes con deformidades congénitas y del desarrollo o secuelas quirúrgicas, usando distractores rígidos externos e internos en este tipo de pacientes. La estereolitografía es usada en este campo para adaptar los distractores antes de la cirugía dependiendo de la necesidad del caso, como también para la ubicación de la aparatología, de manera que se pueden realizar cambios en el dise-

ño para asegurar el confort del paciente ^{11,12}.

Reporte de Caso 3: Estereolitografía en hipoplasia mandibular

Paciente de sexo femenino de 19 años acude al Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial, por presentar dificultad para alimentarse, por presentar un maxilar inferior más pequeño con relación al maxilar superior, motivo por el cual no le permite masticar los alimentos. Al examen de la especialidad presenta asimetría facial con una desviación de la línea del mentón a la derecha, apertura bucal limitada y desviada a la derecha, desproporción en el tamaño de los maxilares, línea media dentaria inferior desviada a la derecha, ausencia de oclusión dentaria, disfunción masticatoria.

Al examen clínico imagenológico frente a una hipoplasia mandibular, una de las opciones de tratamiento es realizar una cirugía ortognática mediante distracción osteogénica, para lo cual se realiza un plan de trabajo para el tratamiento, según los protocolos, como modelos de estudio, cefalometrías de tejidos duros y blandos de cráneo, predicción cefalométrica, VTO, y dentro de esta planificación está la estereolitografía para ubicar adecuadamente los vectores de crecimiento (figs. 1, 2).



Figura 1. Estereolitografía del maxilar inferior para planificación quirúrgica.



Figura 2. Estereolitografía, vista frontal del maxilar inferior para planificación prequirúrgica.

DISCUSIÓN

La estereolitografía es la alternativa actual de más eficacia en el mundo para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con defectos congénitos y/o adquiridos. Esto quiere decir que ha contribuido de manera sustancial en la mejora de los procedimientos odontológicos¹ y otras áreas médicas². El área de la salud, en su afán por incorporar nuevas tecnologías encaminadas a la solución de problemas con mayor eficacia y rapidez¹. La necesidad de su adquisición, surge a partir de los trabajos con-

vencionales que se realizan, con el fin de minimizar los errores y fallos que son ampliamente observados.

Con el uso de la estereolitografía muchos de los pasos se reducen, disminuyendo el tiempo de ejecución y el riesgo, y aumentando la precisión y la probabilidad de éxito al final del tratamiento, como es el caso de las intervenciones quirúrgicas en cirugía bucal y maxilofacial. Permite disminuir el tiempo operatorio según Cunningham (2005) entre 1 a 1.5 horas, lo cual también se ve reflejado en un menor costo de sala de operaciones⁶. Si bien es cierto que ese costo es aún elevado, pero las ventajas que obtenemos son favorables obteniendo un tratamiento exitoso, minimizando los riesgos.

CONCLUSIÓN

El aporte que nos brinda la estereolitografía en la odontología y específicamente en cirugía bucal y maxilofacial es importante, constituyéndose uno de sus grandes avances para la especialidad. Por lo tanto, es oportuno mencionar que debería ser incluido dentro de los exámenes convencionales de planificación prequirúrgica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jiménez Castillo R. La estereolitografía en la Facultad de Odontología de la UNAM. *Rev Odontológica Mex.* 2005; 9 (1): 48-50.
2. Álvarez Quesada C., Carrillo Baaracaldo J. S., Fernández Sánchez J., Grille Álvarez C. Avances en equipamiento I: La Estereolitografía y sus materiales, un paso hacia el futuro. *Científica Dent.* 2006; 3 (2): 151-156.
3. Chow L. K., Cheung L. K. The usefulness of

stereomodels in maxillofacial surgical management. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2007 Nov; 65 (11): 2260-8.

4. D'Urso P. S., Barker T. M., Earwaker W. J., Bruce L. J., Atkinson R. L., Lanigan M. W., et al. Stereolithographic biomodelling in cranio-maxillofacial surgery: a prospective trial. *J Cranio-Maxillo-Facial Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-Facial Surg.* 1999 Feb; 27 (1):30-7.

5. Mehra P, Miner J, D’Innocenzo R., Nader-shah M.. Use of 3-d stereolithographic models in oral and maxillofacial surgery. *J Maxillofac Oral Surg.* 2011 Mar; 10 (1): 6-13.
6. Cunningham L. L. Jr., Madsen M. J., Peterson G. Stereolithographic modeling technology applied to tumor resection. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2005 Jun; 63 (6): 873-8.
7. Zhang S., Liu X., Xu Y., Yang C., Undt G., Chen M., et al. Application of rapid prototyping for temporomandibular joint reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2011 Feb; 69 (2): 432-8.
8. Ramírez S. H., Goñi E. I., Contreras D. R., Zúñiga R., Vargas D. A. Cirugía reconstructiva de la articulación temporomandibular. *Rev Chil Cirugía.* 2013 Feb; 165 (1): 85-93.
9. Eweida A. M., Nabawi A. S., Marei M. K., Khalil M. R., Elhammady H. A. Mandibular re-
construction using an axially vascularized tissue-engineered construct. *Ann Surg Innov Res.* 2011 Dec 1; 5 (1): 1-8.
10. Cohen A., Laviv A., Berman P, Nashef R., Abu-Tair J. Mandibular reconstruction using stereolithographic 3-dimensional printing modeling technology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Nov; 108 (5): 661-6.
11. Fariña R., Plaza C., Martinovic G. New transference technique of position of mandibular reconstructing plates using stereolithographic models. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2009 Nov; 67 (11): 2544-8.
12. Van Sickels J. E., Madsen M. J., Cunningham Jr. L. L., Bird D. The Use of Internal Maxillary Distraction for Maxillary Hypoplasia: A Preliminary Report. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Diciembre; 64(12): 1715-20.

CONTACTO:

Jhames Oré De La Cruz
jjoc_7057@hotmail.com

Fecha de recepción: 20 de enero 2019.
Fecha de aceptación: 15 de marzo 2020.