



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Estereolitografía

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANA DENTISTA

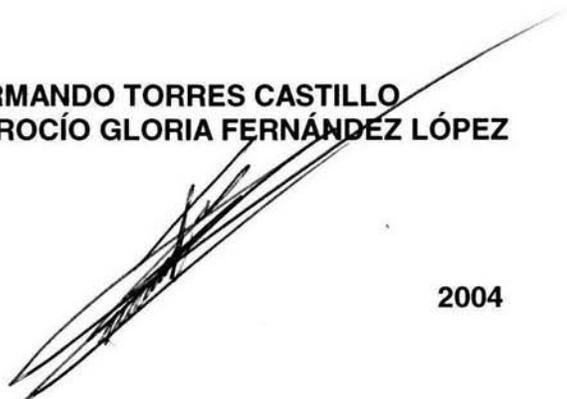
P R E S E N T A:

EDITH RODRÍGUEZ ROMÁN

DIRECTOR: CD. ARMANDO TORRES CASTILLO
ASESORA: MTRA. ROCÍO GLORIA FERNÁNDEZ LÓPEZ

MÉXICO, D. F.

2004

A large, stylized handwritten signature in black ink is written across the bottom right of the page, overlapping the year '2004'.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**A MIS PADRES JUAN Y ALBINA:
POR SU APOYO, AMOR Y COMPENSIÓN.
POR SUS DESVELOS Y CUIDADOS.
POR HABER GUIADO MI VIDA CON RECTITUD.**

**A MIS HERMANOS, JANET, HUGO Y RICARDO:
POR HACERME SENTIR QUE SIEMPRE CUENTO CON
USTEDES.
POR SU APOYO Y CARIÑO EN TODO MOMENTO.**

**A OSCAR:
POR TUS CONSEJOS Y POR SIEMPRE ESTAR
CONMIGO.**

**A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.
POR SU APOYO INCONDICIONAL**



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
1.- ANTECEDENTES.....	4
2.- ESTEREOLITOGRAFÍA.....	6
¿QUE ES LA ESTEREOLITOGRAFÍA?	
2.1 Definición.....	8
2.2 Utilización.....	9
2.3 Fuente de Datos.....	13
2.3.1 Tomografía Axial Computarizada.....	15
2.3.2 Resonancia Magnética.....	17
2.4 Proceso de Información	
2.4.1 Formato DICOM.....	19
2.4.2 Formato MIMICS.....	20
2.5 Material	
2.5.1 Epoxi.....	21
2.5.2 Sulfato de Calcio.....	22
2.6 Proceso de Impresión Tridimensional.....	23
2.7 Costo.....	30



3.- APLICACIÓN CLÍNICA.....	32
3.1 Implantes.....	32
3.2 Tumores.....	36
3.3 Deformidades Craneofaciales.....	37
3.4 Traumas.....	40
4.- CONCLUSIONES.....	44
5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	PAG.
1.- Modelo de estereolitografía.....	8
2.- Formato MIMICS.....	20
3.- Proceso impresión (toma del polvo).....	27
4.- Proceso impresión (inyección del sellador y el polvo).....	28
5.-Proceso impresión (aspirado del polvo).....	28
6.-Proceso impresión (modelo).....	29
7.-Proceso impresión (aspirado con aire).....	29
8.-Proceso de impresión (infiltración con cianocrilato).....	30



INTRODUCCIÓN

La complejidad de la anatomía craneofacial junto con la variación observada por el cirujano hace que la cirugía sea una tarea conceptualmente difícil para su explicación, planeación y ejecución.

La necesidad de imágenes más claras de la morfología craneal jugó un papel muy importante en el desarrollo de imágenes de tercera dimensión (3D) y más recientemente del modelaje anatómico sólido.

La utilidad de las imágenes de 3D ha sido bien documentada, y lo ha llevado a su aceptación como una herramienta estudio.

La ventaja de las imágenes de 3D no solo ha sido dramáticamente mejorada sino que también ha sido promovido su desarrollo en tecnologías aún más útiles para asistir al cirujano en el diagnóstico y la planeación.

La estereolitografía es un nuevo método de 3D no sólo han hecho a las imágenes más realistas y detalladas sino que permiten el análisis de la forma y la medición de las distancias y el volumen.

Idealmente, una copia exacta del cráneo del paciente podría permitir en la cirugía craneofacial una simulación preoperatoria completa. La búsqueda de los cirujanos de un retrato más realista y amigable para el usuario de datos se inicio con la evolución de las imágenes de 3D y ha sido alentada subsecuentemente al desarrollo de modelos sólido.



La estereolitografía es un término genérico que se ha utilizado para describir la habilidad de replicar la morfología de una estructura biológica en una sustancia sólida. Específicamente, es usada para describir el proceso del uso de energía radiante para capturar datos morfológicos de una estructura biológica, el procesamiento de esos datos por una computadora para generar los códigos necesarios para manufacturar la estructura, mediante un rápido aparato. Un modelo es el producto de este proceso y una virtualidad real ha sido el término utilizado para describir este medio de visualización.



OBJETIVO GENERAL:

- Establecer las aplicaciones en la odontología de la estereolitografía.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Conocer los antecedentes de la estereolitografía.
- Establecer la definición de la estereolitografía.
- Establecer la utilización de la estereolitografía.
- Establecer la fuente de datos de la estereolitografía.
- Establecer el proceso de información de la estereolitografía.
- Establecer el material de impresión de estereolitografía.
- Establecer el proceso de impresión de la estereolitografía.
- Establecer la aplicación clínica de la estereolitografía.



1.- ANTECEDENTES

La fabricación de modelos fue descrita por primera vez por Brix y Cols.¹⁰

El proceso de la estereolitografía se inventó a mediados de los ochenta y se uso inicialmente por diseñadores en las industrias automotrices y aeroespaciales para proporcionar imágenes de tercera dimensión (3D) de partes que estaban bajo el desarrollo.^{1,2,5.}

Por los tempranos 1990, los modelos anatómicos se pusieron disponibles para la aplicación médica.¹

El análisis estructural ha sido empleado en la ingeniería civil por muchos años. Los métodos de elementos han sido usados con éxito para resolver un gran número de problemas estructurales. Sin embargo, problemas complejos por lo general llevan a un incomprensible volumen de números del análisis por computadora.²

Los gráficos por computadora se introdujeron para resolver este problema y han sido útiles. Intentos anteriores de usar modelos en 3D solo usaban superficies externas. Era obvio que el analista requería la habilidad para observar estructuras internas.²

El desarrollo de aplicaciones por computadora (unión de poliedros y algoritmos) han permitido el estudio de estructura interna.



Entre los modelos más recientes Christensen produjo una cabeza humana y su cara, que aunque no muy refinada ha causado grandes expectativas. Trabajo más reciente en el aspecto volumétrico ha producido imágenes 3D más realistas, pero que carecen de manipulación de la superficie explícita de definición. Son más prometedores los nuevos acercamientos híbridos que ofrecen la interpretación realista de métodos volumétricos pero que permiten la definición explícita de superficies. El análisis externo ha avanzado de manera dramática en la década pasada. Usando sistemas de láser electro ópticos, el mapeo en 3D topográfico de superficies puede ser logrado. Las superficies complejas pueden ser modeladas en 3D al iluminar las superficies con una variedad de rayos láser y grabando imágenes al ser estas reflejadas a la superficie.²

La estereolitografía es una nueva técnica de fabricación de moldes ofrece una manera única de mostrar la anatomía del paciente. Esta tecnología permite la reproducción anatómica exacta de modelos detallando estructuras internas y externas.²



2.- ESTEREOLITOGRAFÍA

¿QUE ES LA ESTEREOLITOGRAFÍA?

Es la planeación quirúrgica tradicional se ha apoyado en el manejo de datos obtenidos de segunda dimensión (2D) a partir de radiografías encefalométricas y fotos. La extrapolación de estos datos usando gráficos por computadora ha agregado una nueva dimensión al planeamiento, dando una visualización del posible resultado. Sin embargo, la predicción está limitada por la naturaleza bidimensional de los datos, ignorando la vital tridimensión.²

El avance en la cirugía maxilofacial ha producido la habilidad de manipular quirúrgicamente todos los componentes del esqueleto facial en conjunto o independientemente de la 3D. Los diversos movimientos de todos los componentes individuales son difíciles de visualizar y el impacto en la anatomía facial es impredecible acertadamente. En particular si se trata de tejidos suaves. Las imágenes 3D proveen ventajas significativas, ya que la apreciación de la malformación en todos los planos es posible. Las gráficas de 3D computarizadas permiten al médico manipular varios componentes y analizar los resultados de los cambios faciales. Los contornos de los tejidos suaves pueden ser evaluados para simetría y estética.²

La planeación y predicción de los movimientos adecuados y precisos de partes esqueléticas está grandemente auxiliada por la creación de modelos exactos. Modelos sólidos creados por sistemas



asistidos por computadora a partir de datos de Tomografía Axial Computarizada (TAC), son de ayuda considerable, y son utilizados para la planeación en un gran número de disciplinas y especialidades quirúrgicas. Dispositivos acertados para prótesis pueden ser producidos en el laboratorio, entonces minimizando el tiempo de operación. Además, el cirujano tiene las exactas imágenes dentales de la anatomía con la que se habrá de encontrar.²

La planeación de la corrección quirúrgica de rostros se ha apoyado tradicionalmente en modelos, fotos y análisis cefalométricos. A pesar de estos análisis tan sofisticados los resultados no son predecibles en la mayoría de los pacientes y hay casos en que sutiles variaciones de la predicción han producido resultados no esperados.²

Se han realizado muchos estudios introspectivos pretendiendo cuantificar los cambios en tejido blando con alteraciones del tejido duro. Algunos centros han desarrollado el refinamiento de morfoanálisis y mejorar la certeza de las predicciones. Rabey describe la extrapolación de datos de 2D a 3D por medios de relaciones arregladas. La precisa estandarización de herramientas analíticas dió aclaración a varias deformidades el lugar de la anormalidad y la corrección adecuada mediante análisis estructuras aplicado al esqueleto craneofacial.²

Esto ha permitido al diseñador crear y ver diseños sin el recurso más caro y más tardado de fabricación asistida por computadora.



Hasta cierto punto, ha permitido a la compra asistida por computadora tener su propia copia 3D mientras permite una forma de prototipo antes no disponible. Los métodos asistidos por computadora convencionales están limitados por el tamaño, forma y velocidad de las herramientas de corte y los problemas asociados con la orientación y fijación del material a cortar.¹

2.1 Definición

La estereolitografía son modelos construidos a partir de datos de imágenes computarizadas (Tomografía Axial Computarizada y Resonancias Magnéticas), que permitirán al cirujano tener una vista externa e interna de la anatomía previa a la cirugía.¹



Modelo de estereolitografía.

Fuente directa.



La estereolitografía es un método rápido de prototipo que permite la fabricación de modelos adecuados anatómicamente, a partir de varios tipos de datos. Innumerables fuentes de datos, incluyendo tomografía axial computarizada y resonancia magnética. ³

La estereolitografía es una nueva tecnología que permite una Tomografía Axial Computarizada tridimensional cuyos datos pueden ser usados para manufacturar replicas sólidas de estructuras anatómicas. ⁴

La estereolitografía es el uso de Tomografía Axial Computarizada para generar replicas sólidas de estructuras anatómicas. ⁹

La estereolitografía es un método de producción órgano- modelo basado en el escaneo de una TAC lo cual permite la representación de un complejo de 3D de las superficie de estructuras anatómicas y estructuras internas del órgano. ¹⁴

2.2 Utilización

La experiencia clínica ha encontrado muchas ventajas en el uso de modelos de estereolitografía, los cuales mejoran la habilidad de visualizar las estructuras únicas del paciente antes de la cirugía. Esto ayuda a su planeación y a otros tratamientos. ^{1, 3, 4, 6, 11, 12, 14}



También se pueden ensayar las cirugías en estructuras críticas antes de realizar el procedimiento. En el caso de anomalías craneofaciales, displasias y defectos con desarrollo los modelos de estereolitografía son particularmente útiles para diseñar incisiones y recesiones quirúrgicas.^{3,11}

Comentarios de varios cirujanos han implicado el tiempo en el cuarto de operación con los modelos preoperativos y plantillas de injerto de hueso. Estas plantillas pueden ser usadas durante la cirugía y minimiza la prueba o dificultad y errores asociados con la forma del material de injerto. Otros ahorros de tiempo se encuentran en moldes de placas prefabricadas de hueso después de la cirugía o con dispositivos a la medida de titanio (implantes, prótesis de articulación temporomandibular, mecanismo de fijación, etc.) Mediante de tales dispositivos a la medida, las operaciones de tratamientos adicional han sido disponibles para los pacientes que habían sido con anterioridad difíciles o imposibles de reconstruir.³

Los modelos semitransparentes son un tratamiento adjunto en la visualización de cavidades corporales (fosas nasales, vasos sanguíneos, etc.)³

Donde hay una gran diferencia perceptible de radio densidades de varios tejidos corporales, los modelos de estereolitografía de dos colores pueden generarse para ilustrar estas diferencias (tejido cerebral, disco cartilaginoso, vértebras, tumores, tejido no afectado circundante, etc.)³



Los modelos de estereolitografía ayudan en el diseño de implantes dentales y su colocación el permitir a los cirujanos en colocarlos en los modelos y analizar el reemplazo de implantes en estructuras prominentes de difícil acceso para los cirujanos. ³

Algunos de los beneficios mas mencionados eran los ahorros reportados en tiempo de sala de operaciones y de anestesia. ^{1,3,4}

El uso de modelos de estereolitografía para disminuir el tiempo de cirugía podrá hipotéticamente minimizar trauma adicional quirúrgico, pérdida de sangre, riesgo de infección, y complicaciones postoperatorias. También al ahorrar el tiempo en la estereolitografía es posible programar mas casos por día resultando en una mayor productividad y disminuye el costo para los pacientes. ³

Otros beneficios reportados en la habilidad de saber la extensión de los movimientos ortognaticos posibles con mayor precisión que con las técnicas de predicción quirúrgica tradicionales. Con los modelos de estereolitografía y usando el modelo, los cirujanos fueron capaces de determinar de manera precisa el movimiento quirúrgico de los segmentos óseos, de una manera que no era posible con los modelos de yeso piedra tradicionales montados en el articulador. ³

Las resinas acrílicas pueden también ser fabricados preoperatoriamente para auxiliar a la creación de huesos donantes perfectamente tallados. Estas plantillas pueden fabricarse en modelo de estereolitografía, para determinar el volumen y formas exactas de



material de injertos, minimizando la cantidad de este material recolectado y el trauma hecho al sitio secundario del donante.³

Las plantillas de acrílico mejoraron la habilidad del cirujano para visualizar las estructuras óseas del paciente sin la interferencia de tejido blando, mejorando la capacidad de lograr verdadera simetría de hueso y tejido blando.³

Otro beneficio fue que los implantes intraorales y extraorales eran colocados con mayor facilidad gracias a la ubicación exacta a través con modelos semitransparentes.³

Finalmente, en raras situaciones el uso de modelos de estereolitografía elimina segundas cirugías, ya que se entiende mejor la anatomía del paciente, es posible reestructurar su anatomía durante el mismo procedimiento en que el tumor es retirado con el uso de implantes prefabricados.³

Encontraron que los modelos mejoraban su capacidad de diagnosticar adecuadamente y planear el tratamiento.³

Los resultados de un estudio que se realizó, combinados con la retroalimentación de cirujanos y pacientes han llevado a los autores a concluir que la realidad virtual tiene las ventajas siguientes:

1. Mejora la interpretación de datos volumétrica de la imagen.
2. Optimiza la planeación preoperativa y permite la simulación quirúrgica realista o interactiva.



3. Mejora el diseño de implantes y su medida mientras reduce el tiempo de operación y el riesgo.
4. Provee a los pacientes de un claro entendimiento de su patología y las posibilidades y limitaciones de la cirugía.
5. Mejora las demostraciones didácticas.
6. Facilita la comunicación de equipo.
7. No requiere conocimientos especializados o equipo para uso o interpretación.
8. Puede ser usado como una referencia intraoperatoria estéril. ⁴

Esta indicada la estereolitografía para la planeación de operación en cirugía maxilofacial:

1. Malformaciones, incluyendo cirugía craneofacial.
2. Cirugía de tumor.
3. Traumatología.
4. Cirugía Ortognatica.
5. Implantes. ¹⁶

2.3 Fuente de Datos

En los años recientes, la Tomografía Axial Computarizada (TAC) y la Resonancia Magnética (MRI) han sido usadas para la evaluación de las anomalías craneofaciales, porque el uso de las ventajas se han predefinido, estos puntos exhiben las partes de información recomendada. De este modo, solo las estructuras analizadas en los



planos son demostrables óptimamente, considerando, por instancia, que esto es difícil para designar sobre TAC o MRI. ⁵

La reconstrucción en tercera dimensión de (3D-TAC) o (3D-MRI) puede tener datos, sin embargo, esta reduce los problemas por que la reconstrucción de la imagen toma encuentra las tres dimensiones. Sin embargo, la 2D muestra en la pantalla de la computadora esta imagen reconstruida en 3D solo provee una ilusión de la tercera dimensión por el oscurecimiento o alta luz en las partes del objeto. Una visualización óptima de 3D de una anatomía de hueso puede ser ejecutada por estar haciendo una verdadera talla del modelo, porque así el modelo sería una copia exacta dimensional que tiene una sugerencia que podía encontrarse durante el proceso quirúrgico. ⁵

El modelo de estereolitografía fue originalmente producido para convertir datos de 3D de un objeto dentro de pequeños triángulos interconectados, con los cual juntos han representado la superficie geométrica total del objeto. ⁵

Los datos médicos imaginados como los datos de Tomografía Axial Computarizada, comienzan volumétricamente, son mucho más complejos que los dibujos que normalmente se usaron para la generación de los modelos de estereolitografía. En el pasado esto no era posible al convertir datos volumétricos de la superficie de cuerpos complejos o datos de la superficie, esto se hizo posible al producir modelos de estructuras complejas como el cráneo. Sin embargo, desarrollaron recientemente un software comercial, puede ahora



producir datos desde el análisis de TAC y MRI que puede ser utilizado directamente por los aparatos estereolitográficos.⁵

2.3.1 Tomografía Axial Computarizada

En 1972, el Dr. Godfrey Hounsfield describe y pone en práctica la Tomografía Axial Computarizada.¹⁰

La Tomografía Axial Computarizada, también conocida como TAC, es realizada por un equipo llamado helicoidal, que realiza rastreos y reconstrucciones de tejidos y tiene muchas aplicaciones en el campo de los diagnósticos médicos.¹⁷

Este equipo emite una gran cantidad de rayos X de forma rápida y precisa y crea una perspectiva tridimensional al realizar cortes y secciones muy finas, de una sección del cuerpo humano. Las imágenes que crea son reproducidas y grabadas en una computadora.⁷

El paciente es colocado dentro de una máquina de barrido, eso es que lo recorre, al tiempo que una unidad de rayos X, toma cientos de imágenes mientras gira alrededor de la parte del organismo que se esté examinando. Al mismo tiempo, una computadora reconstruye las innumerables imágenes para resaltar los órganos, para lo que se puede usar una tintura contrastante o se agrega color a las imágenes.⁷

Antes, las tomografías se utilizaron solamente para la valoración neurológica, con objeto de detectar tumores cerebrales o traumatismos craneales después de algún accidente, pero en la



actualidad, se aplica en diferentes partes del cuerpo y permite diferenciar procesos malignos o benignos en los tejidos, malformaciones congénitas en la columna vertebral, la presencia de hernias de disco, lesiones de hígado, páncreas, estómago, intestinos o riñones.¹⁷

Esta técnica también es útil para realizar biopsias, drenar abscesos o planificar tratamientos de radioterapia.¹⁷

Para obtener mejores imágenes, se le da al paciente a tomar o se le inyecta un líquido de contraste.¹⁷

Para realizar el estudio, el paciente es introducido en un aparato que no ocasiona molestia alguna y el estudio es relativamente rápido.⁷

Preparación del paciente:

1. En ocasiones el médico indica al paciente si es necesario acudir en ayuda o no.
2. También solamente en algunos casos, es necesario inyectar al enfermo un líquido intravenoso de contraste, para que la imagen se vea más clara.

Antes del estudio el paciente debe informar al médico si tiene alguna prótesis u otro aparato dentro del cuerpo y si es alérgico a alguna sustancia, sobre todo al yodo, para que determine la pertinencia de usar algún medio de contraste o evitarlo.¹⁷

La Tomografía Axial Computarizada evolucionó mucho en los últimos años; actualmente se trabaja con aparatos de cuarta generación y la emisión de rayos-X es reconocida y computada por



300 a 1000 detectores alrededor del tubo. Estos aparatos permiten la reconstrucción tridimensional del área deseada.¹⁶

Su recomendación es evidente en traumas y procesos patológicos en general, que abarquen naturalmente las áreas de interés de la Buco-maxilo-facial.¹⁶

2.3.2 Resonancia Magnética

Bloch , Cols y Purcell , describieron por primera vez el principio de resonancia magnética. Sin embargo el uso clínico solo fue posible tras los descubrimientos de Damadian 1971 y Lauterbur.¹⁰

La resonancia magnética es el término Imagen por Resonancia Magnética (MRI) designa los medios utilizados para producir imágenes con finalidades de diagnóstico en el área médica.^{16,18}

La Resonancia Magnética es el más reciente avance tecnológico de la medicina para el diagnóstico preciso de múltiples enfermedades, aún en etapas iniciales.¹⁹

Está constituido por un complejo conjunto de aparatos emisores de electromagnetismo, antenas receptoras de radio frecuencias y computadoras que analizan datos para producir imágenes detalladas, de dos o tres dimensiones con un nivel de precisión nunca antes obtenido que permite detectar, o descartar, alteraciones en los órganos y los tejidos del cuerpo humano, evitando procedimientos molestos y agresivos como melografía (punción lumbar), artrografía



(introducción de medios de contraste en articulaciones) y otros que involucran una agresión o molestia para el paciente.¹⁹

Para producir imágenes sin la intervención de radiaciones ionizantes (rayos gama o X), la resonancia magnética se obtiene al someter al paciente a un campo electromagnético con un imán de 1.5 Tesla, equivalente a 15 mil veces el campo magnético de nuestro planeta.¹⁹

Este poderoso imán atrae a los protones que están contenidos en los átomos de hidrógeno que conforman los tejidos humanos, los cuales, al ser estimulados por las ondas de radio frecuencia, salen de su alineamiento normal. Cuando el estímulo se suspende, los protones regresan a su posición original, liberando energía que se transforma en señales de radio para ser captadas por una computadora que las transforma en imágenes, que describen la forma y funcionamiento de los órganos.¹⁹

En una pantalla aparece la imagen, la cual es fotografiada por una cámara digital, para producir placas con calidad láser que son interpretadas por los médicos especialistas.¹⁹

La información obtenida se almacena en cintas magnéticas a partir de las cuales se seleccionan las imágenes (8 ó 10) del área que se está estudiando, se imprimen y se interpretan por el medico.¹⁹

Tratase, por lo tanto, de un método inocuo, porque no trabaja con radiación ionizante, con indicaciones absolutas que, en el campo Buco-maxilo-facial, se mostrara con una gama enorme de ventajas



sobre los métodos convencionales, principalmente en articulaciones temporomandibulares.¹⁶

También permite hacer reconstrucciones en tercera dimensión, rotarlas y hasta seccionarlas en tantas partes como necesitemos. Esto es muy útil en la planeación de la estrategia de una cirugía.¹⁹

La Resonancia Magnética no utiliza Rayos X, ni ningún otro tipo de radiaciones, lo que la hace ser un procedimiento inocuo y seguro para todos los pacientes.¹⁹

El equipo suele hacer una serie de ruidos que son completamente normales. Esto también llegó a inquietar a algunos pacientes, por lo que, para incrementar el confort de la persona.¹⁹

En contadas ocasiones, se inyecta endovenosamente al paciente un medio de contraste, el cual es rastreado más fácilmente por el equipo a su paso dentro del cuerpo humano.¹⁹

El procedimiento no es muy largo, el estudio dura de 30 a 45 minutos.¹⁹

2.4 Proceso de Información

2.4.1 Formato DICOM

Todos los estudios son requeridos en formato Imagen Digital Comunicación en Medicina (DICOM), que es un software para la visualización y el procesamiento de imágenes de tomografía computada y resonancia magnética.

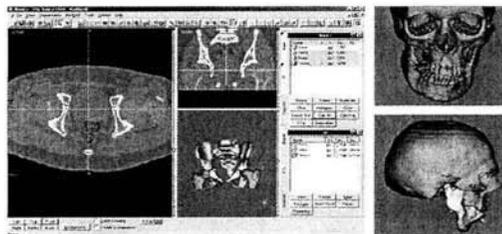


2.4.2 Formato MIMICS

Materialice el Sistema de Mando de Imagen Medico Interactivo (MIMICS) es una herramienta interactiva para la visualización y segmentación de imágenes de TAC así como las imagenes de MRI y 3D que dan de objetos. Por consiguiente, en los MIMICS del campo médicos puede usarse para el diagnóstico, funcionamiento que planea o propósitos del ensayo.²⁰

El MIMICS software es un proceso de imagen con visualización de tercera dimensión, funciona que une todos los formatos de escáner a todos los comunes.²⁰

Los MIMICS han sido útiles en nuestra investigación.²⁰



Formato MIMICS <http://www.materialise.com/hospital/rm/01.htm>

Una interfaz muy flexible a los sistemas del prototipo rápidos es incluido para construir los objetos de la segmentación distintivos.²⁰



El software ellos permite al cirujano o al radiólogo controlar y corregir la segmentación de TAC-examina y MRI-examina. Por ejemplo, artefactos de la imagen que vienen de metal implantan puede quitarse fácilmente. El objeto para ser visualizado y producido puede definirse exactamente por el personal médico. Ningún conocimiento técnico se necesita por crear en la pantalla 3D visualizaciones de objetos médicos.²⁰

2.5 Material

2.5.1 Epoxi

Los materiales para resinas epoxi son sistema de dos componentes que incluyen una resina y un endurecedor. La resina viscosa puede ser un epoxi disfuncional al cual se le puede añadir un relleno.²¹

El endurecedor es una poliamina que cuando se mezcla con resina por espacio de un minuto, causa polimerización, es tóxico y durante el mezclado y su manipulación no debe tocarse.²¹

Los materiales de resina epoxica tienen un tiempo de trabajo de aproximadamente 15 minutos según el producto.²¹

Se ha observado una contracción del 0,190 durante el endurecimiento, que puede tardar hasta 24 horas. La resina endurecida es más resistente a la abrasión y más fuerte que un



troquel de cemento piedra. La pasta viscosa no penetra con tanta facilidad en los detalles de una impresión grande como el cemento piedra y se ha diseñado una centrifugadora para los vaciados con resina epoxica.²²

Las resinas epoxicos no pueden combinarse con materiales que contienen agua, ya que retarda la polimerización de la resina.²²

2.5.2 Sulfato de Calcio

El sulfato de calcio es un material que ha sido utilizado durante muchos años a través de la historia de la humanidad. Se obtiene de dos formas: natural y artificial.

En forma natural se obtiene a base de un mineral conocido con el nombre Gypso o sulfato de calcio dihidratado, mediante un proceso industrial que consta de: trituración, refinación y envasado y en forma artificial como un producto sintético de laboratorio.²²

El calcio se encuentra unido a los iones sulfato CaSO_4 , si esta hidratado $2\text{H}_2\text{O}$ se denomina yeso.²³



2.6 Proceso de Impresión Tridimensional

Los componentes básicos empleados en la creación de un modelo con el aparato de la estereolitografía, el diseñador del modelo requiere del diseño asistido por computadora para crear objetos como formulas matemáticas y desarrollarlas para la demostración en una computadora como dibujos de metal formado o sólidos con superficies sombreadas. Al preparar los datos para el aparato de estereolitografía, la información es representada en simples triángulos de superficie que son transferidos a una computadora de diapositivas vía red o cinta magnética. ²

La computadora transforma la representación de superficies triangulares en vectores compatibles con la computadora al deslizar esta representación asistida por computadora en un intervalo especificado por el usuario. Los datos del vector de las diapositivas se mezcla entonces con datos de soporte y formateados para crear un patrón de instrucción de láser que se carga en la computadora de control del aparato de la estereolitografía. ²

El aparato de la estereolitografía está compuesto por una computadora controladora, un láser ultravioleta con objetivos y espejos con galvanómetros, un tanque con polímero líquido y una plataforma móvil dentro del tanque. ²

La fabricación del modelo comienza con el tanque lleno de plástico líquido y los datos en la computadora de control del aparato



de la estereolitografía. La primera capa del modelo es creada cuando se baja la plataforma en el líquido y es elevada a un nivel justo por debajo de la superficie del polímero líquido viscoso. El láser, combinado con un obturador y dos galvanómetros de espejo dibuja la primera capa y cualquier superficie de soporte en la superficie del líquido. Siempre que el láser toca la superficie del líquido, el plástico se solidifica con una profundidad de 0.020 pulgadas. Y una amplitud de 0.010 pulgadas. Mediante el adecuado control del movimiento de la plataforma, la viscosidad del líquido y la posición del láser, el plástico sólido se adhiere a la plataforma. Ya que la capa ha sido totalmente dibujada. La plataforma y la recién endurecida capa son vueltas a sumergir en el líquido y elevadas de nuevo lo suficiente para garantizar otra capa de 0.020 pulgadas, del líquido sobre la ya solidificada capa anterior. La siguiente capa es entonces trazada con el láser y el proceso de inmersión es repetido. De ésta manera el modelo se hace en sucesión de capas de 0.020 pulgadas de profundidad. Típicamente, el aparato de estereolitografía puede fabricar una pieza completa en 8 hrs. Tiempo de máquina. La pieza es entonces retirada a un horno de curación, donde es bañada con rayos ultravioleta durante 10 minutos para completar el proceso de curación. ^{2,3.}

El procesamiento de imágenes incorpora la interpolación de estas y provee una superficie más continua en el modelo, cerca de una resolución de 0.020pulgadas. ²

Nuestro método preliminar se apoyaba en algoritmos de seguimientos de los bordes para producir una representación vectorizada de los bordes de los huesos, convirtiendo entonces las



imágenes rastreadas de la Tomografía Axial Computarizada en un patrón de vectores del láser. Donde no hay necesidad de manipular los datos anatómicos, esperamos que al procesar adecuadamente los datos de rastreo, y tomando en cuenta el bajo nivel de interfaces del aparato de estereolitografía, podríamos saltarnos la vectorización y usar directamente la información rastreada, lo cual podría reducir el proceso de interpolación.²

A pesar del método usado para producir los datos del patrón del láser, la presencia de contornos flotante durante la fabricación en el aparato de estereolitografía presenta un verdadero problema. Esta condición ocurre cuando nuevos contornos aparecen en un área que no tenía estructura anterior. Entonces, el láser traza un nuevo contorno y lo solidifica sin una estructura subyacente y solo flota libre en el baño de plástico. Para resolver este problema, se están desarrollando algoritmos que simulen la creación del modelo, noten cuando existan los contornos flotantes y anclen los contornos a una ya existente estructura con un refuerzo. Este proceso de simulación y de corrección es similar al uso de las herramientas utilizado en maquinas de herramientas controladas convencionalmente de manera numérica.²

El aparato de estereolitografía ofrece una nueva manera de producir modelos de la anatomía del paciente sin las restricciones inherentes a los sistemas asistidos por computadora convencionales. Sobre todo, el proceso muestra la promesa de la construcción de los modelos a partir de las imágenes de Tomografía Axial Computarizada sin otras interacciones extensivas.^{2,3}



El sistema ideal debiera tomar las imágenes de las Tomografía Axial Computarizada directamente de la red de trabajo, procesarlas, y luego pasarlas directamente a la computadora de control del aparato de estereolitografía. ²

Esta computadora de gráficos nos permitirá realizar un rápido procesamiento de las imágenes mientras se realiza la entrada de los vectores en los sistemas de las herramientas de los sistemas asistidos por computadora de 3D. ²

El aparato de estereolitografía, es como un proceso constructivo no necesita de orientación, profundidad y problemas de sobrecorte al tratar de colocar un aparato de corte alrededor de una superficie compleja. ²

El aparato de estereolitografía crea estructuras internas tan fácilmente como crea estructuras externas. ²

Para el requerimiento de datos de 3D los pacientes son escaneados por una TAC. En general, las imágenes axiales se realizaron. Los datos se almacenaron en la computadora. Las estructuras óseas se determinó y los contornos se generaron usando un software especial (MIMICS). Entre las diapositivas del TAC, láminas adicionales se interpolaron a distancias de 0.25 mm.

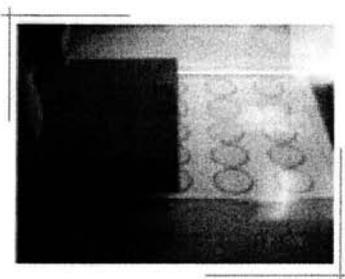
Eventualmente, se crea una visualización. En el proceso de estereolitografía, una resina líquida, foto óptica es solidificada, capa



por capa, por un rayo láser ultravioleta. El espesor de las láminas corresponde a la interpolación. La Computadora de Láminas SLA transforma la representación triangular de la superficie en forma de vectores compatibles con el láser. El rayo es dirigido por la Computadora de Control SLA siguiendo los contornos de las láminas de TAC. Se crearon estructuras de soporte, para fijar al modelo a la plataforma y para anclar a las nuevas estructuras sin contacto alguno con las capas anteriores, ya que de otra manera éstas se escurrirían en el líquido.⁷

El final del proceso de SL, el modelo es retirado del tanque, las estructuras de soporte son desatadas y el modelo es puesto en un horno de curación de rayos UV para mejorar las propiedades mecánicas. En la simulación quirúrgica, los fragmentos son retirados por un cincel o una pieza de baja velocidad.⁷

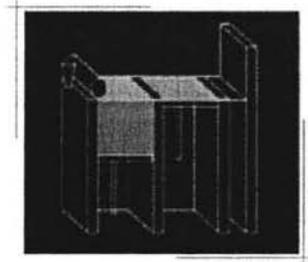
El otro proceso de impresión consiste en que la impresora toma polvo del contenedor y lo extiende en el contenedor de impresión.²⁴



Proceso impresión(toma del polvo)
<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>



Después la cabeza de la impresora inyecta un sellador sobre la capa de polvo para unirlo formando la figura del modelo.²⁴



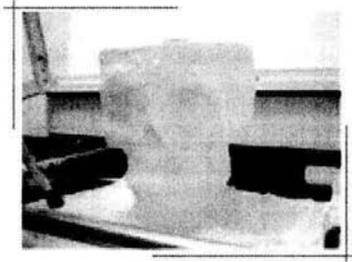
Proceso impresión(inyección del sellador y el polvo)
<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>

Se vuelve a tomar polvo del contenedor y así el proceso se repite capa por capa iniciando con la parte inferior del modelo hasta llegar a la parte superior y formarlo por completo.²⁴

Una vez terminado el modelo queda totalmente cubierto de polvo en el contenedor de impresión por lo que se debe aspirar el polvo restante para liberarlo, posteriormente se eleva el contenedor donde se formo el modelo para poder sacarlo con mayor facilidad.²⁴



Proceso impresión (aspirado del polvo)
<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>



Proceso impresión (modelo)
<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>

Una vez afuera el modelo se limpia con una pistola de aire para quitarle el polvo restante.²⁴



Proceso impresión (aspirado con aire)
<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>

Finalmente se puede infiltrar con diversas sustancias como cera, cianoacrilato, poliuretano, etc., que le van a dar dureza, flexibilidad o una diversidad de características según sus necesidades.²⁴

Todo el polvo aspirado y restante en ambos contenedores puede ser reciclado y usarse nuevamente.²⁴



Proceso impresión (infiltración con cianocrilato)
<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>

2.7 Costo (2004)

Por desgracia uno de los grandes problemas que tuvo esta tecnología en sus inicios, fue su costo, el cual con el tiempo se ha modificado al grado que actualmente un cráneo completo cuesta de 150 a 400 dólares dependiendo de su tamaño, y debido a que ya se ha comprobado su utilidad y sobretodo su beneficio económico manifestado en el tiempo quirúrgico, este gasto es justificable inclusive para las compañías de seguros médicos.²⁵

El costo de los modelos de estereolitografía se cobra por pulgada cúbica construida, para obtener un presupuesto es necesario mandar el archivo del modelo a imprimir para que el software de la impresora calcule la medida en pulgadas cúbicas y en base a esto se obtiene el precio.²⁴



El precio es de 14 dólares por pulgada cúbica aproximadamente, ya que también depende del tipo de material.²⁴



3.- APLICACIÓN CLÍNICA

En el modelo de la planeación preoperatorio y la simulación quirúrgica, esta técnica ha sido usada ampliamente en los campos de la cirugía craneofacial, la cirugía de tumores, la cirugía de reconstrucción maxilofacial, la cirugía ortognática e implantes dentales.⁷

3.1 Implantes

La colocación de implantes dentales requiere de planeación precisa que debe tomar en cuenta las limitaciones anatómicas o las metas restaurativas. El diagnóstico se puede hacer con la asistencia de TAC, pero la transferencia de la planeación al campo quirúrgico es limitada. Recientemente, las novedosa tecnología como la estereolitografía han sido desarrolladas para construir guías quirúrgicas en el intento de mejorar la precisión de la colocación de los implantes.^{8,15}

Sin importar que la osteointegración de implantes dentales es una consecuencia predecible de la colocación quirúrgica, las limitantes anatómicas así como la demanda de restauración incita a los cirujanos a aumentar su precisión en el planeamiento y posicionamiento quirúrgico de los implantes.¹⁵

Además, los avances en las técnicas óseo regenerativas han ampliado el espectro de los candidatos potenciales para implantes.



Para el diagnóstico, las TAC son una técnica precisa, no invasiva y viable. La visualización de las TAC puede lograrse usando diapositivas impresas o paquetes de software de computadora, que permiten una vista 3D mediante el diseño de tecnología diseñada con asistencia computarizada.⁸

La visualización del plan restaurativo junto con la visualización de las TAC mejoran la evaluación preoperatoria. Además de la visualización y de otras herramientas de diagnóstico como la evaluación de la densidad de los huesos, estos programas de software permiten la colocación virtual de los implantes para la futura asistencia al cirujano en la búsqueda del posicionamiento y tamaño de los implantes previo a la cirugía. Sin embargo, la transferencia de un plan sofisticado al campo quirúrgico sigue siendo difícil.⁸

Para sobrepasar este asunto, se han desarrollado varios y novedosos acercamientos. Brevemente, una transferencia de los archivos de las TAC y de la planeación quirúrgica de los implantes es utilizada para diseñar las guías quirúrgicas con software de computadora. Los modelos de resinas acrílicas 3D y las guías quirúrgicas que pueden adaptarse íntimamente con la superficie ósea son entonces procesadas, un rayo láser es guiado para polimerizar un acrílico líquido y fotosensible por capas estereolitografía. Una vez endurecido, las guías quirúrgicas de acrílico contienen espacios para tubos de acero inoxidable como guías de taladro. Los cilindros de metal se forzan dentro de los espacios y las guías están entonces listas para el uso quirúrgico. A pesar de esto y de que otros métodos están también disponibles clínicamente, se han realizado pocos



intentos para evaluar la precisión del posicionamiento quirúrgico y su comparación con el planeamiento y la colocación al utilizar métodos tradicionales de guías quirúrgicas procesadas en los laboratorios. ⁸

La estereolitografía ha demostrado que permite los traslados precisos del plan de tratamiento directamente en el campo operatorio.¹⁵

Múltiples estudios han demostrado que el valor de la estereolitografía para el diagnóstico, planeación y colocación de los implantes dentales comparado con la TAC u otras técnicas de proyección de 2D. Las vistas de TAC son útiles en la detección de limitantes anatómicas así como para localizar potenciales sitios de implante, especialmente cuando se busca la localización y el tamaño de los implantes. En años recientes, paquetes de software comerciales han sido desarrollados para asistir la planeación al proveer una imagen seccionada de TAC y las imágenes reformateadas de 3D de las superficies óseas en las pantallas de las computadoras. ⁸

El uso de guías quirúrgicas ha sido descrito para visualizar el plan restaurativo durante la cirugía de implante así como para delinear el eje ideal del implante. Los métodos de procesamiento también utilizan placas de resina acrílica para duplicar el pulido del diagnóstico y podrían incluir tubos para una mejor guía. Para mejorar el control en el presente estudio, las placas escanográficas fueron modificadas para dar una guía quirúrgica al alargar los ejes longitudinales de los dientes. ⁸



Recientemente, se han propuesto varios métodos para transferir la planeación a la cirugía. Uno de ellos, el hacer prototipos rápidos con estereolitografía, que se usó en este estudio y que es conocido en la industria de la ingeniería como un método CAM rápido y económico para obtener dichos prototipos. Su aplicación al campo médico ha permitido la visualización de grandes lesiones óseas y la preparación preoperativa de estrategias de reparación. El uso de un modelo anatómico también ha sido sugerido para el diagnóstico de elevaciones de los senos, preparación de implantes perióseos, y es diseño de prótesis faciales de tejido blando.⁸

Erickson y sus colaboradores evaluaron a cirujanos que usaron modelos anatómicos hechos a la medida para diagnosticar la reconstrucción quirúrgica y la fabricación de implantes hechos a la medida. Encontraron que la mayoría de los doctores han cambiado su aproximación quirúrgica y han ahorrado tiempo de sala de operación al usar estos modelos.⁸

Recientemente, se introdujeron guías quirúrgicas óseo generadas para la colocación de implantes dentales utilizando el procesamiento estereolitografía. Este método comercialmente disponible no necesita de alguna preparación previa a las TAC. Es la técnica es similar a otra de método de implantes en donde límites metálicos se posicionan en una placa escanográfica apoyada en los dientes. Después de las TAC y de la planeación, el reposicionamiento del modelo en una máquina de moldeado puede lograrse mediante puntos de referencia para posicionar tubos de guía precisos.⁸



Una mejora estadísticamente significativa se encontró en todas las medidas cuando se utilizaron las guías quirúrgicas de estereolitografía. Aún más importante, se redujeron variaciones en la media. La importancia clínica de estos resultados puede ser relevante en situaciones común cuando los implantes de paralelos distantes son posicionados y cuando el nivel de certeza es crítico para obtener un solo camino prostético de inserción. La reangulación y el reposicionamiento de partes móviles pueden ser reducidos mediante el uso de inserciones más certeras. Además, las modificaciones del posicionamiento de los implantes llevados a cabo de manera prostética a través de limitaciones anatómicas son comunes después de haber obtenido las TAC. En dichos casos, las placas de TAC no pueden seguir siendo utilizadas como una guía quirúrgica certera, ya que los límites de restauración deben de ser alterados.⁸

En una amplia área desdentada o en una mandíbula completamente desdentada, la guía estereolitografía es ventajosa ya que cuenta con un soporte óseo.⁸

3.2 Tumores

La alta precisión de los modelos de estereolitografía se utiliza para la planeación preoperatoria de tumores, facilitaron la dirección y la habilidad quirúrgica y procedimientos reconstructivos mejorados.¹⁴



Los modelos de estereolitografía es usado para la planeacion de la extirpación del tumor y para la preparación preoperativa de la placa para implantar el futuro injerto de hueso. ¹⁴

La planeacion del modelo de estereolitografía facilita la cirugía absoluta y una reconstrucción primaria. El resultado quirúrgico fue mejorado y el tiempo de operación puede ser reducido en los modelos 3D, con áreas coloreadas selectivamente, pueden ser vistas, como un instrumento para pacientes con tumores complejos. ¹⁴

Las principales ventajas de la estereolitografía en pacientes con tumores son:

1. Visualización del problema.
2. Planeacion de la cirugía.
3. Determinación de la extensión del tumor.
4. Diseño del implante. ¹⁴

3.3 Deformidades Craneofaciales

La complejidad de la anatomía craneofacial junto con la variación encontrada por el cirujano reconstructor hace que la cirugía sea una tarea conceptualmente difícil para su explicación, planeación y ejecución. ^{9,12}

La necesidad de imágenes más claras de la morfología craneal jugó un papel muy importante en el desarrollo de imágenes 3D y más



recientemente del modelaje anatómico sólido. La utilidad de las imágenes 3D ha sido bien documentada, y lo ha llevado a su aceptación como una herramienta para la evaluación preoperatorio de deformidades craneofaciales.⁹

La ventaja de las imágenes de 3D no solo ha sido dramáticamente mejorada sino que también ha sido promovido su desarrollo en tecnologías aun más útiles para asistir al cirujano en el diagnóstico y la planeación.¹⁴

Las mejoras en el software y hardware de las computadoras no sólo han hecho a las imágenes más realistas y detalladas sino que permiten el análisis de la forma y la medición de las distancias y el volumen. La simetría ha sido bien evaluada usando los espejos y las técnicas de sustracción, y el análisis de la morfología y el crecimiento han llevado hacia un interés en la manipulación de las imágenes para simular las cirugías. Las imágenes de espejo, por ejemplo, es una técnica simple en la que la anatomía normal del paciente se compara con el lado anormal para guiar la reconstrucción craneofacial.⁹

Una gran variedad de técnicas que usan imágenes 3D y placas existentes de la morfología de los pacientes en combinación han sido utilizadas para lograr una limitada simulación quirúrgica.

Idealmente, una copia exacta del cráneo del paciente podría permitir en la cirugía craneofacial una simulación preoperatoria completa. La búsqueda de los cirujanos de un retrato más realista y amigable para el usuario de datos se inicio con la evolución de las



imágenes de 3D y ha sido alentada subsecuentemente al desarrollo del modelo sólido, el cual está muy cerca de ser logrado.⁹

El modelo de estereolitografía es un término genérico que se ha acuñado para describir la habilidad de replicar la morfología de una estructura biológica en una sustancia sólida. Específicamente, es usada para describir el proceso del uso de energía radiante para capturar datos morfológicos de una estructura biológica, el procesamiento de esos datos por una computadora para generar los códigos necesarios para manufacturar la estructura, mediante un rápido aparato de prototipo.⁹

La utilidad de los modelos de estereolitografía en la cirugía craneofacial después de haber realizado estudios y pruebas son las siguientes ventajas específicas:

1. Provee una replica reconocible de la anatomía de la persona que no requiere de reconstrucción mental.
2. Optimiza la planeación quirúrgica preoperatorio y su ensayo, ya que los modelos pueden ser usados de manera realista e interactiva para simular la reconstrucción mediante el uso de herramientas de poder estudiarlos.
3. Se pueden crear placas para la prefabricación de implantes prostéticos, mejorando su diseño y medida, al reducir el tiempo y riesgo de operación.
4. Los modelos de estereolitografía proveen a los pacientes de un claro entendimiento de su patología y de los objetivos y limitaciones de la cirugía, de manera preoperatorio.



5. El modelo mejora la comunicación en equipo y las demostraciones educacionales con el uso de los datos interactivos de los pacientes.
6. Los modelos de estereolitografía no requieren de equipo o conocimiento especializado para su interpretación o uso, son fuertes y pueden ser transportados con gran facilidad.⁹

3.4 Traumas

La precisión anatómica de las copias en modelo de los cráneos de los pacientes, producidos individualmente mediante la estereolitografía, han sido usados en la planeación preoperatoria en pacientes con trauma agudo craneomaxilofacial. En la reparación primaria, cuando la reducción de la apertura y la fijación interna tenían que esperar a que redujera la inflamación de la cara o el edema cerebral, la cirugía asistida por computadora (CAC) probó ser de gran utilidad en términos de facilitar la reducción anatómica, minimizando los acercamientos quirúrgicos, ahorrando tiempo en la operación y guiando a la mejora de los resultados postoperatorios, que podrían a su vez reducir el número de correcciones de deformidades postoperatorias.⁷

Este papel delinea las posibilidades y las ventajas de la aplicación clínica de los modelos en la planeación preoperatoria de la reducción de la apertura y la fijación de fracturas craneomaxilofaciales.⁷



Entonces, la reducción y la fijación por placas de osteosíntesis se realizan. En casos de comunicación, la reducción es restringida por el refuerzo.⁷

La reconstrucción de modelos 3D se realizó un estudio en pacientes con traumas agudos craneomaxilofaciales. Las líneas de las fracturas están delineadas. Los pacientes tenían, además, fracturas de la base del cráneo y la calvaria. En pacientes, una fractura panfacial, incluyendo fracturas en la mandíbula inferior pudieron ser evaluadas.⁷

Un paciente presentaba lesión en el nervio óptico causada por una fractura en el hueso esfenoide. La fragmento circundante del canal óptico pudo ser localizado en el modelo 3D. Sin embargo, debido a la elevada presión intracraneal, la reducción inmediata no fue posible, y al retrasar la reparación la lesión se convirtió en irreversible.⁷

En todos los pacientes, la situación intra operatoria correspondía al modelo estereolitografía. En dos casos, la simulación quirúrgica fue realizada y fue posible ajustar mini o microplacas prefabricadas en el paciente al igual que en la planeación preoperatoria. La configuración y la inclinación de las placas también actuaron como un dispositivo para la reducción anatómica de los fragmentos. Se alcanzaron resultados funcionales y estéticos satisfactorios en todos los pacientes.⁷



El tratamiento de fracturas craneomaxilofaciales basados en TAC, así como en los principios de reparación inmediata, reducción de la apertura, fijación interna y la inserción primaria de hueso llevó a mejorar los resultados y probablemente a disminuir el número de correcciones secundarias. Sin embargo, los pacientes con deformidades postraumáticas aun existen en nuestras poblaciones, especialmente en casos donde no hubo un tratamiento disponible para el trauma craneomaxilofacial. Frecuentemente, las fracturas complejas faciales se combinan con otras heridas de gravedad.

Dependiendo de la condición general de los pacientes politraumatizados, la reducción primaria de las fracturas mesofaciales se retrasan para favorecer la terapia de cuidado intensivo. En el caso del retraso del tratamiento primario, el intervalo de tiempo puede ser utilizado para la reproducción de un modelo estereolitografía y para la simulación quirúrgica. Con el mejoramiento del ambiente, incluyendo la disponibilidad y la calidad de los TAC, la aceleración de la transferencia de datos y la minimización de cálculos y el tiempo de producción, fue posible disminuir el tiempo de procesamiento de los modelos de cráneo por estereolitografía en 40 h. Sin embargo, la precisión anatómica de paredes muy delgadas y la reproducción de cortes bajos representan problemas para estas máquinas de laminado. Los modelos laminados solo pueden reproducir estructuras óseas diminutas en su posición de desplazamiento y tampoco lo pueden hacer con las paredes óseas de cavidades cerradas, como los senos paranasales.⁷



La evaluación de fracturas, el grado de desplazamiento y la aparición de defectos óseos pueden ser estudiados en modelos de 3D con documentación táctil y visual. Las heridas son visibles en el modelo anatómico con solo un vistazo, donde en la evaluación intraoperatoriamente, la información de 3D de la correlación del desplazamiento de la fractura a diferentes niveles mesofaciales con frecuencia tienen que ser considerados por medio de diferentes aproximaciones quirúrgicas. Especialmente, la examinación de correlaciones simétricas, como el nivel del piso orbital y la posición de la pared media orbital, provee de información adicional y útil. Con la planeación de modelos preoperatorios, se puede realizar la simulación quirúrgica, y los dispositivos de osteosíntesis pueden ser prefabricados, ahorrando tiempo en la sala de operación. Sin embargo, en fracturas mesofaciales extremadamente diminutas con fragmentos muy pequeños, la Simulación quirúrgica en los modelo de 3D no es posible. Uno tiene que considerar que la Simulación quirúrgica nunca es equivalente a la reducción anatómica de las fracturas por el mantenimiento de la oclusión.⁷

En la esperanza de la futura disminución de del número de deformidades postraumáticas que demandas correcciones secundarias, junto con el ahorro de tiempo en la Sala de operación en la reparación primaria.⁷



4.- CONCLUSIONES:

La estereolitografía es una nueva tecnología que permite construir modelos anatómicos a partir de datos de imágenes computarizada (tomografía axial computarizada y resonancia magnética) para generar replicas sólidas de tercera dimensión.

La experiencia clínica ha encontrado muchas ventajas en el uso de modelos de estereolitografía, como: mejora la habilidad de visualizar las estructuras anatómicas del paciente antes de la cirugía, optimiza la planeación preoperatoria y permite la simulación quirúrgica realista o interactiva, reduce el tiempo de operación y el riesgo quirúrgico, provee a los pacientes para un entendimiento claro de su patología y las posibilidades y limitaciones de la cirugía, mejora las demostraciones didácticas, facilita la comunicación de equipo, no requiere conocimientos especializados o equipo para uso o interpretación y puede ser usado como una referencia intraoperatoria estéril.

Los modelos estereolitografía se utiliza ampliamente en odontología, en cirugías de implantes ya que permite la planeación directa, posición relativa de las limitaciones anatómicas, mejorando el diseño del implante y su medida mientras reduce el tiempo de operación y riesgo. En cirugía de tumores y cirugía de deformidades craneofaciales, facilita la visualización del problema, la planeación de la cirugía, la determinación de la extensión del tumor o deformidad



craneofacial y el diseño del implante a colocar. En cirugía de trauma, reduce el tiempo transoperatorio, facilita los abordajes quirúrgicos al mismo tiempo guía la fijación de fracturas craneomaxilofaciales.

En resumen la estereolitografía resulta ser una gran herramienta para la odontología o la cirugía maxilofacial.



5.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1.-Daniel ,B.Spagnoli,DDS,phD,charlotte,NC.The use of stereolithographic Models in Oral and Maxillofacial Surgery. AAOMS, Annual Meeting 2003.Symposia: 9.
- 2.-Stoker NG, Mankovich NJ, Valentino D. Stereolithographic models for surgical planning: preliminary report.J Oral Maxillofac Surg. 1992 May;50(5):466-71.
- 3.-Erickson DM, Chance D, Schmitt S, Mathis J. An opinion survey of reported benefits from the use of stereolithographic models. J Oral Maxillofac Surg. 1999 Sep;57(9):1040-3.
- 4.-D'Urso PS, Barker TM, Earwaker WJ, Bruce LJ, Atkinson RL, Lanigan MW, Arvier JF, Effeney DJ. Stereolithographic biomodelling in cranio-maxillofacial surgery: a prospective trial.J Craniomaxillofac Surg. 1999 Feb;27(1):30-7.
- 5.-Kermer C, Lindner A, Friede I, Wagner A, Millesi W. Preoperative stereolithographic model planning for primary reconstruction in craniomaxillofacial trauma surgery.J Craniomaxillofac Surg. 1998 Jun;26(3):136-9.
- 6.-Sailer HF, Haers PE, Zollikofer CP, Warnke T, Carls FR, Stucki P. The value of stereolithographic models for preoperative diagnosis of craniofacial deformities and planning of surgical corrections. Int J Oral Maxillofac Surg. 1998 Oct;27(5):327-33.
- 7.-Kermer C, Lindner A, Friede I, Wagner A, Millesi W. Preoperative stereolithographic model planning for primary reconstruction in craniomaxillofacial trauma surgery.J Craniomaxillofac Surg. 1998 Jun;26(3):136-9.
- 8.-Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. Int J Oral Maxillofac Implants. 2003 Jul-Aug;18(4):571-7.
- 9.-D'Urso PS, Atkinson RL, Lanigan MW, Earwaker WJ, Bruce IJ, Holmes A, Barker TM, Effeney DJ, Thompson RG. Stereolithographic



(SL) biomodelling in craniofacial surgery. Br J Plast Surg. 1998 Oct;51(7):522-30.

10.-Bumann Axel. Atlas de Diagnostico Funcional y Principios Terapéuticos en Odontología, a; México Masson deposito legal 2000. Pág.157.

11.-<http://www.google.com.mx/search?q=cache:tALyFliNdmkJ:www.materialise.be/MEDICAL/files/ph2.pdf+preoperative+stereolithographic+model+planning+in+craniomaxillofacial+surgery&hl=es&ie=UTF-8>

12.-Sato K,Sugawara J,Mitani H, Kawamura H. Use of selectively colored stereolithography for diagnosis of Impacted supernumerary teeth for a patient with cleidocranial dysplasia. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 13: 163- 167, 1998.

13.-Kermer C, Rasse M, Lagogiannis G,Undt G, Wagner A, Millesi W. Colours stereolithography for planning complex maxillofacial tumour surgery.J Craniomaxillofac sug 26: 360-362,1998.

14.-BillJ.S,J.F.Reuther,W.Dittman,N.Kübler,J.L.Meier,H.Pistner,G. Witten berg. Stereolithography in oral and maxillo facial operation planning. Int. J. Oral Maxillofac. Surg .1995,24: 98-103.

15.-Sarment DP, Al-Shammari K, Kazor CE. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003 Jun;23(3):287-95.

16.-Freitas. A,Rosa. J.E,Faria, I.S. Radiología Odontológica, Artes Medicas Latinoamericana, 1ª edición 2002. Pág.659 y 681.

17.-<http://www.esmas.com/salud/home/avances/334510.html>

18.-<http://www.elmedico.net/Imagenes/irm.htm#genral>

19.-<http://ciberhabitat.com/hospital/rm/01.htm>

20.-<http://www.materialise.com/hospital/rm/01.htm>

21.-Craig R.G,William. J. O, M Power.J. Materiales Dentales: Propiedades y Manipulación. Buenos Aires: Mundi, 1978. Pág.226-228.



22.-José Luis Cova Natera.Caracas. Biomateriales Dentales. Venezuela; México, D.F. Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, 2004. Pág.76

23.-Drewh.Wolfe;tr.Maria Consuelo Hidalgo Mondragón. 2ª edición México: MC Graw – Hill,1995. Pág.205

24.-<http://www.estereolitografiademexico.com/principal.htm>

25.-<http://www.cirugiaplastica.org.mx/boletin/2002/062002/estereolitografia.html>