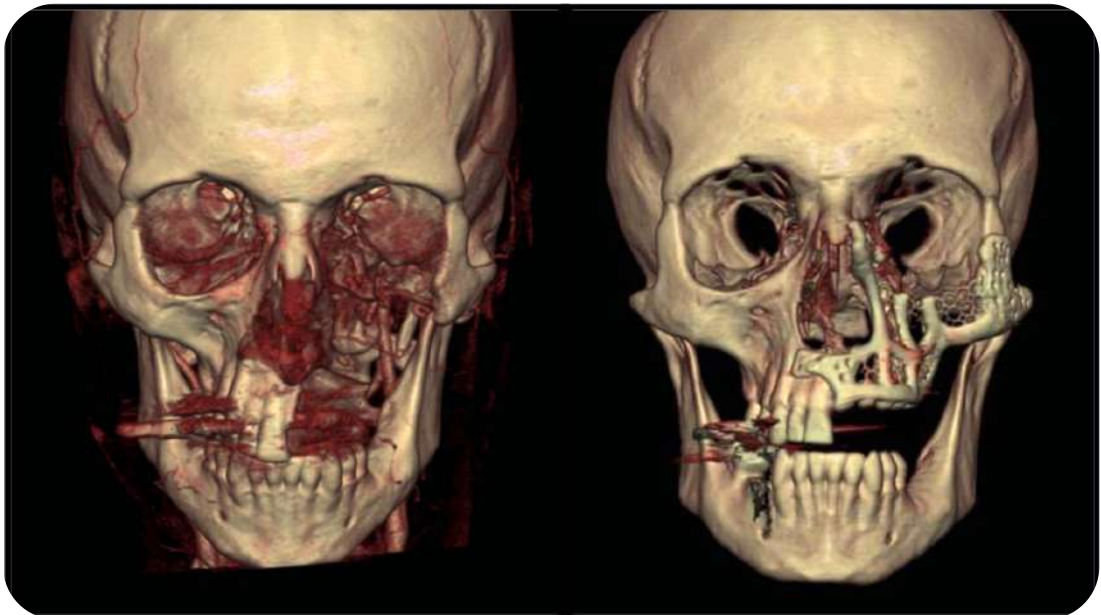


IMPLANTES PERSONALIZADOS EN LA REHABILITACIÓN SECUELAR DEL COMPLEJO ÓRBITO CIGOMÁTICO MAXILAR



Autor
Dr. MARCOS DI PASCUA D'ANGELO

Tutor
Dr. JOSÉ CRESTANELLO NESE

Montevideo, Uruguay, 2022.

Marcos Di Pascua D'Angelo

**Implantes personalizados en la rehabilitación
secuelar del complejo órbito cigomático maxilar**

Monografía presentada a la Escuela de Graduados de la Facultad de Odontología de la Universidad de la República Oriental del Uruguay para obtener el título de Especialista en Cirugía y Traumatología Bucomaxilofacial.

Áreas de concentración: implantes personalizados, cirugía y rehabilitación 3D.

Montevideo, Uruguay.

2022

DEDICATORIA

A mis padres Thilde y Milton por enseñarme el camino y a mi hijo Patricio por ser el motor de mis días.

AGRADECIMIENTOS

A todos los servicios, especialmente a los de Montevideo y Durazno, en los cuales realicé mis rotaciones y me brindaron sus conocimientos y experiencias.

A los docentes de la Carrera de Especialización.

A mi tutor de este trabajo.

Y; fundamentalmente a mis cuatro compañeros de generación Gissela, José, Gabriel y Mauricio por dejarme compartir con ellos todos estos años.

RESUMEN

Los avances técnicos y científicos en las ciencias biomédicas incluyen recursos innovadores como los implantes subperiósticos personalizados digitalmente. Éstos se presentan como una excelente alternativa en la rehabilitación secuelar del complejo órbito cigomático maxilar.

El maxilar tiene la particularidad anatómica de presentar en su interior el seno maxilar, formar parte de la órbita dando soporte al globo ocular entre otras estructuras, formar parte de las fosas nasales y también dar anclaje a las piezas dentarias. El complejo cigomático es fundamental para la estética de la cara y dar libertad de movimientos a la mandíbula. Su ausencia o atrofia extrema generan deficiencias estéticas y funcionales para el paciente, limitando su calidad de vida.

En este trabajo se describen diferentes técnicas quirúrgicas, tipos de implantes personalizados, diseño, planificación digital y materiales de construcción adecuados para cada zona para la rehabilitación estética y funcional secuelar del complejo órbito cigomático maxilar.

PALABRAS CLAVE: diseño digital, impresión 3D, secuela, cigoma, malar, maxilar, órbita, prótesis dental, implantes personalizados.

ABSTRACT

Technical and scientific advances in the biomedical sciences include innovative resources such as digitally personalized subperiosteal implants. These are presented as an excellent alternative in the rehabilitation of the maxillary zygomatic orbital complex.

The maxilla has the anatomical peculiarity of presenting the maxillary sinus inside, being part of the orbit giving support to the eyeball among other structures, being part of the nostrils and also anchoring the teeth. The zygomatic complex is essential for the aesthetics of the face and gives freedom of movement to the jaw. Its absence or extreme atrophy generate aesthetic and functional deficiencies for the patient, limiting their quality of life.

In this work, different surgical techniques, types of personalized implants, design, digital planning and construction materials suitable for each area for the sequela aesthetic and functional rehabilitation of the maxillary zygomatic orbital complex were described.

KEY WORDS: digital design, 3D printing, sequela, zygoma, malar, maxilla, orbit, dental prosthesis, custom implants.

ÍNDICE

1 - INTRODUCCIÓN	1
2 - HISTORIA	3
3 - FABRICACIÓN SUSTRACTIVA Y ADITIVA	5
3.1 - Generalidades.	
3.2 - Ventajas y desventajas.	
4 - BIOMATERIALES	8
4.1 - PMMA.	
4.2 - PEEK.	
4.3 - Titanio.	
5 - SEMIOLOGÍA DEL PACIENTE SECUELADO DEL COMPLEJO ÓRBITO CIGOMÁTICO MAXILAR	16
5.1 - Generalidades.	
5.2 - Anamnesis.	
5.3 - Exámen físico.	
5.4 - Exámenes paraclínicos.	
6 - TÉCNICA QUIRÚRGICA	20
6.1 - Técnica quirúrgica para el complejo órbito cigomático maxilar.	
6.1.1 - Abordaje a la unión cigomaticomaxilar.	
6.1.2 - Abordaje a la unión cigomaticofrontal.	
6.1.3 - Abordaje al arco cigomático.	
6.1.4 - Abordaje al reborde infraorbitario.	
6.1.5 - Abordaje de Weber-Ferguson.	
6.1.6 - Implantes personalizados para el complejo órbito cigomático maxilar.	
6.2 - Técnica quirúrgica para ausencia o maxilar atrófico severo.	
6.2.1 - Abordaje en mucosa.	
6.2.2 - Abordaje doble en mucosa y piel.	
6.2.3 - Implantes personalizados para maxilar.	
6.2.4 - Comunicación bucosinusal y/o buconasal.	
6.2.5 - Comunicación con el medio externo a través de los muñones protéticos.	
7 - DISCUSIÓN	37
8 - CONCLUSIONES	39
9 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 - INTRODUCCIÓN

Las implantes personalizados (IP) en el área bucomaxilofacial son dispositivos diseñados para rehabilitar, total o parcialmente, las estructuras óseas de la cara. Esto se logra, por su sola implantación, o siendo soporte de prótesis dento mucogingivales fijas o removibles. Debido a su diseño, los IP se adaptan al hueso sano remanente, y en muchas ocasiones, se fijan en zonas específicas mediante tornillos. Estos, en algunas situaciones, presentan su superficie tratada mecánica y químicamente permitiendo su oseointegración (1).

El término secuela proviene del latín *séquela*, “lo que sigue” o “consecuencia”. Es una alteración persistente, consecuencia de una enfermedad, un traumatismo o una intervención quirúrgica. Es decir, aquella alteración funcional o estructural, que a pesar del tratamiento quirúrgico terapéutico o al no tratamiento, se mantiene a largo plazo, pudiendo ser irreversible (2).

Las deformidades buco maxilares óseas secuelas a trauma, patología o atrofia maxilar severa, afectan aspectos psicológicos, funcionales, sociológicos y nutricionales del paciente. Por lo que su rehabilitación debe ser funcional, estética, cómoda y segura, pudiéndose llevar a cabo de diferentes maneras.

La alternativa quirúrgica implica procedimientos complejos para la reconstrucción de tejidos mediante injertos autólogos o heterólogos con morbilidad aumentada, con tiempos y costos elevados. En ocasiones, la cirugía no consigue reconstituir todos los aspectos morfofuncionales comprometidos. Esto puede deberse al defecto, que por su extensión, implica gran morbilidad, más de un procedimiento, por limitaciones económicas o por la salud general del paciente (3, 4).

Entonces, la rehabilitación de las secuelas del complejo órbito cigomático maxilar (COCM) sigue siendo un desafío para la cirugía maxilofacial. Ya que es un elemento clave en la función y estética de la cara, particularmente del tercio medio facial. Repercute en las estructuras del contenido orbitario, dando alteraciones en la visión y movimientos oculares, así como también en la apertura bucal disminuída y alteraciones oclusales ⁽⁵⁾.

Una alternativa de tratamiento para su resolución son los IP 3D. Estos brindan mejores resultados estéticos y funcionales al ser diseñados digitalmente sobre el remanente óseo virtual del paciente. Disminuyen los costos y los tiempos quirúrgicos, eliminando zonas de toma de injertos autólogos ⁽⁶⁾.

El desarrollo del CAD/CAM (Computer Aided-Design / Computer Aided-Manufacturing), la tecnología de diseño y fabricación asistida por computadora, permite la planificación virtual y prototipado rápido de estos implantes. De esta manera, se simplifica el proceso de fabricación. Se diseñan a partir de ficheros de imágenes DICOM utilizando software de segmentación y diseño asistido digital ⁽⁷⁾.

En este trabajo, se analizaron los IP como alternativa en la reconstrucción del COCM. Se realizó una revisión histórica, desde las primeras prótesis bucomaxilofaciales removibles hasta los IP fijos actuales. Además, se describen diferentes alternativas de materiales de reconstrucción. Se estudiaron sus ventajas y desventajas.

2 - HISTORIA

El uso de prótesis faciales se remonta al desarrollo de la civilización egipcia, 3200 años antes de Cristo, donde utilizaban materiales como la madera y cuero para enmascarar defectos faciales, inclusive post mortem. También según estudios arqueológicos, en algunas poblaciones prehistóricas del Pacífico Sur se utilizaban cocos para reparar defectos craneales. Los Incas usaban placas de oro para reconstrucciones craneales y orales. Luego, Gabriele Falloppio en 1557 y más tarde Ambroise Paré en 1585, reintrodujeron el empleo del oro para este tipo de rehabilitaciones ⁽⁸⁾.

En el siglo XX, se alcanzó el mayor desarrollo con los materiales aloplásticos. Inicialmente, se utilizaban compuestos basados en gelatina y glicerina, pero sufrían deformaciones a temperaturas elevadas. Durante la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron sustancias como el látex líquido prevulcanizado, las resinas poli vinílicas (PVC) y particularmente el acrílico. Estos materiales brindaron la posibilidad de realizar prótesis faciales para sustituir la pérdida de grandes zonas de la cara, logrando resultados satisfactorios tanto estéticos como funcionales ⁽⁹⁾.

Toda rehabilitación comienza con una copia del terreno y la posterior confección del implante o prótesis individualizado correspondiente. Es el paso fundamental para diseñar y realizar cada caso, lograr una estrecha adaptación al terreno consiguiendo mayor estabilidad, debiendo reproducir todos los detalles del remanente anatómico sano. Para defectos orales, una impresión con cubetas de stock o individualizadas para una prótesis obturatriz, velopalatina o mandibular. Para defectos faciales, una impresión de la cara del paciente si fuera una prótesis ocular, orbitaria, nasal o para defectos óseos subyacentes. El moldeado de impresión facial o moulage es un procedimiento usado para copiar los contornos del tejido blando de una parte de la cara. Ocasionalmente, se realizan ciertas impresiones por secciones separadas y luego vueltas a reunir para obtener una fusión del contorno facial completo ⁽¹⁰⁾.

Los hidrocoloides irreversibles (alginato) reforzados con yeso en su parte externa para dar solidez y evitar deformaciones, fueron los materiales más utilizados para las impresiones faciales. A pesar que en algunas ocasiones se siguen utilizando para determinadas impresiones, la tomografía computarizada (TC) cambio la forma de adquirir el terreno a rehabilitar. Los costos son cada vez menores y el acceso a estos estudios digitales es más descentralizado en la actualidad ⁽¹⁰⁾.

Con respecto a los IP, en la década de 1950, en Italia y en Francia, se describió la impresión ósea intraquirúrgica y la colocación de implantes subperiósticos o yuxtaóseos, en un segundo tiempo quirúrgico. En 1956 en Madrid, Salagaray colocó los primeros implantes dentales yuxtaóseos para reahabilitar con prótesis dento gingivales el sistema masticatorio. Esta técnica, luego se dejó de usar por sus altas tasas de complicaciones que incluían, la exposición, movilidad y pérdida del implante. Esto se debía a que con la técnica de impresión, ausencia de anclaje y fijación ósea, además de los materiales utilizados, no se lograba exactitud en la manufacturación ni estabilidad del IP. La falta de elementos de retención, se debía al desconocimiento del comportamiento de las estructuras biológicas y fuerzas relacionadas al área a implantar ⁽¹¹⁾.

En la década de 1980, con la estereolitografía, se obtuvo el terreno real a rehabilitar en una relación 1 a 1. Se diseñaba y reproducía por adición de cera a mano alzada el IP. Este posteriormente, se fabricaba en acrílico, cromo cobalto o titanio. De esta manera, se generaba una estructura subperióstica personalizada a medida al defecto óseo para dar apoyo a los tejidos blandos y/o a prótesis dentogingivales de gran volumen ⁽¹¹⁾.

Desde principios del siglo XXI, pero fundamentalmente, en la última década, la aplicación clínica de la impresión digital 3D ha experimentado un gran auge. Esto permite planificar tratamientos quirúrgicos con IP sin la necesidad de utilizar materiales de impresión ni de vaciado de las mismas. Las técnicas de reconstrucción diseñadas a medida utilizando el CAD, junto a las tecnologías

de impresión aditiva o sustracción 3D, permiten crear, a partir de una reconstrucción 3D, IP biocompatibles ⁽¹²⁾.

Las tecnologías de planificación digital y los sistemas de producción CAD/CAM e impresión 3D se combinan con los principios de los sistemas de osteosíntesis y tornillos de fijación. Generando sistemas de IP estables y biocompatibles, muchas veces fijos al hueso remanente con tornillos, para resolución de defectos craneo faciales y ser anclaje de prótesis dento gingivales de gran porte. Este tipo de reconstrucción presenta diversas ventajas con respecto a los demás métodos. Algunas de ellas son la exactitud y contacto del implante con el terreno óseo remanente del paciente, gran porcentaje del tratamiento y planificación se realiza de manera digital con muy poco margen de error. Por último la cirugía de la implantación es más rápida y precisa con este tipo de tecnología ⁽¹¹⁾.

La de fabricación de los IP puede ser aditiva o sustractiva, fresando un disco o cubo original de material o imprimiendo tridimensionalmente al IP.

3 - FABRICACIÓN SUSTRACTIVA Y ADITIVA

3.1 - Generalidades

La planificación virtual comienza en la obtención de imágenes a través de la TC y de herramientas como el escáner de superficie. Los datos obtenidos en la adquisición quedan disponibles en el formato DICOM estandarizado (Imagen digital para la comunicación en medicina; del inglés Digital Imaging and Communications in Medicine) para luego transferirse a softwares específicos de diseño. En estos, se llevan a cabo procesos que incluyen la reconstrucción y manipulación 3D de la región anatómica de interés, con el fin de generar un artefacto computarizado ⁽¹³⁾.

La materialización a modelos físicos y tridimensionales de los prototipos de implantes se consolida mediante métodos sustractivos o aditivos. El rectificado representa un protocolo de reducción o sustractivo, donde los

cortes y fresados de un bloque o disco estándar de material específico permiten generar el IP (Figura 1) ⁽¹⁴⁾.



Figura 1. Fresado sustractivo de bloque de titanio. Tomado de manual Empresa Kang Ding Hardware. https://metalpartss.com/spain/De_mecanizado_CNC_prototipo_a_la_produccion_de_Entrega_Global

Por el contrario, los métodos de superposición multicapa o de fabricación aditiva incluyen la estereolitografía y el posterior colado en material noble, la sintetización selectiva por láser, la fabricación de objetos en láminas y la impresión 3D en polímeros o metales (Figura 2) ⁽¹³⁾.

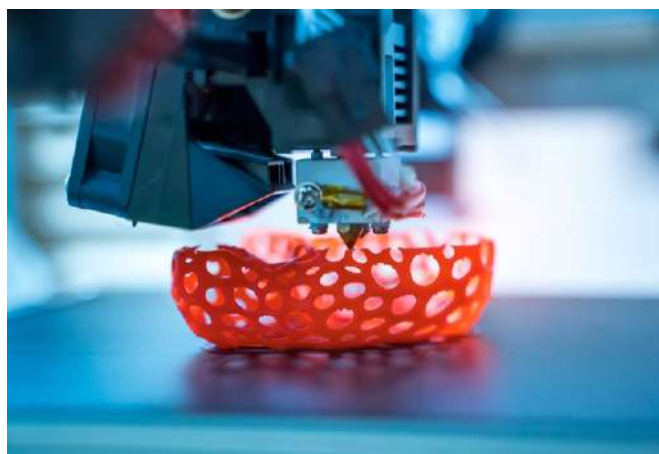


Figura 2. Impresión 3D de implante personalizado. Tomado de manual empresa Mecalux. <https://www.mecalux.com.uy/blog/fabricacion-aditiva>

3.2 - Ventajas y desventajas.

La fabricación sustractiva tiene la ventaja de ser más económica y rápida. Pero, su gran desventaja es que el tamaño del IP tiene el límite del tamaño del bloque original a fresar. Es decir, sea del material que sea, nunca podrá ser de mayor volúmen que el bloque o disco de material original. Las dimensiones de los discos para fresadoras estándar del mercado van de 98 mm de diámetro y entre 10 mm y 25 mm de ancho, dependiendo el material del mismo.

La fabricación aditiva, conocida también como creación rápida de prototipos o impresión 3D, tiene la ventaja de la capacidad de producir estructuras complejas imposibles de ser producidas con otra tecnología. El nivel de detalle es superior al sistema sustractivo, por ende la capacidad de contacto de la pieza con el terreno óseo remanente es mayor, dando mejor estabilidad a la pieza. Por otro lado, el material desperdiciado es prácticamente nulo con respecto a la sustracción de un bloque o disco, lo que reduce los costos a mediano y largo plazo ⁽¹⁵⁾.

Los procesos actuales innovadores de fabricación aditiva son variados, entre los que se incluyen la inyección de aglutinante (BJG), la sintetización directa por láser de metales (DMLS), la fusión por haz de electrones (EBM), la conformación de redes por ingeniería láser (LENS) y el modelado por deposición fundida (FDM) (Figura 3) ⁽¹⁵⁾.

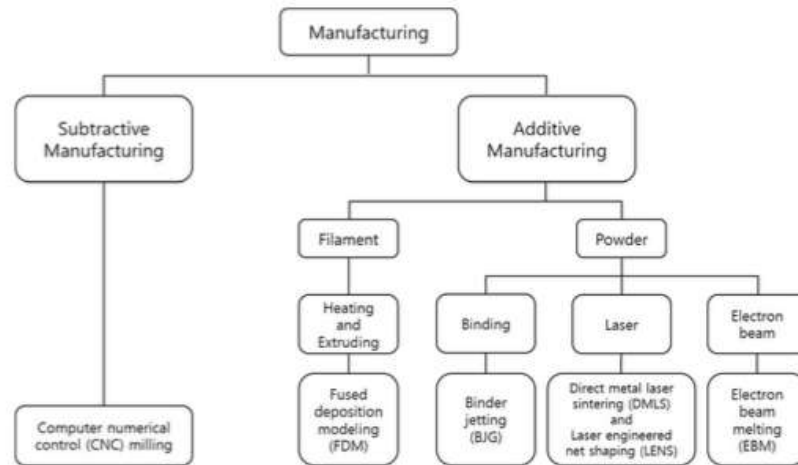


Figura 3. Esquema de los procesos de fabricación. Tomado de Oh J. Recent advances in the reconstruction of cranio-maxillofacial defects using computer-aided design/computer-aided manufacturing, Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery. 2018. 40(2):1-7.

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos, tanto con el método sustractivo como el aditivo pueden utilizarse diversos tipos de biomateriales, incluidos los polímeros, resinas, cerámicas, siendo los mas utilizados en el área maxilofacial el PMMA, el PEEK y el titanio ⁽¹⁴⁾.

4 - BIOMATERIALES

Durante décadas, se han estudiado los materiales implantológicos que satisfagan las necesidades de reconstrucción, con la finalidad de restablecer la integridad anatómica y funcional de las estructuras dañadas. Sin embargo, los diversos biomateriales, no poseen la capacidad natural de inducir el proceso de regeneración ósea, lo que los hace materiales inertes, biocompatibles y de relleno, que no sustituyen las características del injerto autólogo ⁽¹⁶⁾.

El material aloplástico ideal debe cumplir ciertas propiedades como:

- *Químicamente inerte.* El término inerte se utiliza para describir algo que no es químicamente reactivo al contacto con otro material vivo o no.
- *Capaz de soportar esfuerzo y tensiones similares a las del macizo craneofacial.*
- *Esterilizable.* El material tiene que ser posible de esterilizar sin modificación de su estructura ni de sus propiedades.
- *Resistente a la infección.*
- *Radiolúcido.* Para poder observar los contenidos que envuelve el implante, como el contenido de la órbita por ejemplo.
- *No conductor térmico.* Incapacidad de un material para transferir temperaturas extremas, ya sea frío o calor. No permitir el paso, o resistirse a la transmisión de la energía cinética de sus moléculas a otras sustancias adyacentes.
- *No ionizante.* No debe tener la capacidad de generar radiación ionizante. Un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones).
- *No corrosivo.* Que no sea capaz de destruir o dañar de modo irreversible aquellas superficies con las que entran en contacto.
- *Estable.* Que no sea reactivo en el ambiente durante su uso. Que mantenga sus propiedades útiles en la escala de tiempo de su durabilidad esperada y bajo las condiciones ópticas de aplicación.
- *Económico.* De bajo costo.
- *No carcinógeno.* Se denomina agente carcinógeno a cualquier agente físico, que es capaz de dar origen a la proliferación de células que se escapan a las leyes de la homeostasis tisular y cuyo resultado final es la formación de una masa tumoral. Ninguno de los materiales descritos en este trabajo poseen esta característica ⁽¹⁶⁾.

A pesar de que es muy difícil lograr todas estas características, cada material tiene sus ventajas y desventajas además de indicaciones para cada zona a rehabilitar. En este capítulo se describe el PMMA, el PEEK y el titanio ya que son los materiales más utilizados en la confección de IP de manera aditiva y sustractiva.

4.1 - PMMA.

El polimetacrilato de metilo o PMMA, es un éster polimerizado de ácido acrílico que existe en forma de polvo y se mezcla con un monómero líquido, el peróxido de benzoilo. El proceso de polimerización se inicia mediante la reacción entre el peróxido de benzoilo y N-dimetil-p-toluidina. También se añade un material radiopaco como sulfato de bario o dióxido de circonio como componente del polvo ⁽¹⁶⁾.

Es un plástico duro, resistente, transparente, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción y buena resistencia al envejecimiento (Figura 4). Su resistencia a la rotura es siete veces superior a la del cristal a igualdad de espesores. Es ligero con una densidad de 1.19 Kg/m³ que presenta buena resistencia mecánica y estabilidad en el tiempo. A pesar de su ligereza puede soportar una sobrecarga de 70 Kg/m². No presenta potencial osteogénico, pero es económico, resistente a las fuerzas externas e inerte ⁽¹⁶⁾.

Aunque la reacción alérgica al PMMA es rara y se produce debido a una reacción contra un componente del material, la N-dimetil-p-toluidina, que se utiliza como acelerador (monómero de MMA). Una pequeña parte de la población es alérgica a MMA, que puede manifestarse con síntomas de estomatitis, síndrome de boca ardiente o urticaria crónica ⁽¹⁷⁾.

Al ser un acrílico, el PMMA únicamente puede trabajarse de manera sustractiva, en base a discos o cubos prefabricados en fresadoras, siendo imposible la impresión o adición 3D digital del material. El tamaño del implante es limitado ya que se fresa sobre preformas de tamaños estándar. No se

liberan fragmentos de monómero después de su implantación y no se genera toxicidad luego de 48 a 78 meses de la reconstrucción quirúrgica. Aunque presenta una excelente biocompatibilidad, se han descrito reacciones a cuerpo extraño que podrían ser el origen de infecciones post operatorias. En la literatura, su tasa de infección es del 13 % (16, 18).



Figura 4. Implante personalizado frontal en PMMA. Tomado de caso de los Dres. Leopoldo Ruiz Huerta, Yara Cecilia Almanza Arjona, Alberto Caballero Ruiz y Homero Alberto Castro Espinosa del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México (CCADET) y del Hospital General Doctor Eduardo Liceaga. <https://imprimalia3d.com/noticias/2015/03/05/004419/implantes-creados-impresi-n-3d-protecci-n-del-cerebro>

En el paciente pediátrico, se plantea la posible restricción del crecimiento. Esta se puede prevenir evitando la colocación del implante directamente sobre las suturas craneofaciales. Pero se debe considerar además, que la lesión inicial, la cirugía y la cicatrización posterior son un factor de riesgo independiente para la restricción del crecimiento, independientemente del uso de PMMA en la reconstrucción. Esto además, es válido para todos los materiales de reconstrucción.

Los implantes craneofaciales confeccionados con PMMA se han empleado exitosamente por más de 45 años. Para reducir el riesgo de reacción a cuerpo extraño, el implante se fija con placas y/o tornillos de titanio. Actualmente, es el material aloplástico más utilizado para reconstrucciones craneomaxilofaciales de malar. Se demostró que el polimetilmetacrilato es un material económico y efectivo que permite obtener excelentes resultados estéticos y funcionales en la reconstrucción de defectos cráneo faciales, principalmente de huesos frontal y malar ^(16, 17).

4.2 - PEEK.

El polieter éter cetona o PEEK es un material de gran calidad semicristalino y termoplástico. Se caracteriza por sus excelentes propiedades mecánicas y su excepcional estabilidad dimensional, incluso a temperaturas continuas de hasta 250°C. Es un polímero de alto rendimiento que ha sido utilizado por muchos años en la industria y que ha tenido éxito en varias áreas de la medicina, la cirugía maxilofacial y la implantología oral. En el territorio maxilofacial, ha sido utilizado para la preparación de distintos tipos de implantes, como placas para bóveda craneal, piso de órbita, arco cigomático y ángulo mandibular. También se ha utilizado en otras regiones del cuerpo humano como articulaciones de dedos, rodilla y cuerpos intervertebrales ⁽¹⁹⁾.

En comparación con los materiales tradicionales, el PEEK ofrece grandes ventajas. Puede ser trabajado de manera sustractiva y aditiva. Cuenta con gran resistencia en relación con su peso, propiedades elásticas similares a las del tejido óseo, mínima corrosión, absorción de agua extremadamente baja y es radiotransparente. Es un material termoplástico con buenas propiedades de imagen, rigidez, durabilidad, peso ligero, fatiga, resistencia química y módulo de elasticidad cercana al hueso cortical. Las reacciones alérgicas al PEEK son extremadamente raras ⁽¹⁹⁾.

El PEEK tiene propiedades osteoconductoras muy limitadas. Por lo tanto, se han realizado varios ensayos para mejorar la bioactividad de los implantes con este material. Como tal, los materiales a base de PEEK están ganando un

interés cada vez mayor como posibles alternativas al titanio en IP, especialmente para reconstrucciones del piso de órbita aisladas o que involucren otros huesos como el malar, ya que sus excelentes propiedades permiten, por sustracción o adición, implantes muy finos y ligeros que con otro material sería imposible de realizar ^(19, 20).

En un estudio comparativo para rehabilitación de piso de órbita con implante personalizado en PEEK y con malla de titanio estándar realizado por Yurii Chepurnyi, Denis Chernogorskyi, Andrey Kopchak y Oksana Petrenko en el 2020, se dieron resultados indicativos de una mayor eficacia clínica de los IP de PEEK en comparación con las mallas de titanio en la exactitud de reconstrucción del volumen orbitario original. La incidencia de enoftalmos residual en el grupo principal también fue significativamente menor. No hubo diferencias en la motilidad o diplopía entre ambos grupos un mes después de la cirugía. Sin embargo, las diferencias estadísticamente significativas en diplopía tres meses después de la cirugía mostraron la presencia de condiciones menos favorables para la rehabilitación en los pacientes con malla de titanio estándar. Las principales ventajas del PEEK para la reconstrucción son sus propiedades mecánicas y posibilidad de producir IP con un espesor de de 0,4 mm mediante fresado o impresión 3D (Figura 5) ⁽¹⁹⁾.

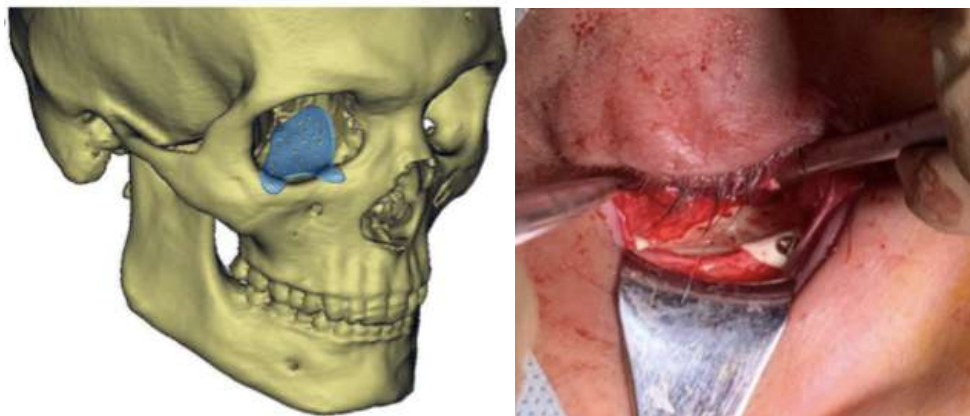


Figura 5. Diseño digital de implante personalizado en PEEK de piso de órbita y cirugía de implantación del mismo. Tomado de Chepurnyi Y, Chernogorskyi D, Kopchak A, Petrenko O. Clinical efficacy of peek patient-specific implants in orbital reconstruction. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. 2020. 10:49-53.

4.3 - Titanio.

El titanio grado 5, Ti6Al4V, es una aleación con un 6% de aluminio y 4% de vanadio. La aleación de titanio Ti6Al4V se desarrolló a principios de la década de 1950 para aplicaciones aeroespaciales y actualmente es la aleación de titanio más utilizada. Representa el 50% del uso total de titanio en todo el mundo. El titanio grado 5 casi ha reemplazado a todos los demás materiales en la fabricación de implantes craneofaciales debido a su biocompatibilidad, resistencia a la corrosión, resistencia a la fatiga y fractura, bajo módulo de elasticidad, bajo peso y propiedades de osteointegración ^(20, 7).

La resistencia a la fractura es una de las propiedades más importantes que se debe considerar durante la fabricación de IP, ya que muestra la capacidad del material de mantener su integridad cuando es expuesto a tensiones. El módulo elástico del titanio fundido denso es mucho más alto que el del hueso humano y es dos veces más pesado que el hueso cortical denso natural, incluso en espesores de 0.8 mm que es el mínimo utilizado para IP que rehabiliten secuelas maxilares. Es por eso que el titanio grado 5 se recomienda para su uso en IP que recibirán grandes fuerzas, como por ejemplo la masticación ⁽²⁰⁾.

El titanio es un material que puede trabajarse de manera aditiva y sustractiva. Las aleaciones de este metal son reactivas, particularmente a altas temperaturas, absorbiendo oxígeno y nitrógeno de la atmósfera e hidrógeno si hay humedad. Por lo tanto, cuando los dispositivos de titanio se fabrican de manera aditiva, el entorno debe purgarse con un gas inerte como el argón, lo que hace que el procedimiento de fundición del material sea extremadamente sensible requiriendo de maquinarias específicas con altas tecnologías, encareciendo el proceso, siendo esta una desventaja ⁽²⁰⁾.

El titanio y sus aleaciones se desarrollaron con el objetivo de presentar una reacción nula o reducida con los tejidos circundantes al implante, debido a una película de óxido que se forma en la superficie. El uso de titanio y sus aleaciones en la fabricación de IP tiene la ventaja de su alta reactividad provocada por su alta energía superficial. Por este motivo, los implantes fabricados con este material tienen una enorme capacidad de oxidarse y formar una capa protectora de óxido en la superficie.

Esta capa se forma espontáneamente e inmediatamente después del contacto del implante con aire u otros fluidos biológicos a temperatura ambiente. La capa protege el implante, siendo responsable de su excelente biocompatibilidad y alta resistencia a la corrosión. Favorece la adsorción de proteínas extracelulares y por tanto la osteogénesis, ya que se producen interacciones entre los sistemas biológicos y esta capa superficial de óxidos (7).

Linkow y col. en 1995 fueron los primeros en perforar la estructura metálica del implante para permitir la fibrointegración del periostio a través de estos puntales. Los IP de titanio actuales se perforan con orificios de 2,3 mm para permitir su fijación con tornillos de titanio de 2,0 mm y también permitir el crecimiento óseo a través de ellos. Además, a la cara del implante que toma contacto con el tejido óseo se le realiza un tratamiento de superficie microscópico similar a los implantes dentales convencionales para promover y permitir la oseointegración y aumentar la inmovilidad (21).

Por todas estas ventajas, es el más biocompatible de todos los metales conocidos, y es el material indicado para la confección aditiva de IP que tendrán comunicación con el medio externo, rehabilitando secuelas en maxilares o mandíbulas que requieran la devolución de la oclusión y función masticatoria (Figura 6) (20).



Figura 6. Implante personalizado de manera aditiva en titanio para rehabilitar maxilar artófico. Tomado de manual de empresa New Sugical, Implantize, CPMH. <https://newsurgicalopme.com.br/implantize-cpmh/>

5 - SEMIOLOGÍA DEL PACIENTE SECUELADO DEL COMPLEJO ÓRBITO CIGOMÁTICO MAXILAR

5.1 - Generalidades.

El COCM ocupa una posición clave en el tercio medio del rostro, dando proyección a la cara en sentido anteroposterior, lateral y vertical. No cumple solamente funciones estéticas. Por su ubicación, conecta directa e indirectamente entre sí otras regiones del esqueleto facial, como la órbita, el maxilar, el seno maxilar, las fosas nasales y la base del cráneo ⁽⁵⁾.

5.2 - Anamnesis.

En la valoración de estos pacientes se debe tener en cuenta su necesidad. Se les debe preguntar cuál es su motivo de consulta, indagar que es lo que le molesta, su queja principal o inquietud. Es decir, cuál es la expectativa del paciente con respecto al tratamiento. Que describa la historia de la enfermedad, particularmente su primera aparición, por qué presenta el defecto, que cambios involucraron en sus funciones y el impacto sobre otros factores que condicionen su calidad de vida ⁽⁵⁾.

La edad y condición psíquica del paciente son importantes para evaluar la cooperación del mismo al momento de planificar el tipo de rehabilitación dento alveolar en pacientes con ausencia o atrofia severa de maxilar por el mantenimiento higiénico de las mismas y evitar infecciones y dehiscencias que comprometan el IP ⁽²²⁾.

Además, se debe investigar si la secuela fue a causa de la resección de un tumor maligno o benigno, ya que los cabos óseos del remanente no se comportarán de la misma manera si la zona recibió radioterapia por ejemplo, o si presenta tejidos blandos cubriendo el defecto o no. Esta situación clínica me puede condicionar, por ejemplo, el diseño y la fijación del IP ⁽²²⁾.

5.3 - Exámen físico.

En el exámen físico segmentario del COCM se deben buscar signos comunes de pacientes secuelados de dicha zona. Hay que tener en cuenta e informar al paciente, que los IP no podrán solucionar ni curar algunos signos y síntomas por más que se intente. Estudiar si la secuela es exclusivamente estética o nos limita funcionalidad como la adecuada visión, apertura bucal, masticación y/o alimentación. Investigar qué sector anatómico está ausente, si es únicamente el malar, arco cigomático, ausencia o atrofia severa del maxilar, o todas las anteriores juntas. Si hay piezas dentarias o no, si hay comunicación buco sinusal o buco nasal. Estudiar la fonación y deglución del enfermo.

Para un ordenamiento del exámen se puede dividir en cara, ojos y boca.

Cara:

- Asimetría facial por alteración de la prominencia malar, en sentido antero-posterior y/o transversal.
- Parestesia de mejilla, labio, ala y vertiente nasal.
- Surcos naso genianos marcados por atrofia maxilar o falta de soporte óseo por su ausencia.
- Pseudo clase III esquelética por atrofia maxilar o falta de soporte óseo por su ausencia
- Alteraciones en la función del nervio facial ⁽²³⁾.

Ojos:

- Enoftalmos.
- Exoftalmos.
- Hipoglobo.
- Distopia.
- Diplopia.
- Aspecto antimongoloide de la hendidura palpebral.
- Limitación de movimientos oculares.
- Agudeza visual ⁽²³⁾.

Boca:

- Pérdida de dimensión vertical.
- Labio superior corto.
- Trismus o apertura bucal disminuida.
- Ausencia de piezas dentarias superiores parcial o total.
- Comunicación buco sinusal.
- Comunicación buco nasal ⁽²³⁾.

5.4 - Exámenes paraclínicos.

Un escaneado intra oral, modelos digitales de estudio articulados en casos de secuelas maxilares en que se rehabilitará la oclusión y fotografías clínicas son

útiles para llegar a un diagnóstico y evaluar resultados. Pero lo fundamental e indispensable para realizar una planificación digital para la rehabilitación con IP es una TC helicoidal con cortes de a 1 mm de cráneo y mandíbula actual, desde la base frontal hasta el hioides. La TC de mandíbula, es necesaria, para tener la referencia oclusal. Ya que, en rehabilitación de secuelados maxilares, es posible la confección digital de una somatoprótesis dento gingival e instalarla en el mismo acto quirúrgico. Las imágenes son recibidas en formato DICOM por la empresa productora del IP ^(24, 25).

La imagen producida por el tomógrafo presenta las densidades diferenciales que componen el objeto analizado. Es decir, las imágenes de la TC se muestran en diferentes tonos de gris según los patrones característicos de absorción que exhiben los diferentes tejidos cuando se exponen a radiación ionizante. A diferencia de las radiografías simples que solo muestran 5 densidades (aire, grasa, tejido blando, hueso y metal), la TC muestra una amplia gama de densidades que van desde el aire (negro) hasta el hueso (blanco).

Las unidades Hounsfield (UH) son una escala que se utiliza para mostrar el rango de densidades de tejido al visualizar una TC. La escala varía de -1.000 a +3.000 UH. El agua, por convención, es designada como valor 0 UH. Mientras más alto sea el valor de UH más brillante (o más denso) se mostrará el tejido. Alterar la configuración de la ventana ayuda a reducir el rango de UH que se muestra, lo que a su vez ayuda a maximizar la tasa de detección de diferentes patologías que involucran por ejemplo el parénquima cerebral (infartos), bóveda craneana (fracturas) o tejidos blandos (hematomas).

Para valorar el defecto del paciente se solicita TC con ventana ósea, cortes axiales, coronales y sagitales, con la reconstrucción 3D correspondiente ⁽²⁶⁾. Además de valorar el defecto, su extensión, que zonas involucra, evaluar forma y densidad de los cabos óseos, también sirve para planificar digitalmente el IP, zonas de fijación, tipos y medidas de tornillos y evaluación de fuerzas recibidas.

6 - TÉCNICA QUIRÚRGICA

Para efectos de éste trabajo, se dividirá el protocolo de tratamiento quirúrgico para el COCM, en lo que se refiere a la porción órbito cigomática por un lado, a la porción maxilar por su ausencia o atrofia severa por otro, o una combinación de ambas secuelas y zonas vecinas.

Como cada paciente es valorado de forma individual y debe ser tratado según sus necesidades, tanto el IP como el abordaje quirúrgico serán variables y específicos para cada caso. De todas maneras, se presentan los pasos de cada uno para así abarcar todas las zonas límites que describe este trabajo. También se presentan casos clínicos para ejemplificar algunas de las situaciones más frecuentes.

El abordaje a utilizar dependerá del defecto del paciente, del diseño del IP, si es una pieza sola o varias, por donde será la vía de colocación, si requiere fijación y posibilidades de combinaciones con fijación percutánea. Aunque el IP sea unilateral, el abordaje puede ser bilateral, para facilitar el acceso e inserción del IP, identificación de los márgenes por la movilidad de los tejidos blandos. Se debe considerar la presencia de cicatrices por heridas o incisiones quirúrgicas previas y defectos en tejidos, si hay material de osteosíntesis a retirar y del biomaterial del IP a utilizar, ya que algunos en espesores finos pueden llegar a ser algo flexibles facilitando la inserción y minimizando el abordaje.

6.1 - Técnica quirúrgica para el complejo órbito cigomático maxilar.

La planificación de la cirugía está en relación al defecto, al tamaño del IP y a su vía de inserción. Se puede realizar un abordaje principal, que se utiliza para la inserción del IP y abordajes complementarios que se utilizan para facilitar el decolado, la exposición y la fijación del IP.

6.1.1 - Abordaje a la unión cigomaticomaxilar.

Se realiza una incisión en la mucosa vestibular del maxilar, de 3 a 5 mm por encima de la unión mucogingival, que se extiende desde el canino hasta el primer o segundo molar. Se eleva el colgajo mucoperióstico hasta exponer la sutura cigomaticomaxilar así como el nervio infraorbitario. Si la vía de abordaje para introducir el IP fuera por piel, la fijación al maxilar remanente del mismo puede realizarse por este abordaje complementario mucoso ⁽²⁷⁾.

6.1.2 - Abordaje a la unión cigomaticofrontal.

Si el IP es introducido por boca y quiere fijarse en la unión cigomaticofrontal, el acceso se puede realizar a través de la cola de la ceja, abordaje tipo Dingman o a través de la incisión para blefaroplastia superior. La incisión de blefaroplastia superior permite un acceso más amplio a la pared lateral de la órbita. El acceso por la cola de la ceja se realiza a través de una incisión de 2 cm en el extremo distal de la misma, continuando a través del orbicular y del periostio hasta el límite inferior de la ceja ⁽²⁷⁾.

6.1.3 - Abordaje al arco cigomático.

El abordaje coronal proporciona una exposición amplia del defecto, pared lateral de la órbita, reborde orbitario externo, cuerpo del malar y arco cigomático. Se utiliza para implantes totales de malar y puede ser hemicoronal si la secuela es unilateral ⁽²⁷⁾.

6.1.4 - Abordaje al reborde infraorbitario.

Se utiliza si el IP repone parte del piso orbitario, ya que las fijaciones son, por lo general, en las tres zonas antes descritas. Este abordaje permite el acceso tanto al reborde infraorbitario como al suelo de la órbita. Se puede acceder vía subtarsal, subciliar o transconjuntival. Como ventajas, el abordaje subtarsal presenta menor riesgo de acortamiento palpebral, de exposición escleral y de ectropión que el subciliar, y proporciona una mayor exposición. Sin embargo,

la cicatriz es menos estética y la incidencia de edema post operatorio es mayor que en el subciliar ⁽²⁸⁾.

6.1.5 - Abordaje de Weber-Ferguson.

Este abordaje combinado se utiliza para grandes IP que involucren al hueso malar y maxilar. Permite una visión directa y amplia de toda la zona. Se realiza en piel a través de la línea media del borde del bermellón, subnasal, nasal lateral y párpado inferior tipo subtarsal o subciliar. Se puede extender de 2 a 3 cm lateral al canto lateral para exponer el arco cigomático por la extensión del IP o para ganar movilidad de tejidos blandos. La incisión en boca se realiza en mucosa vestibular o en bordes cervicales de dientes remanentes si los hubiera ⁽²⁹⁾.

6.1.6 - Implantes personalizados para el complejo órbito cigomático maxilar.

La alteración anatómica del COCM genera una deformidad cosmética inaceptable en la mayoría de los casos (Figura 7).



Figura 7. Secuela de trauma malar derecho resuelta con implante personalizado. Tomado de caso del Instituto Dr. Eugenio Lalinde. España. <https://drlalinde.es/estetica-facial/cirugia-osea-facial/traumatismos-faciales/>

Los arbotantes perdidos en la zona como los pilares fronto cigomáticos y pterigo maxilares, las paredes y marcos orbitarios deben ser reconstruidos con el objetivo de mantener la dimensión vertical y transversal del tercio medio facial. Las alteraciones funcionales, como movimientos mandibulares, pero sobre todo a nivel ocular, junto a las secuelas estéticas deben recomponerse con la anatomía original del paciente previa secuela para conseguir resultados satisfactorios a largo plazo ^(30, 42).

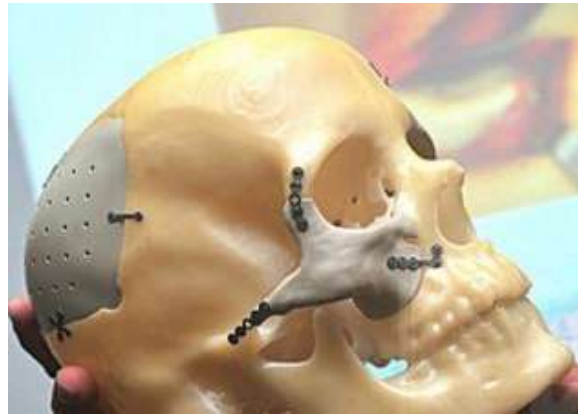


Figura 8. Implante personalizado de malar derecho en peek fijado con placas y tornillos de osteosíntesis. Tomado de caso del Dr. Mohd Nazimi Abd Jabar, cirujano maxilofacial de la Universidad Nacional de Malasia. <https://3dprint.com/84651/malaysian-woman-freed-from-headaches-by-3d-printed-facial-implant/>

El uso de un IP malar permite al cirujano verlo y manipularlo sobre una reconstrucción de modelos en tres dimensiones y a tamaño real para ver su ajuste anatómico y corroborar la simetría con respecto al contralateral sano (Figura 8). Se deberá poner especial atención sobre la órbita operada, que tras la cirugía debería proyectarse algo más que el globo contralateral, aproximadamente 1 cm^3 menos de volumen total con respecto a la órbita sana. Sobre corregir la posición del globo para evitar cualquier recaída en la proyección del mismo. Si la proyección fuera idéntica inmediatamente post cirugía, podría presentarse enoftalmos post quirúrgico tras la resolución del edema. Incluso con una buena reconstrucción orbitaria, el restablecimiento inadecuado del volumen puede provocar enoftalmos, diplopía y reducción de la agudeza visual ⁽³¹⁾.

Si la secuela fuera unilateral, el IP se diseña y fabrica a espejo con respecto al lado sano para lograr simetría. Si fuera bilateral hay estándares como el índice facial de Kollman que relaciona la dimensión vertical de cara desde el punto nasion a gnation, con la dimensión horizontal desde zigion a zigion, dando un promedio para pacientes mesoprosópicos de 88 a 84.

En este caso a continuación, el IP fue realizado en dos partes con segmento frontal y cigomático articulados basándose en una imagen reflejada contralateral, realizado en PEEK utilizando un método de fabricación aditiva o impresión 3D (Figura 9).

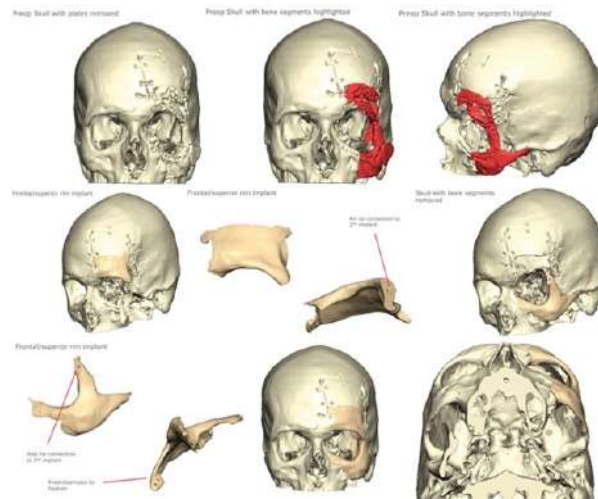


Figura 9. Diseño del IP en PEEK junto a una malla de titanio. Tomado de Day KM, Phillips PM, Sargent LA. Correction of a Posttraumatic Orbital Deformity Using Three-Dimensional Modeling, Virtual Surgical Planning with Computer-Assisted Design, and Three-Dimensional Printing of Custom Implants Craniomaxillofac Trauma Reconstruction. Department of Plastic Surgery, University of Tennessee at Chattanooga, Chattanooga, Tennessee, 2018. 11(1):78-82.

Como el piso de órbita estaba conminuto, el IP se combinó con una malla de titanio que se fijó al borde infraorbitario del implante malar con micro tornillos para establecer una correcta contención ocular (Figura 10). Si bien el PEEK puede trabajarse a espesores mínimos de 0.4 mm de manera aditiva, la precisión de la impresora utilizada en este caso no permitía estos espesores mínimos, por eso se optó por combinar el material con una malla de titanio ⁽²⁸⁾.

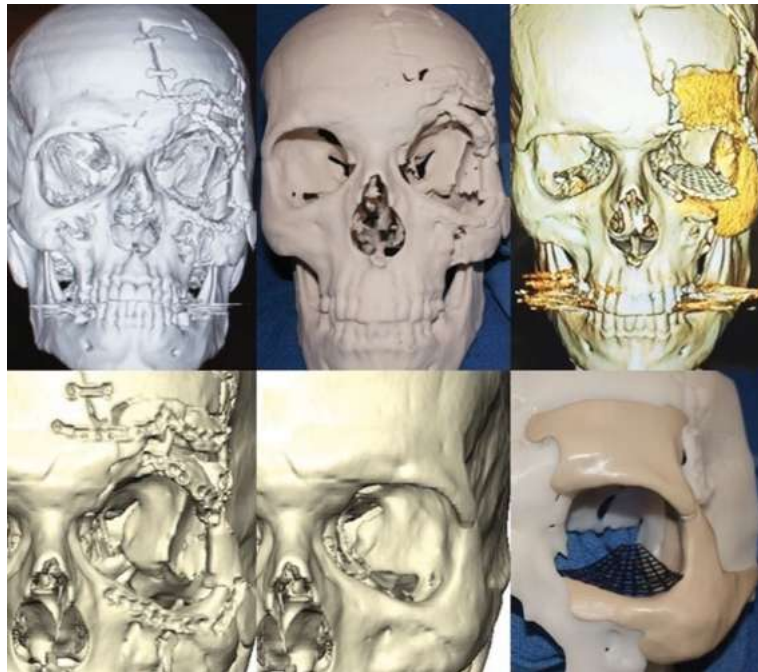


Figura 10. Implantes confeccionados en modelo estereolitográfico a espejo. Tomado de Day KM, Phillips PM, Sargent LA. Correction of a Posttraumatic Orbital Deformity Using Three-Dimensional Modeling, Virtual Surgical Planning with Computer-Assisted Design, and Three-Dimensional Printing of Custom Implants Craniomaxillofac Trauma Reconstruction. Department of Plastic Surgery, University of Tennessee at Chattanooga, Chattanooga, Tennessee, 2018. 11(1):78-82.

Se abordó por cicatrices de abordaje bicoronal y del párpado inferior previos para proporcionar una exposición suficiente, Se retiraron placas y tornillos de fijación previas y fragmentos óseos. Los IP se insertaron y fijaron por partes como se estableció en la planificación digital. Se resuspendió el tejido blando de la mejilla y el párpado con múltiples suturas al hueso y se realizó una cantopexia lateral (Figura 11) ⁽²⁸⁾.



Figura 11. Pre y post operatorio del paciente. Tomado de Day KM, Phillips PM, Sargent LA. Correction of a Posttraumatic Orbital Deformity Using Three-Dimensional Modeling, Virtual Surgical Planning with Computer-Assisted Design, and Three-Dimensional Printing of Custom Implants Craniomaxillofac Trauma Reconstruction. Department of Plastic Surgery, University of Tennessee at Chattanooga, Chattanooga, Tennessee, 2018. 11(1):78-82.

Para los casos en que la secuela involucre malar y maxilar, el IP debe ser de titanio para soportar las fuerzas de la masticación, tenga la capacidad de oseointegrarse y así ganar estabilidad en el tiempo más allá del sistema de osteosíntesis (Figura 12 y 13).



Figura 12. Diseño digital de IP para secuela malar y maxilar con muñones trans gingivales que recibirán la prótesis. Tomado de caso del Dr. Rui Coelho (Portugal) realizado con la empresa CPMH Digital.



Figura 13. Abordaje Weber-Ferguson con extensión a un lado del canto lateral para llegar a la secuela malar y fijar el IP. Tomado de caso del Dr. Rui Coelho (Portugal) realizado con la empresa CPMH Digital.

6.2 - Técnica quirúrgica para ausencia o maxilar atrófico severo.

6.2.1 - Abordaje en mucosa.

En pacientes edéntulos se incide en el centro de la cresta alveolar en toda la arcada si la zona a exponer es bimaxilar, se agrega una incisión vertical a lo largo de la cresta cigomática para facilitar la exposición ósea de esta zona. Es importante realizar la incisión en la encía adherida, dejando una banda de esta tanto en el colgajo vestibular como en el palatino. De esta forma al suturar, los cilindros de fijación quedarán rodeados de encía adherida en toda su circunferencia. También, dependiendo el caso, se puede incidir la línea media por vestibular para eliminar tensiones y ganar mayor movilidad de los tejidos (Figura 14) ^(32, 25).

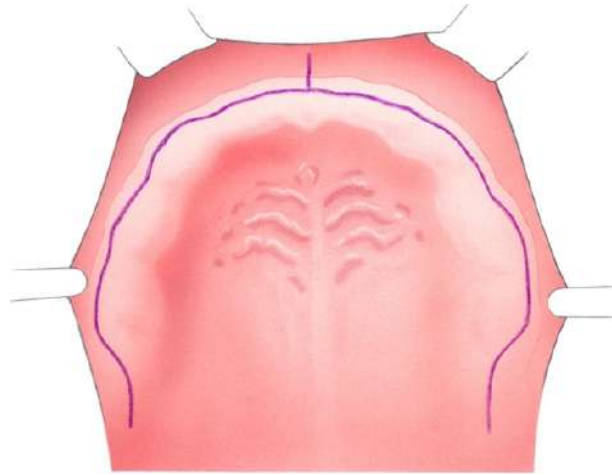


Figura 14. Abordaje en mucosa para colocación de implante personalizado maxilar. Tomado de Mommaerts MY. Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2017. 46(7):938-940.

Hay que proteger el conducto excretor de la glándula parótida con separadores junto al colgajo vestibular e identificar el foramen infraorbitario y su contenido si es que existiera en el defecto. Se expone todo el maxilar en su cara vestibular hasta piso de fosas nasales, gran parte del paladar duro y hueso malar, lo que permite la fijación del IP en este nivel. Los abordajes utilizados para acceder al maxilar o a la zona del defecto generalmente son por esta vía, pero en casos de ausencia del mismo se puede acceder por piel y así llegar a huesos vecinos remanentes para poder fijar los sistemas del IP ⁽²⁹⁾.

6.2.2 - Abordaje doble en mucosa y piel.

En pacientes secuelados post maxilectomía, las cicatrices de abordajes previamente realizados como Weber-Ferguson sirven de guía para una excelente visión al defecto y a huesos aledaños como el malar para fijar el IP, zonas donde únicamente por abordajes mucosos no se accede. Se debe tener presente que a mayor tiempo de la resección, se pierden por la cicatrización, los planos anatómicos, lo que dificulta el decolamiento, haciendo más complejo insertar, posicionar y fijar el IP ⁽²⁹⁾.

6.2.3 - Implantes personalizados para maxilar.

La secuela cuando hay ausencia de maxilar por patologías tumorales o atrofia extrema por reabsorción, genera un perfil cóncavo, pérdida de la dimensión vertical de la cara y dificultad para una correcta alimentación del paciente (Figura 15).



Figura 15. Paciente con maxilar atrófico, véase la pseudo clase III y pérdida de dimensión vertical. Tomado de Ramirez LM, Echeverría P, Zea FJ, Ballesteros LE. Dimensión Vertical en Edentados: Relación con Síntomas Referidos. Int. J. Morphol. 2013. 672-680.

En el caso de la ausencia maxilar o la atrofia severa el IP subperióstico fabricado con tecnología aditiva se concibió como una solución definitiva para la rehabilitación. Se insertan y se fijan en los pilares del tercio medio facial, contrafuertes caninos y cigomáticos, donde el hueso no sufre atrofia por desuso y donde suele haber suficiente grosor y calidad ósea para obtener la estabilidad primaria mediante tornillos de osteosíntesis.

En la interfaz ósea, la microrugosidad, la energía superficial y los tratamientos de superficie que se le realizan a la estructura, generalmente de titanio para esta zona, determinan el potencial de osteointegración del implante. Esto es válido para todos los IP de titanio, pero es una gran ventaja cuando se rehabilita maxilar por las fuerzas que recibirá en la masticación. Por lo general

presentan muñones transmucosos que salen a boca para poder recibir una rehabilitación dento gingival de tipo híbrida ⁽³³⁾.

El diseño comienza con la reconstrucción de un modelo 3D virtual del maxilar a partir de la TC. Una vez obtenido este modelo virtual de trabajo, se definen las posiciones y orientaciones óptimas de los muñones emergentes de conexión para la prótesis. El siguiente paso es posicionar la ubicación de los tornillos de osteosíntesis que fijarán el IP al hueso remanente, eligiendo para ello las zonas de mayor densidad ósea. Con las posiciones de fijación obtenidas, se dibuja y define la forma de la estructura, así como su grosor, nunca mayor a 0.8 mm para dar confort y evitar dehiscencias, sabiendo las propiedades del titanio. Se obtiene también el tamaño máximo de los tornillos en cada punto (Figura 16) ⁽²⁵⁾.

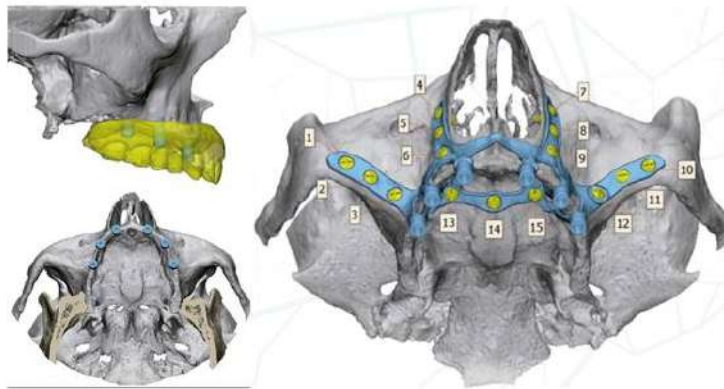


Figura 16. Diseño de la posición y emergencia óptima de los cilindros de fijación para la prótesis. Orientación espacial de la prótesis y esquema de las longitudes de tornillo recomendadas. Tomado de Chamorro Pons M, Arias Gallo J, Margarit Pérez L, Demaría Martínez G, Ciudad Vicario A. Implantes subperiósticos personalizados para la rehabilitación completa del maxilar superior atrófico. Revisión de una serie clínica de 8 casos. Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac. 2021. 43(4):140-148.

A partir del arco dental superior que albergarán los muñones de conexión, el IP se diseña como uno o dos segmentos, dependiendo cada caso en particular para evitar decolamientos excesivos, desgarros en tejidos blandos y ángulos muertos del defecto si los hubiera. Él o los segmentos del IP típicamente tienen cuatro o seis pilares fijados al marco principal por cuatro brazos (Figura

16). El marco principal generalmente tiene dos extensiones en los pilares faciales, cada uno de los cuales recibe tres tornillos de osteosíntesis ⁽³²⁾.

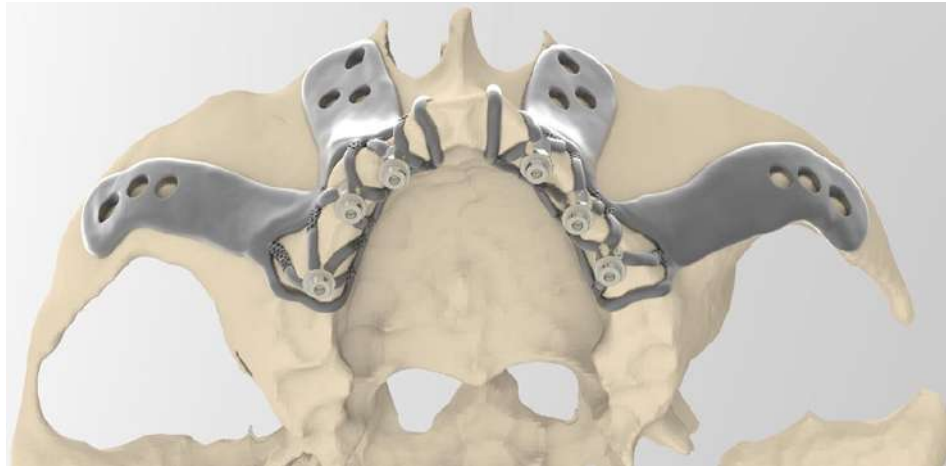


Figura 16. IP maxilar impreso en titanio. Tomado de Mommaerts MY. Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2017. 46(7):938-940.

El diseño finalizado se exporta en un fichero con formato .stl para proceder a su fabricación. La misma se realiza en dos pasos. Primero se imprime la estructura en titanio con sus conexiones, ya que por su tamaño y forma no se puede obtener por fresado sino mediante técnica aditiva. Las conexiones quedan impresas como cilindros sólidos. Posteriormente estos cilindros de fijación se terminan mediante microfresado, lo que permite obtener un grado óptimo de precisión en la zona de conexión con la futura prótesis cuando la misma se cementa.

Actualmente las conexiones se finalizan con muñones tipo Multi-Unit que se atornillan independientes al IP luego de ser fijado en la secuela. Por último, se limpia y termodesinfecta, quedando lista para esterilizar. Junto con la estructura y los tornillos de fijación de titanio viene un modelo 3D del maxilar del paciente y una copia de la estructura en poliamida.

Esta copia sirve para preparar la prótesis transicional y también se usa como guía en la intervención para el fresado y algunos desgastes específicos (Figura 17) ⁽²⁵⁾.

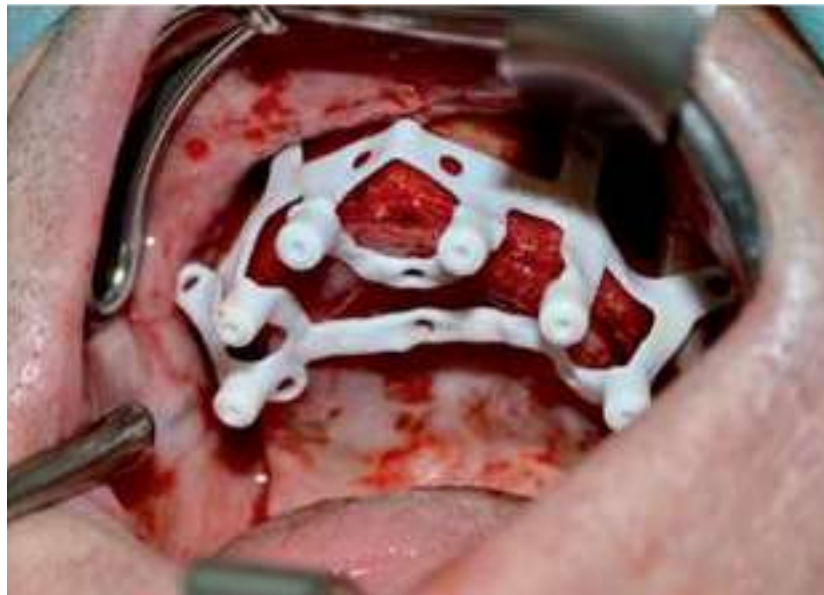


Figura 17. Colocación de prueba de la copia de la estructura en poliamida sobre el hueso remanente. Tomado de Chamorro Pons M, Arias Gallo J, Margarit Pérez L, Demaría Martínez G, Ciudad Vicario A. Implantes subperiósticos personalizados para la rehabilitación completa del maxilar superior atrófico. Revisión de una serie clínica de 8 casos. Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac. 2021. 43(4):140-148.

Se inserta el IP en posición y se fija mediante tornillos de osteosíntesis de la longitud adecuada, según su planificación digital (Figura 18). Se atornillan muñones tipo Multi-Unit transmucosos y se cierran los colgajos con puntos separados. Previo al cierre, se puede utilizar un colgajo bilateral de la bola adiposa de Bichat para dar plenitud y protección al IP por vestibular (Figura 19) ⁽²⁵⁾.

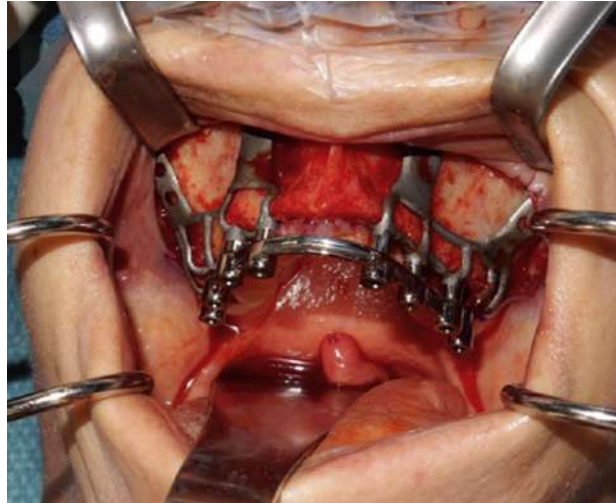


Figura 18. IP fijado en maxilar atrófico con estructura protética para fijar prótesis temporaria. Tomado de Mommaerts MY. Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2017. 46(7):938-940.



Figura 19. Cierre de los colgajos interponiendo la bola de Bichat para cubrir el aspecto vestibular de la estructura. Cierre definitivo. Tomado de Chamorro Pons M, Arias Gallo J, Margarit Pérez L, Demaría Martínez G, Ciudad Vicario A. Implantes subperiósticos personalizados para la rehabilitación completa del maxilar superior atrófico. Revisión de una serie clínica de 8 casos. *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac.* 2021. 43(4):140-148.

La rehabilitación del sistema masticatorio se puede resolver con prótesis removibles sobre barras tipo dolder (Figura 20) o en la misma planificación digital del IP, se diseña una prótesis dento gingival inmediata fija en material temporal impreso en 3D como puede ser PMMA o PEEK ⁽³²⁾.



Figura 20. Confección de sobredentadura removible sobre barra dolder atornillada a muñones de IP de titanio instalado. Tomado de caso del Dr. José Crestanello Nese. Uruguay.

La prótesis híbrida definitiva se confecciona 2 a 4 meses después de la fijación del IP, manejando y transfiriendo los muñones Multi-Unit transmucosos de la manera convencional que se utiliza en prostodoncia.

6.2.4 - Comunicación bucosinusal y/o buconasal.

El tipo de lesión pre existente y la posterior resección de la misma, dejan secuelas de grandes defectos, en especial, comunicaciones de la cavidad oral con el seno maxilar y/o con las fosas nasales. Hay situaciones donde un buen cierre de los tejidos blandos, acompañados por la bola adiposa de Bichat junto a una buena planificación del IP logrará cerrar estos defectos.

Si las comunicaciones (Figura 21) no pueden resolverse herméticamente con los propios tejidos del paciente y con el IP, existe la posibilidad de diseñar (Figura 22), junto a los IP fijos, muñones/broches tipo locator o ball attached y obturadores removibles (Figura 23), independientes de la prótesis dento gingival, que permitan las correctas funciones de fonación y alimentación, y a la vez una fácil higiene del defecto por parte del paciente.



Figura 21. Gran comunicación buco nasal por secuela de maxilectomía. Tomado de caso del Dr. Abdulaziz Algufari (Arabia Saudita) realizado con la empresa CPMH Digital.

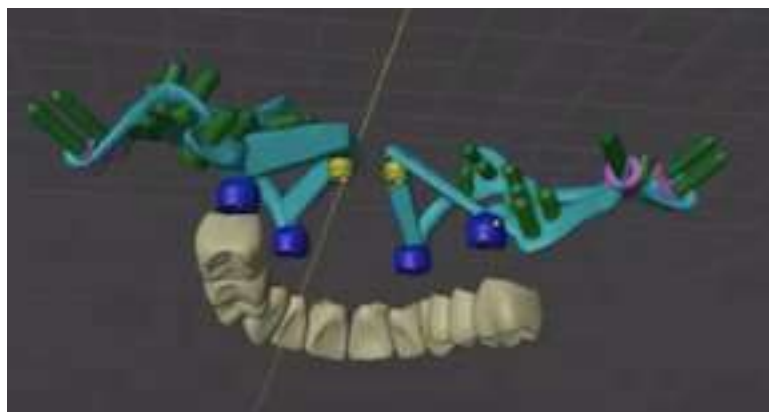


Figura 22. Diseño de implante personalizado con muñones Multi-Unit en cresta alveolar (azul) y Locator en palatino (amarillo). Tomado de caso del Dr. Abdulaziz Algufari (Arabia Saudita) realizado con la empresa CPMH Digital.

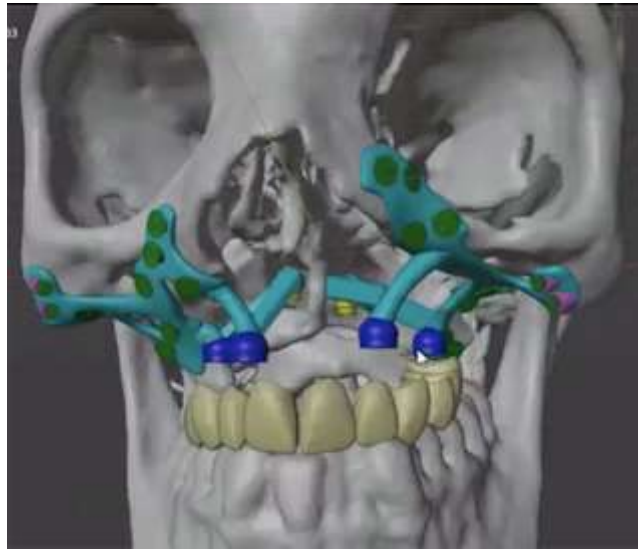


Figura 23. Implante, prótesis y obturador palatino diseñados digitalmente sobre modelo 3D. Tomado de caso del Dr. Abdulaziz Algufari (Arabia Saudita) realizado con la empresa CPMH Digital.

6.2.5 - Comunicación con el medio externo a través de los muñones protéticos.

Tras la implantación, tanto el hueso como los tejidos blandos interactúan con la superficie de titanio del IP. En la interfaz transgingival, es la funcionalidad de adhesión celular para queratinocitos y fibroblastos la que asegura un sellado epitelial que resista la infiltración por biofilm presente en la interfaz supragingival. La periimplantitis alrededor de las fijaciones endoóseas a menudo conduce al fracaso de la supraestructura, por lo tanto, los muñones o transepiteliales tipo Multi-Unit son de conexión estándar idénticos a los utilizados en implantología radicular convencional. Esto facilita la unión de la encía adherida, protegiendo al medio interno. En los casos donde la planificación digital deje los muñones en zonas donde no existe este tipo de encía, es indispensable para la estabilidad a largo plazo del IP, generar encía adherida, previa implantación o en el mismo acto quirúrgico (Figura 24) ⁽³²⁾.

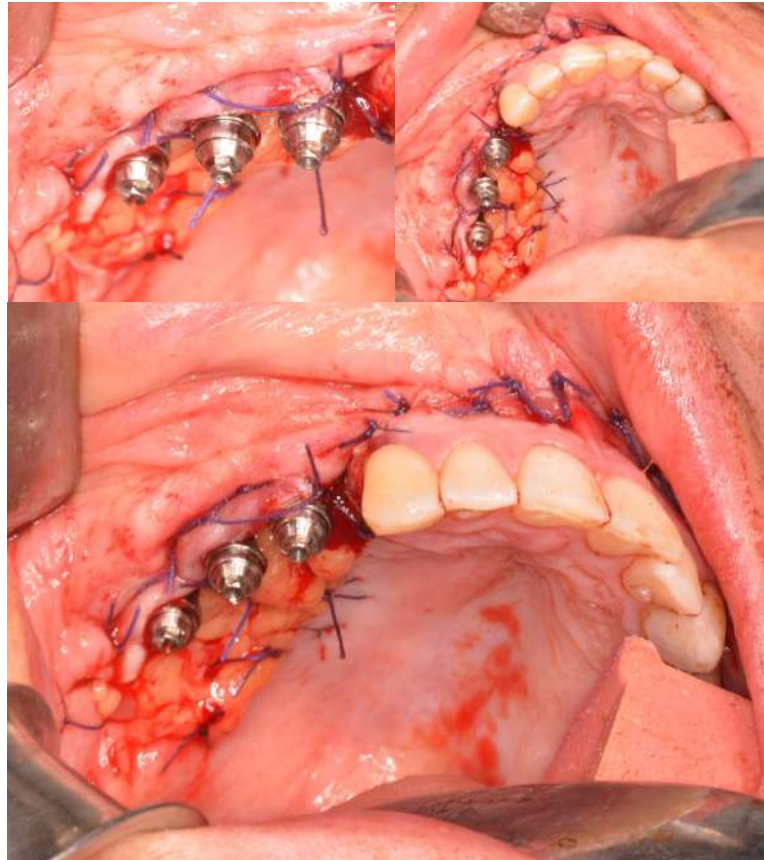


Figura 24. Colgajo de encía insertada llevada desde palatino a vestibular, rodeando los muñones Multi-Unit atornillados al IP maxilar parcial derecho ya instalado. Cierre de zona cruenta palatina con bola de Bichat. Tomado de caso del Dr. José Crestanello Nese. Uruguay.

7 - DISCUSIÓN

La reconstrucción quirúrgica con injertos y prótesis son dos enfoques posibles para el tratamiento secuelar del COCM. Las intervenciones en este campo son complejas y requieren una precisión decisiva. Las soluciones con injertos para estos casos requieren procedimientos con varias etapas que alargan el tratamiento y con resultados no siempre predecibles, como lo demuestran los porcentajes de éxito de la literatura relacionada.

Para rehabilitar la ausencia de maxilar o su severa atrofia con prótesis fija implanto asistida se requieren complejos procedimientos de injertos óseos para crear el adecuado volumen óseo para la posterior instalación de los implantes. Se han desarrollado diferentes técnicas en este sentido como la elevación del piso del seno maxilar, injerto de hueso autólogo triturado con una malla de titanio, fijación de un autoinjerto con el mismo implante en un solo acto quirúrgico, injertos de hueso autólogo en combinación con osteotomía tipo Le Fort 1, injertos libres de cresta ilíaca e injertos pediculados de peroné ^(34, 35, 37).

Estas técnicas, aunque posibilitan la rehabilitación del COCM, son complejas, invasivas y necesitan una zona donante intraoral o extraoral según la magnitud de la pérdida ósea, aumentando los tiempos, un post operatorio con morbilidad importante, sabiendo también que muchos de estos pacientes son secuelados de intentos fallidos de injertos óseos previos y por supuesto que son técnicas que aumentan los costos del tratamiento ⁽³⁶⁾.

Los implantes cigomáticos son una técnica válida para estos pacientes ya que se aprovecha la consistencia del hueso malar para fijar con un anclaje consistente y predecible sin necesidad de tiempos extra de espera por injertos óseos y procedimientos complementarios, pero requieren de mucho entrenamiento quirúrgico y protético su instalación, mejorando y facilitando la técnica con la utilización de guías quirúrgicas ⁽³⁶⁾.

Si la rehabilitación del COCM incluye zona de piso de órbita, las mallas de titanio prefabricadas son de gran utilidad, pero presentan el inconveniente de tener tamaños y contornos que no se ajustan correctamente al defecto de cada caso, dificultad en su colocación y posibilidad de lesión de estructuras adyacentes como el nervio óptico ^(40, 41).

Para la rehabilitación del paciente secuelado del COCM con IP se debe realizar un exhaustivo exámen semiológico, tener claro la zona y funciones perdidas o disminuidas involucradas para saber diseñar digitalmente y seleccionar el biomaterial mas específico para cada zona ^(16, 19, 20).

8 - CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron las características para la rehabilitación secuelar del COCM. Como por ejemplo sus indicaciones, contraindicaciones, técnicas quirúrgicas, ejemplos de casos clínicos y especificaciones de biomateriales de construcción para cada área. El uso de las tecnologías actuales en la planificación quirúrgica guiada por computadora y fabricación aditiva, producen IP de ajuste pasivo para las necesidades específicas del paciente, siendo una alternativa para estas reconstrucciones.

En este sentido, tras la introducción de recursos de imagen como la TC, se desarrollaron nuevas y formidables alternativas a los métodos de tratamiento convencionales. El diagnóstico y la planificación ahora se pueden realizar en un entorno virtual tridimensional y la creación rápida de prototipos ha surgido como un método revolucionario para producir IP ^(31, 38, 39).

Los IP se indican en titanio para todos los casos, específicamente cuando van a soportar cargas oclusales por las fuerzas de la masticación y por las adhesiones epiteliales de los muñones transgingivales. Los IP fabricados en PEEK son excelentes por su bajo peso y capacidad de comportarse sin deformación ni fracturas a espesores mínimos, siendo indicados cuando alguna zona del piso de órbita del COCM se ve afectada. Los IP en PMMA, solo pueden fabricarse de manera sustractiva, siendo indicados para secuelas malares, zona anterior maxilar y reborde inferior orbitario ^(16, 19, 20).

De todo este análisis se puede concluir que los IP son una muy buena alternativa terapéutica para tratar pacientes secuelados del COCM. No solamente por el menor tiempo de tratamiento, mejor precisión de la reconstrucción, sino también porque éste implica una disminución de costos para el paciente. Los resultados estéticos obtenidos son comparativamente mejor a los logrados con las técnicas convencionales antes mencionadas. Los resultados funcionales como la movilidad ocular y la función masticatoria también mejoran rápidamente.

9 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **García Lozada V.** Implantes personalizados subperiósticos hechos a medida mediante CAD/CAM e impresión 3D en aplicación de la rehabilitación de atrofas maxilares. *El dentista moderno. Dentist 4.0.* 2021. 56-57.
2. **Barmaimon E.** Historia, patología, clínica y terapéutica. *Ciencias cognitivas. 1ª Edición Virtual.* Montevideo, Uruguay. 2016. 694-695 <https://bvs.smu.org.uy/servicios/ToC/LHPCTCCTomolll.pdf>
3. **Salazar Gamarra R, Seelaus R, da Silva JV, da Silva AM, Dib LL.** Monoscopic photogrammetry to obtain 3D models by a mobile device: a method for making facial prostheses. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016. 45(1):33.
4. **Bai SZ, Feng ZH, Gao R, Dong Y, Bi YP, Wu GF, Chen X.** Development and application of a rapid rehabilitation system for reconstruction of maxillofacial soft-tissue defects related to war and traumatic injuries. *Mil Med Res.* 2014. 1-11.
5. **Crestanello Nese JP, Fernandez Luzardo C, Robano Navata A, Soto Birriel T.** Semiologia clinica de las fracturas del complejo orbito cigomatico maxilar. *Revista del Hospital Maciel.* 2000. 5(1):13-20.
6. **Mommaerts M, Büttner M, Vercruyse Jr H, Wauters L, Beerens M.** Orbital wall re- construction with two-piece puzzle 3d printed implants: technical note *Craniomaxillofac Trauma. Reconstr.* 2016. 9:55-61.
7. **Abreu Silva J.** Desenvolvimento de implantes dentários customizados por selective laser melting. *Dissertação de mestrado apresentada à faculdade de engenharia da universidade do porto em engenharia metalurgica e de materiais.* 2018. 16-29.
8. **Spaho N, Hasdeu S, Kitroser M, Ferrara P, Langhi L, Gonzalvo A, Rabadán A.** Craneoplastias. Presentación de una serie de casos. *Servicio de Neurocirugía, Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Rev. Argent. Neuroc.* 2005. 19:185-188.
9. **Nachón García MG, Hernández Parra TG, Sánchez Juárez MA, Vázquez Gómez C, Robledo Polo MT, Robledo Polo I.** Prótesis máxilofacial: alternativa terapéutica para la recuperación integral del paciente con cáncer bucal. *Instituto de Ciencias de la Salud, Hospital Escuela de la U.V.2. Alumnos de la Carrera Técnico Protesico Dental de la Fac. de Odonotología Xalapa. Revista Médica de la Universidad Veracruzana.* 2006. 6(1): 20-27.

10. **Soler R, Fumero M, de Lima J, Cabrera C, Robano A.** Descentralización de la atención de Prótesis Buco Maxilo Facial en el Uruguay. *Odontoestomatología*. Montevideo, Uruguay. 2013. 15(21): 59-67.
11. **Baca González L, Gao B, Rodríguez Gálvez R, López Quiles J.** Implantes Subperiósticos: Estado Actual y Revisión Bibliográfica. Universidad Complutense de Madrid. *Psychologia Latina*. 2018. 27-29.
12. **Díaz Aguirre CM, Mayo García R.** Craneoplastia con implante de titanio individualizado mediante tecnología CAD/CAM. *Implantología Actual*. Asociación Mexicana de Implantología Bucal. 2016. 12(24):4-7.
13. **Karatas MO, Cifter ED, Ozenen DO, Balik A, Tuncer EB.** Manufacturing implant supported auricular prostheses by rapid prototyping techniques. *Eur J Dent*. 2011. 5(4):472-477.
14. **Goiato MC, Santos MR, Pesqueira AA, Moreno A, dos Santos DM, Haddad MF.** Prototyping for surgical and prosthetic treatment. *J Craniofac Surg*. 2011. 22(3):914-917.
15. **Oh J.** Recent advances in the reconstruction of cranio-maxillofacial defects using computer-aided design/computer-aided manufacturing, *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*. 2018. 40(2):1-7.
16. **Peñón Vivas PA, Casanova Díaz CP, Guerra Cobián O.** El polimetilmetacrilato en la reconstrucción craneofacial. *Rev Cubana Estomatol*. 2011. 48(2):136-146.
17. **Fernandes da Silva AL, Meireles Borba A, Rodrigues Simão N, Miranda FL, Borges AH, Miloro M.** Customized Polymethyl Methacrylate Implants for the Reconstruction of Craniofacial Osseous Defects. Hindawi Publishing Corporation. *Case Reports in Surgery*. 2014. 1-8.
18. **Crestanello J, Arismendi C, Spagnuolo E, Villar A.** Manejo de las deformaciones craneales secuelas. Craneoplastia con implantes individualizados a partir de modelos esteriolitograficos. *Actas Odontológicas*. 2014. 6(2):43-52.
19. **Chepurnyi Y, Chernogorskyi D, Kopchak A, Petrenko O.** Clinical efficacy of peek patient-specific implants in orbital reconstruction. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2020. 10:49-53.
20. **Mounir M, Atef M, Abou-Elfetouh A, Hakam M.** Titanium and polyether ether ketone (PEEK) patient-specific sub-periosteal implants: two novel approaches for rehabilitation of the severely atrophic anterior maxillary ridge, *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018. 47(5):658-664.

21. **Linkow L I, Giauque F, Ghalili R, Ghalili M.** Levels of osseointegration of blade-/plate-form implants. *J Oral Implantology*. 1995. 21(1):23-34.
22. **Nachón García M, Hernández Parra T, Sánchez Juárez M, Vázquez Gómez C, Robledo Polo M, Robledo Polo I.** Prótesis máxilofacial: alternativa terapéutica para la recuperación integral del paciente con cáncer bucal. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*. 2006. 6(1):20-27.
23. **Mathog RN.** Atlas of craneofacial trauma. USA. 1992. 257-282.
24. **Mehta N, Butala P, Bernstein M.** The imaging of maxillofacial trauma and its pertinence to surgical intervention. *Radiol Clin North Am*. 2012. 50(1):43-57.
25. **Chamorro Pons M, Arias Gallo J, Margarit Pérez L, Demaría Martínez G, Ciudad Vicario A.** Implantes subperiósticos personalizados para la rehabilitación completa del maxilar superior atrófico. Revisión de una serie clínica de 8 casos. *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac*. 2021. 43(4):140-148
26. **Lopera Valle JS.** Perlas Clínicas: Aspectos básicos para la lectura de una tomografía computarizada de cráneo. Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Página web de la Universidad. <https://extension.medicinaudea.co/index.php/programas/item/523-aspectos-basicos-para-la-lectura-de-una-tomografia-computarizada-de-craneo>
27. **Bidaguren Urbieto A, Barbier Herrero L.** Traumatología Maxilofacial, Fracturas orbitomales, Cirugía Oral y Maxilofacial, Editorial Médica Panamericana. 2012. 21(4):237-250.
28. **Day KM, Phillips PM, Sargent LA.** Correction of a Posttraumatic Orbital Deformity Using Three-Dimensional Modeling, Virtual Surgical Planning with Computer-Assisted Design, and Three-Dimensional Printing of Custom Implants Craniomaxillofac Trauma Reconstruction. Department of Plastic Surgery, University of Tennessee at Chattanooga, Chattanooga, Tennessee, 2018. 11(1):78-82.
29. **Ellis III E, Zide MF.** Abordajes quirúrgicos del macizo facial. Philadelphia. USA. Michael Amolca. 2012. 111-137.
30. **López López AM.** Reconstrucción del maxilar superior. Algoritmo reconstructivo. Memoria para optar al grado de doctor. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina. Departamento de Cirugía. Madrid. 2018. 47-60.
31. **Vignesh U, Mehrotra D, Anand Vaibhav D, Howlader D.** Three-dimensional reconstruction of late post traumatic orbital wall defects by customized implants using CAD-CAM, 3D stereolithographic models: A

- case report. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, King George's Medical University, Lucknow, India. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2017. 7(3):212-218.
32. **Mommaerts MY**. Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2017. 46(7):938-940.
33. **Mommaerts MY**. Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured sub-periosteal jaw implant 'AMSJI' for the maxilla. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2019. 48(1):108-114.
34. **Feng ZH, Dong Y, Bai SZ, Wu GF, Bi YP, Wang B**. Virtual transplantation in designing a facial prosthesis for extensive maxillofacial defects that cross the facial midline using computer-assisted technology. *Int J Prosthodont*. 2010. 23(6):513-520.
35. **Chim H, Wetjen N, Mardini S**. Virtual surgical planning in craniofacial surgery. *Semin Plast Surg*. 2014. 28(3):150-158.
36. **Abarno JC, Migliorisi JA, Aguerro J, Castro G, Maglione F, Manduca A, Narvaja A**. Implantes zigomáticos: un procedimiento alternativo en la rehabilitación del maxilar superior atrofiado. *Actas Odontológicas*. 2007. 4(2):5-12.
37. **Gallegos Hernández JF, Martínez Miramón A**. Trasplante de peroné para reconstrucción mandibular en pacientes sometidos a mandibulectomía por tumores óseos y de la cavidad bucal. Experiencia de 10 años. Departamento de Tumores de Cabeza y Cuello. Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva, Hospital de Oncología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, México DF, México. *Gac Méd Méx*. 2008. 144(2):85-90.
38. **Goiato MC, Santos MR, Pesqueira AA, Moreno A, dos Santos DM, Haddad MF**. Prototyping for surgical and prosthetic treatment. *J Craniofac Surg*. 2011. 22(3):914-7.
39. **Hoarau R, Zweifel D, Simon C, Broome M**. The use of 3D planning in facial surgery: Preliminary observations. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale*. 2014. 115:353-360.
40. **Ward P, Eppley B, Schmelzeisen R**. Traumatismos maxilofaciales y reconstrucción estética facial. 2005. 215-237.
41. **René C**. Update on orbital anatomy. 2006. 20(10):1119-1129.
42. **Prein J**. Manual of Internal Fixation in the Cranio-Facial Skeleton. AO Maxillofacial Group. 4:95-107.