



Universidad
de Alcalá

TÍTULO DEL TRABAJO

**Rehabilitación de maxilares superiores
atróficos mediante estructuras
subperiósticas impresas en 3D.
Estudio preliminar.**

Máster Universitario en Cirugía Bucal

Presentado por: Isaías Jacquott Espinosa

Dirigido por: Dr. Andrés Restoy Lozano

Alcalá de Henares, a 25 de septiembre de 2020

A mis padres y a mi hermana, por su apoyo incondicional.
Todo es gracias a vosotros.

A Belén, por acompañarme incansablemente en este viaje de vida.
Gracias por compartir conmigo este camino.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento personal y más sincero al Dr. Restoy, tutor de este trabajo, por su confianza y, sobre todo, por contagiarme su pasión por la búsqueda de la excelencia.

Al Dr. Víctor Pizarro, por su dedicación a la cirugía oral y maxilofacial. Gracias por tu ayuda en todo momento.

A Mercedes Cuadrado, trabajadora incansable, gracias por crear una “familia”. Eres un ejemplo para seguir.

A Cristina Soria, por su inestimable ayuda y paciencia.

A Daniel Aliaga, por hacer que todo sea más fácil.

A mis compañeros del Máster de Cirugía Oral, por compartir conmigo vuestra pasión por la cirugía oral y maxilofacial. He aprendido mucho de vosotros.

RESUMEN

Introducción: Se han descrito múltiples técnicas para el tratamiento y la rehabilitación de la atrofia maxilar severa, tanto con reconstrucción del reborde alveolar previo a la fijación de implantes, como mediante fijaciones especiales sin regeneración ósea. Entre estas últimas, recientemente y gracias a la evolución tecnológica en cuanto a diseño asistido por ordenador y desarrollo de diferentes materiales, se están fabricando estructuras en titanio de diverso grado impresas en 3D para su fijación en maxilares atróficos.

En este trabajo se propone diseñar e imprimir, mediante técnicas aditivas, estructuras individualizadas en titanio con conectores protésicos, destinados a la rehabilitación de atrofias maxilares superiores extremas. La fijación a hueso se realiza con tornillos de osteosíntesis, trabajando bajo anestesia local y sedación intravenosa consciente. De este modo se reduce tanto el tiempo total de tratamiento como las comorbilidades asociadas a las técnicas convencionales.

Objetivos

- Estudiar la posibilidad de diseñar digitalmente, a partir de los archivos DICOMS exportados de un CBCT (tomografía computarizada de haz cónico), una estructura individualizada adaptada al hueso maxilar para su posterior impresión en titanio mediante tecnología 3D.
- Realizar la adaptación y fijación subperióstica de la estructura en el maxilar superior atrófico de forma precisa y segura.
- Comprobar la posibilidad de realizar la técnica quirúrgica bajo anestesia local apoyada en sedación intravenosa consciente.

Metodología: Se ha realizado un estudio clínico para el que se seleccionaron una serie de pacientes con diagnóstico de atrofia maxilar grave. Se realizó estudio clínico, radiográfico, fotográfico y prostodóncico inicial. Posteriormente, se solicita CBCT con prótesis radiográfica. Utilizando el software Mimics (Materialise®) se segmenta el maxilar superior. Con el programa 3-Matic (Materialise®) se diseña las diferentes partes de la estructura. A continuación, se imprime tanto la estructura como una bioréplica del maxilar en poliamida. Se

comprueba el ajuste y se procede a la impresión de la estructura definitiva en titanio grado V. La fijación quirúrgica al maxilar se realiza mediante tornillos de osteosíntesis bajo anestesia local con sedación intravenosa consciente.

Resultados: Hasta la fecha de presentación del presente trabajo, se han diseñado 6 estructuras para maxilar superior: 5 completas y 1 parcial. Se han intervenido 4 pacientes (2 completas están pendientes de cirugía). Las 4 estructuras colocadas fueron impresas en titanio Grado V obteniéndose correcta adaptación final al hueso. En 1 caso se hubo que rediseñar la estructura por desajuste en la adaptación al modelo estereolitográfico. La principal complicación intraoperatoria fue el control del dolor en la zona paranasal. Hubo 1 caso de reacción paradójica farmacológica que obligó a realizar la intervención con anestesia general. El tiempo operatorio medio fue de 112 minutos.

Conclusiones

Consideraciones a un estudio preliminar incompleto:

1. A partir de los archivos DICOMS extraídos de CBCT, es posible diseñar mediante software una estructura individualizada adaptada al hueso del maxilar superior. Dicha estructura puede ser impresa tridimensionalmente tanto en plástico (poliamida) como en titanio grado V.
2. Para conseguir el ajuste preciso de la estructura en el hueso es imprescindible el trabajo previo en un modelo sintético que replique fielmente la anatomía del maxilar atrófico.
3. Es posible realizar esta técnica bajo anestesia local y sedación consciente intravenosa, si bien es necesario el refuerzo anestésico tópico de la mucosa nasal.

Índice

Introducción.....	8
1. Anatomía del maxilar superior.....	8
2. Reabsorción alveolar.....	11
2.1.1.1. Etiología.....	11
2.1.1.2. Fisiología.....	11
2.1.1.3. Clasificación.....	13
2.1.1.4. Consecuencias.....	14
3. Rehabilitación maxilar atrófico con implantes.....	14
3.1.1. Implantes endoóseos.....	14
3.1.1.1. Con reconstrucción / regeneración alveolar previa o simultánea.....	14
3.1.1.1.1. Técnicas de interposición	15
3.1.1.1.2. Técnicas de aposición	15
3.1.1.1.3. Regeneración ósea guiada.....	16
3.1.1.2. Sin reconstrucción alveolar.....	16
3.1.1.2.1. I. Palatinados.....	16
3.1.1.2.2. I. Angulados	16
3.1.1.2.3. I. Zigomáticos.....	17
3.1.1.2.4. I. Cortico-basales.....	17
3.1.2. Implantes extraóseos.....	17
3.1.2.1. Implantes subperiósticos.....	17
3.1.2.2. Estructuras subperiósticas.....	18
II. Justificación.....	19
III. Objetivos.....	21
IV. Metodología.....	22
V. Resultados.....	28
VI. Discusión	30
VII. Conclusiones.....	35
VIII. Sugerencias y propuestas.....	36
XI. Bibliografía.....	37

I. Introducción

La atrofia maxilar sigue siendo en la actualidad un reto para los cirujanos orales y maxilofaciales, ya que la pérdida ósea grave impide la colocación de implantes osteointegrados en las posiciones protésicamente ideales. Debido a ello se han desarrollado diferentes procedimientos quirúrgicos: la reconstrucción o regeneración del proceso alveolar; implantes en posiciones especiales; y las estructuras subperiósticas no osteointegradas.

Gracias a los avances tanto en materiales como en técnicas de diseño asistido por ordenador, y sobre todo al desarrollo en el campo de la impresión 3D, actualmente se están estudiando y desarrollando estructuras diseñadas mediante software e impresas mediante tecnología aditiva para la rehabilitación de atrofias graves tanto maxilares como mandibulares.

1. Anatomía del maxilar superior

El maxilar superior es un hueso par situado en la zona central del macizo facial, conformando la bóveda palatina, las fosas nasales, las cavidades orbitarias, las fosas cigomáticas y las fosas pteriomaxilares. En su borde inferior se encuentran los alveolos dentarios donde se sitúan los dientes de la arcada superior.

Los senos maxilares son unas cavidades que se encuentran dentro de los huesos maxilares y forman parte de los denominados senos paranasales, siendo estos los de mayor tamaño. Se encuentran recubiertos por una membrana sinusal denominada membrana de Schneider, constituida por células que forman un epitelio pseudoestratificado de tipo respiratorio. Tras la pérdida dentaria, el seno sufre un proceso de neumatización, incrementándose el volumen.

El maxilar superior presenta unos pilares o líneas de refuerzo óseo, las cuales se encargan de transmitir y disipar las fuerzas oclusales. Estas líneas están

formadas por una condensación trabecular cuya morfología estará en relación con las fuerzas de masticación, inserciones musculares, y fisionomía humana. Las líneas o pilares de refuerzo maxilares son: los pilares cigomáticos alveolares, los pilares caninos o frontonasales, y los pilares pterigoideos.



Figura 1. Líneas de refuerzo óseo maxilares.

La unión de la apófisis piramidal del maxilar se articula con la apófisis maxilar del malar, dando lugar así a la formación de un refuerzo óseo de distribución de fuerzas hacia la apófisis cigomática-temporal (Peñarrocha Diago and Peñarrocha Oltra, 2014)

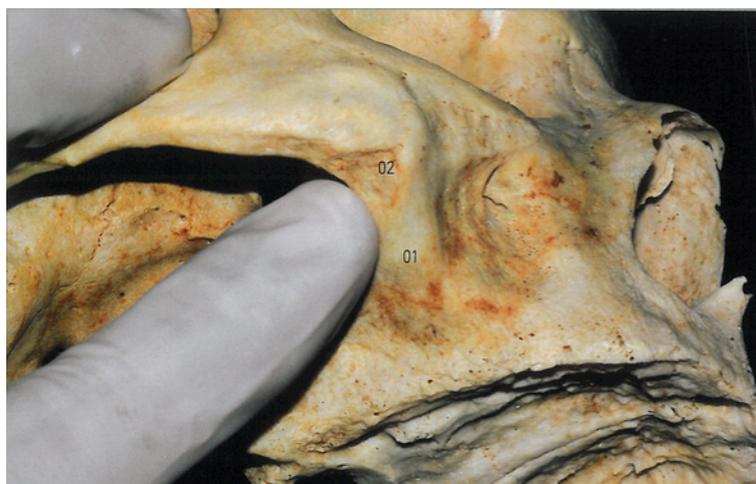


Figura 2. Pilar cigomaticoalveolar.

La irrigación del maxilar se produce a través de la arteria maxilar, rama terminal de la arteria carótida externa, la zona anterior del paladar se encuentran irrigada por la arteria nasopalatina, cuya salida se encuentra en el foramen incisivo. La zona posterior y media del paladar duro se encuentra irrigada por la arteria palatina que emerge a través del foramen palatino mayor.

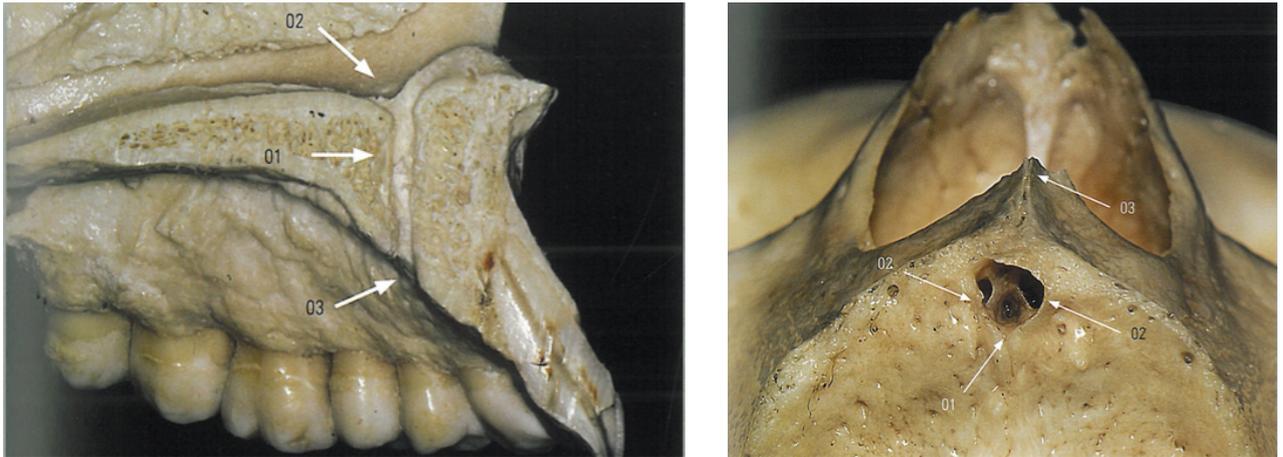


Figura 3. Recorrido de la arteria maxilar.

La inervación del maxilar superior se produce a través de dos ramas nerviosas que se desprenden del nervio trigémino, V par craneal, el nervio oftálmico exclusivamente sensitivo, recoge los estímulos originados en las estructuras orbitarias, sinusales, nasales y frontonasales. Por otra parte, la inervación del paladar viene dada por los nervios palatinos: nervio palatino posterior, nervio palatino medio, nervio palatino anterior y nervio nasopalatino. Mientras que la mucosa vestibular estará inervada por los nervios alveolares superiores. El nervio infraorbitario, rama terminal del nervio maxilar, es el encargado de inervar las partes blandas de la región anterior de la cara. (Gay Escoda and Berini Aytés, 2015)

2. Reabsorción Proceso Alveolar

Se define el proceso alveolar como la parte del maxilar y de la mandíbula que rodea y soporta los dientes (Jonasson, Skoglund and Rythén, 2018).

El hueso alveolar forma parte del periodonto que comprende la encía, el ligamento periodontal, el cemento radicular y el hueso alveolar. El ligamento periodontal rodea las raíces y une el cemento de la raíz con la lámina dura y el hueso alveolar mediante fibras periodontales; es responsable de la movilidad de los dientes y distribuye y reabsorbe las fuerzas creadas por la función masticatoria (Jonasson, Skoglund and Rythén, 2018).

2.1.1.1 Etiología

La exodoncia es el principal factor de reabsorción ósea, tras la salida del órgano dentario de su alveolo se produce un proceso de atrofia del proceso alveolar, debido a la reducción de la estimulación y la falta de tensión de tracción; dando lugar a la reducción del volumen óseo de la cresta alveolar y un colapso de los tejidos blandos. Siendo este proceso progresivo e irreversible (Gerken et al., 2020).

Existen diferentes patologías en las que la extracción dental es el tratamiento de elección: enfermedad periodontal avanzada, traumatismos dentarios, caries extensa, etc.

2.1.1.2 Fisiología

Son varios los estudios que analizan el proceso que se produce en el hueso alveolar tras la exodoncia dentaria, Amler (1969) describe 5 estadios:

Estadio 1: Hemostasia, formación del coágulo sanguíneo

Estadio 2: A partir del 4º y 5º día, se produce un reemplazo del coágulo por tejido de granulación y se produce el inicio de la angiogénesis.

Estadio 3: Durante la segunda semana se reemplaza el tejido de granulación por tejido conectivo, además, se produce el recubrimiento epitelial completo.

Estadio 4: Inicio de la calcificación del tejido osteoide. A las 6 semanas, relleno trabecular casi completo del alveolo, máxima actividad osteoblástica.

Estadio 5: Tras 4 o 5 semanas hay epitelización completa del alveolo. Relleno óseo completo entre la 5ª y 10ª semana. A las 16 semanas se completa el relleno óseo.

Chen y colaboradores (2004) identifican y describen los cambios tanto internos como externos que se producen en el alveolo postextracción: en los cambios externos se produce reabsorción horizontal del alveolo entre 5 y 7 mm desde los primeros seis meses hasta el primer año, llegando a perder hasta el 50 % del volumen. En los cambios internos, hay reducción de 3-4 mm, lo que es lo mismo, se produce una pérdida de hasta el 50 % de la altura inicial en los primeros seis meses.

El origen multifactorial de la reabsorción ósea hace muy complejo su estudio debido a que intervienen multitud de factores que se relacionan estrechamente: anatómicos, biológicos, psicosociales, metabólicos, funcionales, y protésicos. Siendo este proceso continuo e irreversible (Ramalingam et al., 2020).

2.1.1.4 Consecuencias de la atrofia maxilar

El edentulismo total y la posterior reabsorción grave de las apófisis alveolares conducen al paciente a una situación de discapacidad física y funcional, ya que se ven alteradas funciones esenciales como la fonación y la masticación (Lee and Saponaro, 2019). Se pueden producir, además, trastornos digestivos, cambios en la estética facial, alteraciones psicológicas, aislamiento social, patología de la mucosa oral, estomatitis protésica, infecciones recurrentes (Velazquez et al., 2017).

Se ha demostrado, incluso relación del edentulismo con diferentes enfermedades: malnutrición, obesidad, enfermedad cardiovascular, diabetes, artritis reumatoide, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, infecciones respiratorias y cáncer (Felton, 2015).

Todo esto conlleva la disminución de la calidad de vida del paciente, surgiendo así la necesidad de restablecer el equilibrio tanto funcional como estético mediante la realización de tratamientos a través de prótesis fijas, ya que el tratamiento mediante prótesis removible produce mayor aumento de la reabsorción alveolar (Tallgren, 2003; Vanegas-Avecillas, Villavicencio-Caparó, Alvarado Jiménez and Ordóñez Plaza, 2017).

3. Rehabilitación del maxilar atrófico con implantes

3.1.1 Implantes Endoóseos

El éxito de la rehabilitación dentaria mediante implantes osteointegrados requiere de unas determinadas cualidades del hueso receptor de esas fijaciones. Para que pueda llevarse a cabo el fundamental proceso de osteintegración, se necesita tanto cantidad suficiente, como calidad estructural del mismo.

Además de la reabsorción, en el maxilar superior se encuentran dos estructuras anatómicas que disminuyen la disponibilidad ósea para la colocación de los implantes osteointegrados en posiciones tridimensionalmente ideales desde el

punto de vista prostodónticos. Una de estas estructuras son los senos maxilares, que sufren un proceso de hiperneumatización en ausencia de las raíces de premolares y molares superiores. Otras de estas estructuras a nivel anterior maxilar son las fosas nasales.

3.1.1.1 Con reconstrucción / regeneración alveolar previa o simultánea

3.1.1.1.1 Técnicas de interposición

Schettler (1976) describe por primera vez la técnica de injerto óseo interpuesto, denominándola técnica de “sándwich”. Esta técnica utiliza un bloque óseo combinado con la interposición de biomaterial o hueso autólogo particulado. Sailer desarrolla una alternativa para la rehabilitación de maxilares atróficos y con gran discrepancia en el plano sagital, mediante la realización de una osteotomía Lefort I con avance maxilar, elevación de la membrana sinusal y posterior inserción de injertos óseos autólogos de cresta iliaca (Sailer, 1989; Elangovan, 2020).

A su vez, otros autores realizan la elevación de la mucosa nasal para aprovechar el hueso remanente del suelo nasal y poder colocar así los anclajes protésicos (Camargo et al., 2015).

3.1.1.1.2 Técnicas de aposición

Ya sea para recuperar tanto la anchura como la altura, se describen diferentes técnicas quirúrgicas donde el injerto se coloca encima del defecto, con un contacto íntimo con el hueso basal, inmovilizándose mediante tornillos y placas. El sitio donante de elección para pequeños defectos es intraoral, mientras que cuando se producen grandes pérdidas del volumen óseo es necesario recurrir a una zona donante extraoral, principalmente cresta iliaca externa (Keestra et al., 2016).

3.1.1.1.3 Regeneración ósea guiada

Mediante la regeneración ósea guiada se pretende conseguir la restitución “ad integrum” de defectos óseos. Se fundamenta en el principio de compartimentación: mediante la utilización de membranas que actúan como barrera, se excluyen células provenientes del epitelio gingival y del tejido conectivo, ya que estas poseen unas capacidades regenerativas más rápidas que el tejido óseo (Suárez, 2012). Para conseguir este objetivo se utilizan tanto membranas reabsorbibles como no reabsorbibles, en combinación con hueso autógeno particulado o sustitutos óseos (Chiapasco & Casentini, 2018).

3.1.1.2 Sin reconstrucción / regeneración alveolar

3.1.2.1 Implantes Palatinizados

La reabsorción del maxilar superior se produce de forma centrípeta y vertical, siendo la reabsorción de la cortical ósea palatina más lenta que la de la cortical vestibular. Esto hace que la colocación de los implantes osteointegrados en localizaciones más palatinizadas permita un mejor aprovechamiento del volumen óseo disponible (Peñarrocha-Oltra et al., 2013).

3.1.2.2 Implantes Angulados

Aparicio define como implantes angulados aquellos que exceden los 15° con respecto al plano oclusal (Aparicio et al., 2001). Sin embargo, se han publicado estudios en los que las angulaciones varían entre 15° y 45° (Chrcanovic et al., 2015). Mediante esta técnica se busca conseguir un mayor anclaje cortical evitando estructuras nobles y la utilización de injertos.

3.1.2.3 Implantes Zigomáticos

Son implantes de longitudes comprendidas entre 35 y 55mm, anclados al hueso malar, tras realizar un recorrido intra o extrasinusual ascendente desde la posición del segundo premolar. Se describen técnicas que combinan dos implantes en

posiciones anteriores maxilares o cuatro implantes, dos anteriores y dos posteriores (Rosenstein & Dym, 2020).

Actualmente se considera una alternativa para la rehabilitación tanto de las atrofas maxilares completas como parciales.

3.1.2.4 Implantes Corticobasales

Los implantes corticobasales se definen como implantes monobloque que se anclan en el hueso basal o cortical con la intención de utilizarlos en un protocolo de carga inmediata. Se basan en un concepto de ósteo-fijación, similar al utilizado en traumatología facial (Ihde, 2019).

3.1.2 Implantes extraóseos

3.1.2.1 Implantes Subperiósticos

Los implantes subperiósticos consisten en una estructura o malla fabricada a medida y situada bajo el perióstio, apoyados directamente sobre el hueso cortical y estabilizados mucoperiosticamente. La conexión con la prótesis se realiza mediante unos postes transmucosos. Estos implantes se basan en el concepto de fibrointegración: interposición del tejido fibroso formado por fibras colágenas entre el implante y el hueso (Linkow et al., 1998).

Esta técnica es muy antigua. Ya en 1932, un autor nórdico, Gustav Dahl, diseña el primer implante subperióstico para mandíbula atrófica. La intervención finalmente no se lleva a cabo debido a la falta de autorización por parte del gobierno sueco que la consideraba de alto riesgo, ya que antes no se habían implantado nunca estructuras no biológicas en comunicación abierta con la cavidad oral (Moore & Hansen, 2004).

Este tipo de implantes han sido descritos ampliamente en la literatura para el tratamiento de las atrofas mandibulares, siendo muy escasas las referencias para el tratamiento de las atrofas maxilares.

El implante subperióstico se coloca en dos tiempos quirúrgicos. En una primera intervención, se expone el hueso y se toma una impresión directa al mismo. Posteriormente se realiza un modelo en escayola sobre el que se fabrica manualmente el implante mediante técnicas de colado de metal. En una segunda intervención, se procede a la colocación de la estructura apoyada directamente en el hueso.

3.1.2.2 Estructuras subperiósticas

Se definen como estructuras individualizadas diseñadas digitalmente a partir de las imágenes médicas extraídas de un TAC (tomografía axial computarizada). Estos archivos son procesados en un software de diseño, donde se realiza el proyectado de la estructura, para posteriormente ser impresa mediante técnicas aditivas, principalmente en titanio (Mommaerts, 2017; 2019).

La fijación ósea de las estructuras se realiza mediante tornillos de osteosíntesis. Actualmente se utilizan tanto para el tratamiento de atrofas completas como parciales, ya sea en mandíbula o maxilar superior.

II. Justificación

Se estima que el porcentaje de la población en España, entre 65 y 74 años que es portadora de prótesis completa superior debido a edentulismo total es del 14,6 % (Bravo et al., 2016).

A nivel europeo, la prevalencia del edentulismo afecta a un porcentaje de individuos comprendido entre el 15% y el 72%, de la población en el rango de edad antes indicado. En Estados Unidos la situación es parecida. En un estudio reciente se estimó que la población edéntula sería de al menos 37 millones de personas en 2020 (Felton, 2015).

Los pacientes edéntulos sufren una serie de alteraciones tanto funcionales como estéticas, produciendo una disminución en su calidad de vida, haciendo necesaria su rehabilitación protésica (Velazquez et al., 2017).

El tratamiento actual de las atrofiyas severas maxilares superiores, ya sea mediante técnicas reconstructivas o con implantes especiales, ha demostrado tasas de éxito variable a largo plazo (Cansiz et al., 2020; Maiorana et al., 2019). Esta baja predictibilidad junto con la alta incidencia de complicaciones ha estimulado el desarrollo de nuevas técnicas (Mommaerts 2017; Cerea y Dolcini 2019)

La capacidad actual del diseño digital, sumado al desarrollo de las técnicas aditivas, permiten tanto la impresión como el desarrollo de estructuras individualizadas en titanio. Para la rehabilitación de maxilares atróficos. Este material unas características óptimas tanto biomecánicas como en biocompatibilidad (Kim et al., 2020).

La rehabilitación de maxilares atróficos mediante este tipo de estructuras sin necesidad de regeneración o reconstrucción ósea conlleva importantes ventajas

- Eliminación de zona donante al no requerir injerto óseo, con la consecuente disminución de morbilidad
- Realización ambulatoria
- Disminución del tiempo quirúrgico
- Disminución del tiempo necesario para la carga protésica
- Posibilidad de uso prótesis provisional
- Posibilidad de carga inmediata
- Disminución del número de consultas presenciales del paciente
- Posibilidad de tratamiento de pacientes médicamente comprometidos
- Posibilidad de tratamiento de pacientes con patología sinusal
- Tratamiento de pacientes irradiados
- Posibilidad de tratamiento en grandes defectos maxilares (maxillectomias)

III. Objetivos

- Estudiar la posibilidad de diseñar digitalmente, a partir de los archivos DICOMS exportados de un CBCT (tomografía computarizada de haz cónico), una estructura individualizada adaptada al hueso maxilar para su posterior impresión en titanio mediante tecnología 3D.
- Realizar la adaptación y fijación subperióstica de la estructura en maxilar superior atróficos de forma precisa y segura.
- Comprobar la posibilidad de realizar la técnica quirúrgica bajo anestesia local apoyada en sedación intravenosa consciente.

IV. Metodología

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica desde 1930 hasta la actualidad, usando las bases de datos Scincdirect, Google Académico, Pubmed, Medline y Scielo. Se emplearon las siguiente palabras clave: “atrofia”, “maxilar “, “edentulismo”, “implantes basales”, “zygomatic implant”, “bone graft”, “bone regeneration”, “3D printer”, “individualize implant”, “bone augmentation”, “edentulous” , “subperiosteal”, “patient specific implant”, “customise dental implants”, “advanced bone reabsorption” combinándolas con el operador booleando “AND”.

Se ha realizado un estudio clínico para el que se seleccionaron una serie de pacientes con atrofia maxilar grave tratados mediante estructuras subperiósticas.

Los criterios de inclusión para el estudio clínico fueron los siguientes:

- Clasificación ASA I – II
- Hábito tabáquico no activo
- Adecuada calidad de tejidos blandos
- Espacio protésico suficiente
- Expectativas realistas del tratamiento
- Rechazo a otras posibles alternativas del tratamiento
- Compromiso de cumplimiento de las citas de revisión
- Atrofia maxilar estable (Reabsorción completa del proceso alveolar)

Se consideraron criterios de exclusión aquellos pacientes que presentaran hábitos tóxicos o cualquier otra enfermedad general que contraindicara el tratamiento quirúrgico.

Todos los pacientes fueron debidamente informados de las diferentes etapas del proceso, además de instruirles en las técnicas de cuidado postoperatorio y el calendario de citas de las revisiones posteriores.

Los pacientes fueron tratados entre septiembre de 2019 y julio de 2020 en el Máster de Cirugía Bucal de la Universidad de Alcalá de Henares.

Para la realización de este trabajo se dividió el proceso en cuatro etapas:

1. Etapa preoperatoria
2. Etapa diseño
3. Etapa impresión y análisis
4. Etapa quirúrgica

1. El protocolo preoperatorio incluye:

- Estudio clínico
- Estudio radiográfico (radiografía panorámica – CBCT)
- Estudio fotográfico
- Estudio prostodóntico

1. Etapa preoperatoria

Se procedió a la realización de fotografías intra y extraorales a todos los pacientes.

Se realizó una radiografía panorámica y una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para la confirmación de la reabsorción completa del proceso alveolar. Se consideraron las posibles alternativas de tratamiento, y se procedió a incluir la atrofia dentro de la clasificación de Cadwood y Howell. Se descartaron otro tipo de patologías tanto óseas como articulares.

Mediante la realización de una prótesis completa preoperatoria se evaluaron los factores estéticos, fonéticos y funcionales, además de la discrepancia en sentido anteroposterior entre ambos maxilares. Se realizó un duplicado de la prótesis completa en resina transparente, a la cual se introdujeron seis cilindros radiopacos en las posiciones protésicamente ideales para la salida de los pilares conectores de la estructura, creando así una férula radiológica.

Hasta la fecha de presentación de este trabajo preliminar se han seleccionado seis casos. En cinco de ellos se ha realizado el diseño de la estructura y cuatro de ellos han sido ya intervenidos, de los que dos son hombres y dos son mujeres. Tres de los pacientes han recibido estructura completa maxilar y uno de ellos estructura parcial.

2. Etapa de Diseño

Tras realizar un nuevo CBCT con la férula radiológica colocada en la boca del paciente, se extrajeron los archivos DICOMS y se procedió a la segmentación del maxilar superior. Este proceso se realizó mediante el software *Mimics (Materialise®)*. La información obtenida fue exportada al software 3 – *Matic (Materialise®)*, en el cual se procedió al diseño de las diferentes partes de la estructura.

En la primera etapa del diseño, se seleccionaron las localizaciones anatómicas con mayor densidad ósea, influyendo esto en la selección de la longitud de los tornillos de osteosíntesis.

Posteriormente se posicionaron los cilindros que contienen las conexiones para la prótesis. Estos se situaron perpendicularmente a la cresta alveolar, ligeramente palatinizados y a una distancia equidistante en ambos cuadrantes maxilares.

Finalmente se procedió a la interconexión de todos los elementos estructurales mediante una malla de 0.8 mm de perfil.

Se proyectaron dos tipos de estructuras: completas y parciales.

Las estructuras completas son diseñadas para el tratamiento de la atrofia grave del maxilar superior en pacientes totalmente edéntulos. Constan de apoyos óseos tanto en palatino como en vestibular. A nivel vestibular un doble brazo apoya en arbotante piriforme y maxilo-malar respectivamente de forma bilateral.

Se realiza una pequeña segmentación de la estructura en uno del brazo maxilomalares para facilitar la inserción intraoperatoria (Figura 6). Se colocan un total de doce fijaciones a nivel vestibular. La estructura final consta de dieciséis fijaciones.

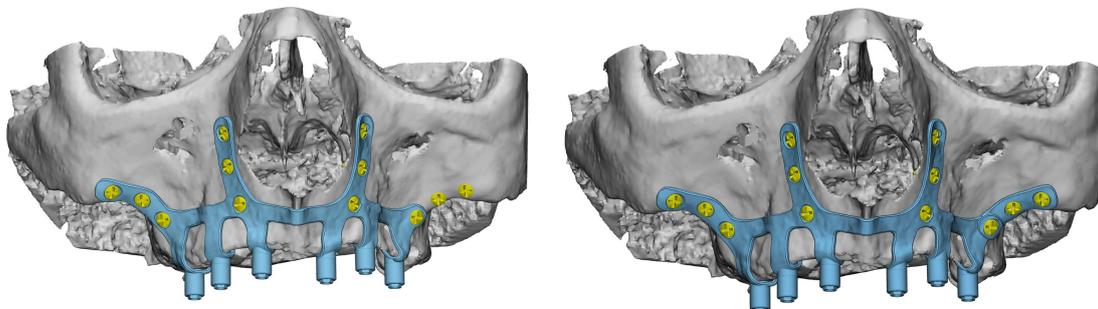


Figura 6. Visión frontal del diseño estructura completa

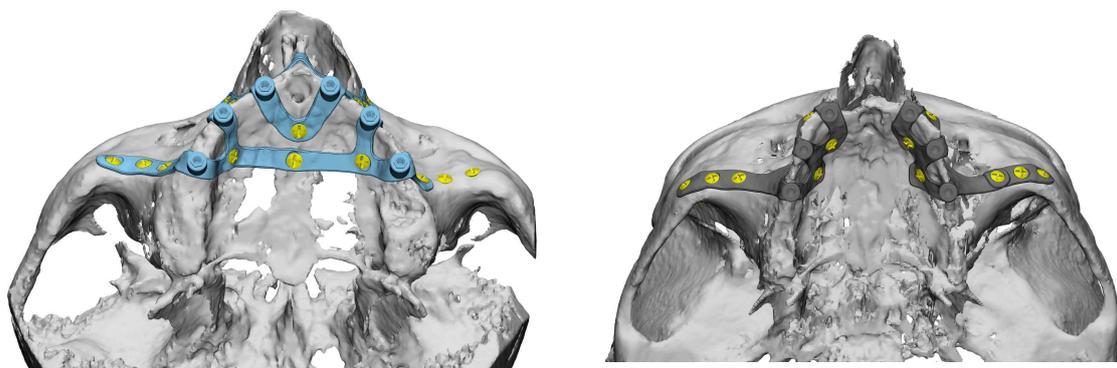


Figura 7. Visión palatina del diseño estructura completa

Etapa 3. Impresión

Una vez completada la etapa de diseño se imprimió tridimensionalmente una bioréplica del maxilar del paciente y una réplica de la estructura en poliamida.

En este paso se comprobó:

- Correcta adaptación de la estructura a la anatomía ósea maxilar

- Posición y angulación de los cilindros conectores
- Localización de las fijaciones de la estructura

Finalmente se realizó la impresión de la estructura definitiva mediante un proceso de sinterizado DMSL (*Direct Metal Laser Sintering*) en titanio Grado V (Ti6Al4V) mediante la impresora M290 (EOS ®).

Se analizó nuevamente el ajuste de la estructura de titanio junto con la bioréplica del maxilar superior, así como del correcto pulido y terminación de la estructura.

Posteriormente se procedió a la esterilización mediante autoclave de ambas estructuras.

Etapa 4. Intervención quirúrgica

Se administró una dosis profiláctica de 1gr. de amoxicilina más 125 mg. de ácido clavulánico dos horas antes de la intervención.

La fase quirúrgica se inició con infiltración del maxilar superior con anestésico local (hidrocloruro de articaína 40 mg con epinefrina 0,01mg – Ultracain Normon®). Se realizó la anestesia del nervio infraorbitario, nervio nasopalatino, y nervio palatino anterior, en los casos de estructuras totales, mientras que para la estructura parcial se procedió infiltrando el anestésico local a fondo de vestíbulo de la zona edéntula, además del bloqueo nervioso de los nervios palatinos mayores y menores. Se utilizó sedación consciente intravenosa como apoyo a la anestesia local monitorizada por un médico especialista en anestesia y reanimación.

Posteriormente, se efectuó una incisión supracrestal a espesor total con una hoja de bisturí número 15, seguido de un despegamiento mucoperóstico. Una vez completada la separación de los tejidos blandos, se analizaron tanto la vía de inserción como el correcto ajuste de las estructuras y el acceso de las fijaciones mediante la réplica de la estructura en poliamida. Seguidamente, se realizó la inserción y asentamiento de las estructuras definitivas.

Tras el posicionamiento de la estructura en el maxilar, se realizaron las perforaciones óseas para la inserción de los tornillos de osteosíntesis mediante una fresa de 1,6 mm de diámetro, con pieza de mano angulada, a una velocidad de 40.000 rpm y abundante irrigación. Las fijaciones se colocaron siguiendo el orden preestablecido en la fase de planificación con un torque controlado de 40 Nw/cm.

El cierre se realizó a espesor total con sutura no reabsorbible monofilamento de 5 0.

Se pautó tratamiento antibiótico: amoxicilina/clavulánico 500/ 125 mg durante 7 días con una pauta cada 8 horas, además de un AINE durante 5 días, recomendándose dieta blanda y fría.

Se programaron citas de revisión a las 24 horas y a los 7 días se retirándose las suturas a los 14 días. A las tres semanas se confirma correcta cicatrización de los tejidos blandos y se deriva al paciente al prostodoncista para realización de la prótesis definitiva.

V. Resultados

Hasta la fecha de presentación del presente trabajo, se han diseñado 6 estructuras para maxilar superior: 5 completas y 1 parcial. Se han intervenido 4 pacientes (2 completas están pendientes de cirugía). Las 4 estructuras colocadas fueron impresas en titanio Grado V obteniéndose correcta adaptación final al hueso.

Los diseños vestibulares fueron similares en las seis estructuras completas, sin embargo, se realizaron dos diseños a nivel palatino: una de las estructuras se diseñó mediante una barra transpalatina y un arco en la zona anterior maxilar. Mientras que dos de las estructuras se diseñaron mediante dos arcos en cada hemimaxila situados en los rebordes alveolares residuales, con dos fijaciones en cada arco; evitando así un mayor despegamiento de la mucosa palatina.

La estructura parcial se diseñó para el tratamiento de una atrofia sectorial del maxilar superior; consta de un brazo con apoyo óseo en el arbotante maxilomalar con tres fijaciones, un brazo por vestibular con dos fijaciones que se une tanto en mesial como en distal, junto con un brazo palatino que consta de dos fijaciones (Figura 8).

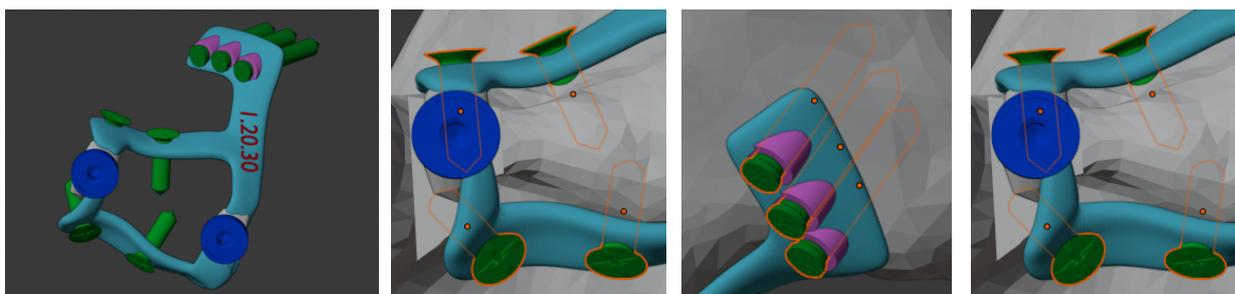


Figura 8. Detalles del diseño de la estructura parcial.

Una de las estructuras totales, tuvo que volver a imprimirse debido a la inestabilidad y desajuste detectados cuando se realizó la prueba de ajuste junto con el modelo estereolitográfico.

Tres de las intervenciones se realizaron bajo anestesia local apoyados en sedación consciente intravenosa. Una estructura completa tuvo que realizarse bajo anestesia general debido a una reacción paradójica de la paciente a la sedación intravenosa.

El tiempo medio de las intervenciones fue de 112 minutos.

Todas las estructuras fueron posicionadas correctamente y fijadas en las localizaciones planificadas virtualmente. No se observaron micro movimientos entre la estructura y el hueso, siendo este ajuste óptimo tal como se había comprobado en la bioréplica maxilar. Tras la colocación de los tornillos de fijación todas mostraron una estabilidad primaria optima.

La principal complicación intraoperatoria durante la fijación de las estructuras completas fue el control del dolor en la zona paranasal en todos los casos. A su vez, durante el postoperatorio inmediato se objetivo hipostesia temporal de la región inervada por el nervio infraorbitario, que fue descrita igualmente en los tres casos que se implantaron las estructuras completas.

Se detecto igualmente, un sufrimiento de los colgajos vestibulares, con pérdida de tejido queratinizado. La colocación de la estructura parcial, sin embargo, no presentó ninguna complicación relacionado con los tejidos blandos, debido a que el trauma quirúrgico es mucho menor.

Todas estas complicaciones fueron consideradas leves.

VI. Discusión

El abordaje terapéutico tras la pérdida completa del proceso alveolar maxilar ha sido ampliamente discutido y documentado en la literatura científica. A pesar de ello, actualmente no existe consenso en cuanto a formas de rehabilitar mediante prótesis fija las atrofas maxilares graves (Keestra et al., 2016).

El uso de implantes subperiósticos se consideró como una técnica válida para la rehabilitación de este tipo de reabsorciones graves del proceso alveolar, tanto maxilares como mandibulares (Weiss & Reynolds, 2000). Sin embargo, este procedimiento fue perdiendo popularidad debido a unas tasas de éxito pobres (Schou et al., 2000); la necesidad de realizar dos intervenciones quirúrgicas (Weiss & Weiss, 2001); y las complicaciones descritas (Moore & Hansen, 2004). Además, la irrupción del concepto de osteointegración introducido por Brånemark y el posterior desarrollo de implantes osteointegrados relegó definitivamente esta técnica (Brånemark et al., 1977).

Sin embargo, el hueso debe de poseer una serie de propiedades suficientes, tanto en disponibilidad como en calidad para el éxito de la fijación de implantes osteointegrados (Misch, 2008) Propiedades que no están presentes cuando se produce pérdida completa del reborde alveolar maxilar. Por ello se han desarrollado múltiples técnicas. Una de ellas recurre al tratamiento mediante injertos óseos, ya sea mediante aposición o interposición, para aumentar tanto la altura como la anchura y así ampliar la disponibilidad ósea necesaria para la inserción de los implantes.

El material de injerto utilizado puede ser de origen autólogo, homólogo, heterólogo e incluso sintético, siendo el primero por ser el único que proporciona osteogénesis, osteoinducción, osteoconducción y osteointegración el considerado “gold estándar” (Sakkas et al., 2017). Debido a la gran cantidad de material óseo requerido para este tipo de reconstrucciones, habitualmente es necesario recurrir a zonas donantes extraorales, principalmente cresta iliaca (Maiorana et al., 2019).

La supervivencia de los implantes osteointegrados realizados sobre este tipo de injertos oscila entre el 90% y el 100% a diez años según las series (Maiorana et al., 2019). Sin embargo, son pocas las referencias existentes en la literatura científica que analicen las complicaciones o la tasa de supervivencia a más largo plazo. No obstante, se produce reabsorción del injerto autólogo que alcanza, según diversos autores, una tasa variable entre el 37.96% y el 50 % a los doce meses (Cansiz et al., 2020).

Este tipo de cirugías reconstructivas requieren una intervención de larga duración bajo anestesia general, además de un segundo campo quirúrgico, aumentando así tanto la morbilidad de la zona donante como receptora. En el caso de la utilización de cresta iliaca como zona donante se han descrito una serie de complicaciones: hemorragia; infección; hematoma; dolor; reducción de la movilidad; hernia; fractura; lesión del nervio cutáneo femoro-lateral; etc. (Cansiz et al., 2020; Maiorana et al., 2019).

Asimismo, durante el periodo de cicatrización no se recomienda la utilización de prótesis provisional, ya que uno de los pilares del éxito es la inmovilización de los injertos. A todo ello hay que sumarle en muchos casos la necesidad de someter al paciente a una segunda cirugía para la colocación de los implantes osteointegrados y preparación de los tejidos blandos, aumentando así el tiempo total del tratamiento.

Para evitar todos estos inconvenientes de las técnicas reconstructivas otros autores en cambio evitan modificar la anatomía ósea existente recurriendo a técnicas no reconstructivas. Así aparecen los implantes cigomáticos, que aprovechan el hueso malar para realizar el anclaje de las fijaciones endoóseas; presentado unas tasas de éxitos entre el 86% y el 100 % a 5 años. (Yates et al., 2014). Esta técnica posibilita la carga inmediata de la prótesis, además de prescindir de un segundo tiempo quirúrgico, lo que permite disminuir notablemente el tiempo global de tratamiento con respecto a procedimientos reconstructivos. Requiere de anestesia general. La complicación más frecuentemente descrita es la sinusitis, llegando a tasas del 21,4% (Van Camp,

Vrielinck, Gemels and Politis, 2018). Asimismo, se describe además sangrado, inflamación, edema periorbitario y facial, fistulas oroantrales, parestesia del nervio infraorbitario, perforación del suelo de la órbita e incluso osteomielitis malar (Chrcanovic, Albrektsson and Wennerberg, 2016).

Una de las técnicas recientemente la rehabilitación de atrofas óseas tanto maxilares como mandibulares es las estructuras subperiósticas. Se trata de estructuras diseñadas mediante tecnología digital e impresas tridimensionalmente en titanio (Cerea y Dolcini 2019).

De acuerdo con Mommaerts, en el presente trabajo se ha optado por utilizar como material de la estructura una aleación de titanio grado V - Ti6Al4V (Mommaerts 2017; 2019). Otros autores utilizan titanio grado II (Gellrich, 2017). El titanio grado V presenta características mecánicas superiores, soportando valores a la tensión de rotura de 945 Mpa frente a los 345 Mpa del titanio grado II o los 550 Mpa del titanio Grado IV (Kim et al., 2020). De igual forma, permite ser impreso mediante sinterizado laser de metal (Avinent Implant System S.L.U.) Este sistema, ofrece la posibilidad de seleccionar el acabado de las superficies en mecanizado o rugoso, optando en este estudio por una superficie pulida, disminuyendo así el riesgo de colonización de la estructura por la flora oral, coincidiendo con Cerea y Dolcini (2019). Sin embargo, Mommaerts (2019) realiza un tratamiento micro superficial a la cara interna de la estructura.

El diseño de las estructuras en este estudio se ha basado en principios de traumatología facial, seleccionando los arbotantes maxilares para el anclaje de las fijaciones, principalmente los pilares frontonasales y cigomático alveolares, al igual que otros autores como Mommaerts (2019) o Vosselman y colaboradores (2019).

Se ha optado por la realización de las estructuras totales en una sola pieza, en contraposición de otros autores que optan por realizar dos estructuras individuales para cada hemimaxila (Mommaerts, 2019). El ajuste pasivo de la estructura al hueso maxilar es un factor clave en el éxito de este tipo de restauraciones. La fabricación de la estructura para rehabilitaciones maxilares

completas en una sola pieza brinda mayor ajuste, al aprovechar una mayor superficie de contacto con el hueso maxilar, aumentando así la resistencia a la tracción.

La utilización de seis conectores en vez de cuatro proporciona una mejor distribución de fuerzas, disminuyendo el impacto de las mismas sobre las conexiones protésicas (Bhering et al. 2016). En este punto se coincide con los diseños propuestos por Mommaerts (2017, 2019) y con Cerea y Dolcini (2019).

Se dispone en la actualidad de pocas referencias que evalúen el uso de estas estructuras a largo plazo. Cerea y Dolcini (2019) presenta una muestra amplia, ya que su estudio se basa en setenta estructuras subperiósticas hemimaxilares, reportado una tasa de supervivencia del 95,8% a dos años. A su vez, Gellrich y sus colaboradores (2017) realizaron un seguimiento de 18 meses a tres estructuras colocadas a pacientes irradiados, sin reportar durante ese periodo ninguna complicación.

En la serie que se presenta tres de las intervenciones de este trabajo se realizaron bajo anestesia local, apoyada en sedación consciente intravenosa. Durante la intervención, para la rehabilitación de una atrofia maxilar completa, la paciente desarrolló una reacción paradójica al midazolam, por lo que tuvo que ser suspendida. Posteriormente se realizó la intervención bajo anestesia general.

La principal complicación intraoperatoria de este estudio fue la dificultad de controlar el dolor durante la perforación y posterior colocación de los tornillos en la zona paranasal. Esto podría limitarse mediante el uso de anestesia tópica en la mucosa nasal. Esta complicación no se ha encontrado descrita en la literatura. Sin embargo, en la serie que se presenta no se ha encontrado dolor postoperatorio algo que si se ha descrito en los trabajos Gellrich y sus colaboradores (2017).

Como complicaciones postoperatorias inmediatas describimos el sufrimiento de los colgajos vestibulares, con pérdida de tejido queratinizado, complicación que tampoco se describe en la literatura.

Son necesarios más estudios, con mayores muestras y un seguimiento a más largo plazo, para seguir evaluando tanto el comportamiento de las estructuras con el tiempo, así como las posibles complicaciones.

VII. Conclusiones

Al tratarse de un estudio preliminar, y por lo tanto basado en un trabajo incompleto, con una evaluación de tan solo cuatro casos, no establecemos ningún tipo de conclusión fiable. Sin embargo, con lo analizado hasta ahora, sí podemos realizar las siguientes consideraciones:

1. A partir de los archivos DICOMS extraídos de CBCT, es posible diseñar mediante software una estructura individualizada adaptada al hueso del maxilar superior. Dicha estructura puede ser impresa tridimensionalmente tanto en plástico (poliamida) como en titanio grado V.
2. Para conseguir el ajuste preciso de la estructura en el hueso es imprescindible el trabajo previo en un modelo sintético que replique fielmente la anatomía del maxilar atrófico.
3. Es posible realizar esta técnica bajo anestesia local y sedación consciente intravenosa, si bien es necesario el refuerzo anestésico tópico de la mucosa nasal.

VIII. Sugerencias y Propuestas

La realización de una simulación de fuerzas mediante un estudio de elementos finitos permitiría optimizar el diseño de las estructuras, así como conocer en profundidad las zonas con un mayor riesgo de fatiga.

Estudiar la posibilidad del tratamiento superficial de los tornillos de osteosíntesis, para permitir una osteointegración de estos, pudiendo aportar una mayor estabilidad de la estructura a largo plazo.

XI. Bibliografía

Alsaggaf, A., & Fenlon, M. (2020). A case control study to investigate the effects of denture wear on residual alveolar ridge resorption in edentulous patients. *Journal Of Dentistry*, 98, 103373.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103373>

Amler, M. (1969). The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 27(3), 309-318.
[https://doi.org/10.1016/0030-4220\(69\)90357-0](https://doi.org/10.1016/0030-4220(69)90357-0)

Aparicio, C., Perales, P., & Rangert, B. (2001). Tilted Implants as an Alternative to Maxillary Sinus Grafting: A Clinical, Radiologic, and Periotest Study. *Clinical Implant Dentistry And Related Research*, 3(1), 39-49.
<https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2001.tb00127.x>

Bhering, C., Mesquita, M., Kemmoku, D., Noritomi, P., Consani, R., & Barão, V. (2016). Comparison between all-on-four and all-on-six treatment concepts and framework material on stress distribution in atrophic maxilla: A prototyping guided 3D-FEA study. *Materials Science And Engineering: C*, 69, 715-725. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.07.059>

Brånemark, P. I., Hansson, B. O., Adell, R., Breine, U., Lindström, J., Hallén, O., & Ohman, A. (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery. Supplementum*, 16, 1–132.

Bravo Pérez M, Almerich Silla JM, Ausina Márquez V, Avilés Gutiérrez P, Blanco González JM, Canorea Díaz E, et al (2016) Encuesta de Salud Oral en España 2015. RCOE 21 (Supl. 1): 8–48

Camargo, I., Oliveira, D., Fernandes, A., & Van Sickels, J. (2015). The nasal lift technique for augmentation of the maxillary ridge: technical note. *British Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 53(8), 771-774.
<https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2015.05.009>

- Cansiz, E., Haq, J., Manisali, M., Cakarer, S., & Gultekin, B. (2020). Long-term evaluation of three-dimensional volumetric changes of augmented severely atrophic maxilla by anterior iliac crest bone grafting. *Journal Of Stomatology, Oral And Maxillofacial Surgery*.
<https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.11.004>
- Cawood, J., & Howell, R. (1988). A classification of the edentulous jaws. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 17(4), 232-236.
[https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(88\)80047-x](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(88)80047-x)
- Cerea, M., & Dolcini, G. (2018). Custom-Made Direct Metal Laser Sintering Titanium Subperiosteal Implants: A Retrospective Clinical Study on 70 Patients. *Biomed Research International*, 2018, 1-11.
<https://doi.org/10.1155/2018/5420391>
- Chen, S., Wilson Jr, T., & Hämmerle, C. (2004). Implant Insertion After Tooth Extraction: Clinical Outcomes with Different Approaches (Including Socket Preservation, Immediate, Early and Delayed Placement). *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 19(Supplement), 12-25.
https://doi.org/10.1111/clr.533_12958
- Chen ST, Wilson TG Jr, Hämmerle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:12-25.
- Chiapasco, M., & Casentini, P. (2018). Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontology 2000*, 77(1), 213-240. <https://doi.org/10.1111/prd.12219>
- Chrcanovic, B., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2016). Survival and Complications of Zygomatic Implants: An Updated Systematic Review. *Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 74(10), 1949-1964.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.06.166>

- Chrcanovic, B., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Tilted versus axially placed dental implants: A meta-analysis. *Journal Of Dentistry*, 43(2), 149-170. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.09.002>
- Elangovan, S. (2020). Dental Implant Survival in the Bone Augmented by Direct Sinus Lift Is Comparable to Implants Placed in the Native Bone. *Journal Of Evidence Based Dental Practice*, 20(1), 101410. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2020.101410>
- Felton, D. (2015). Complete Edentulism and Comorbid Diseases: An Update. *Journal Of Prosthodontics*, 25(1), 5-20. <https://doi.org/10.1111/jopr.12350>
- Gay Escoda, C., & Berini Aytés, L. (2015). *Tratado de cirugía bucal* (pp. 168-169). Ergon.
- Gellrich, N., Zimmerer, R., Spalthoff, S., Jehn, P., Pott, P., Rana, M., & Rahlf, B. (2017). A customised digitally engineered solution for fixed dental rehabilitation in severe bone deficiency: A new innovative line extension in implant dentistry. *Journal Of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 45(10), 1632-1638. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.07.022>
- Goldberg NI, Gershkoff A (1949). The implant lower denture. *Dental Digest* 55:490-494.
- Gerken, U., Esser, F., Möhlhenrich, S., Bartella, A., Hölzle, F., & Fischer, H. et al. (2020). Objective computerised assessment of residual ridge resorption in the human maxilla and maxillary sinus pneumatization. *Clinical Oral Investigations*, 24(9), 3223-3235. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03196-6>
- Ihde, S. (2019). Indications and treatment modalities with corticobasal jaw implants. *Annals Of Maxillofacial Surgery*, 9(2), 379. https://doi.org/10.4103/ams.ams_142_19

- Jonasson, G., Skoglund, I., & Rythén, M. (2018). The rise and fall of the alveolar process: Dependency of teeth and metabolic aspects. *Archives Of Oral Biology*, 96, 195-200.
<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.09.016>
- Keestra, J., Barry, O., Jong, L., & Wahl, G. (2016). Long-term effects of vertical bone augmentation: a systematic review. *Journal Of Applied Oral Science*, 24(1), 3-17. <https://doi.org/10.1590/1678-775720150357>
- Kim, J., Kim, M., Knowles, J., Choi, S., Kang, H., & Park, S. et al. (2020). Mechanophysical and biological properties of a 3D-printed titanium alloy for dental applications. *Dental Materials*, 36(7), 945-958.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.04.027>
- Lee, D., & Saponaro, P. (2019). Management of Edentulous Patients. *Dental Clinics Of North America*, 63(2), 249-261.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.11.006>
- Linkow, L., Wagner, J., & Chanavaz, M. (1998). Tripodal Mandibular Subperiosteal Implant: Basic Sciences, Operational Procedures, and Clinical Data. *Journal Of Oral Implantology*, 24(1), 16-36.
[https://doi.org/10.1563/1548-1336\(1998\)024<0016:tmsibs>2.3.co;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(1998)024<0016:tmsibs>2.3.co;2)
- Maiorana, C., Poli, P., Mascellaro, A., Ferrario, S., & Beretta, M. (2019). Dental implants placed in resorbed alveolar ridges reconstructed with iliac crest autogenous onlay grafts: A 26-year median follow-up retrospective study. *Journal Of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47(5), 805-814.
<https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.02.002>
- Misch, C. (2008). *Contemporary implant dentistry* (1st ed.). Mosby Elsevier.
- Mommaerts, M. (2017). Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 46(7), 938-940.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.02.002>

- Mommaerts, M. (2019). Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured sub-periosteal jaw implant 'AMSJI' for the maxilla. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 48(1), 108-114.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.08.001>
- Moore, D., & Hansen, P. (2004). A descriptive 18-year retrospective review of subperiosteal implants for patients with severely atrophied edentulous mandibles. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 92(2), 145-150.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.05.018>
- Peñarrocha Diago, M., & Peñarrocha Oltra, D. (2014). *Tratamiento con implantes del maxilar superior atrófico* (1st ed., pp. 21-32). Ripano.
- Peñarrocha-Oltra, D., Candel-Martí, E., Peñarrocha-Diago, C., Martínez-González, J., Aragoneses, J., & Peñarrocha-Diago, M. (2013). Palatal Positioning of Implants in Severely Atrophic Edentulous Maxillae: Five-Year Cross-Sectional Retrospective Follow-up Study. *The International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(4), 1140-1146.
<https://doi.org/10.11607/jomi.3001>
- Ramalingam, S., Sundar, C., Jansen, J., & Alghamdi, H. (2020). Alveolar bone science: Structural characteristics and pathological changes. *Dental Implants And Bone Grafts*, 1-22. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102478-2.00001-5>
- Rosenstein, J., & Dym, H. (2020). Zygomatic Implants. *Dental Clinics Of North America*, 64(2), 401-409. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.12.005>
- Sailer, H. (1989). A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae. *Journal Of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 17(7), 299-305.
[https://doi.org/10.1016/s1010-5182\(89\)80057-5](https://doi.org/10.1016/s1010-5182(89)80057-5)
- Sakkas, A., Wilde, F., Heufelder, M., Winter, K., & Schramm, A. (2017). Autogenous bone grafts in oral implantology—is it still a “gold standard”?

A consecutive review of 279 patients with 456 clinical procedures.

International Journal Of Implant Dentistry, 3(1).

<https://doi.org/10.1186/s40729-017-0084-4>

Schou, S., Pallesen, L., Hjørting-Hansen, E., Pedersen, C., & Fibaek, B. (2000).

A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant. *Clinical Oral Implants Research*, 11(2), 171-178. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.110210.x>

Suárez, D. (2012). Principios básicos en regeneración ósea guiada. *Acta*

Bioclínica, 2(3), 100-101. Retrieved 14 September 2020, from.

Tallgren, A. (2003). The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years.

The Journal Of Prosthetic Dentistry, 89(5), 427-435.

[https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(03\)00158-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(03)00158-6)

Van Camp, P., Vrielinck, L., Gemels, B., & Politis, C. (2018). Intraorbital

hemorrhage following a secondary intervention at integrated zygomatic implants: A case report. *International Journal Of Surgery Case Reports*, 43, 21-24. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2018.01.007>

Vanegas-Avecillas, E., Villavicencio -Caparó, E., Alvarado Jiménez, O., &

Ordóñez Plaza, P. (2017). Frecuencia del edentulismo parcial y total en adultos y su relación con factores asociados en la Clínica universitaria Cuenca Ecuador 2016. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(4), 215.

<https://doi.org/10.20453/reh.v26i4.3027>

Velazquez, A., Florentín, G., & Defazio, D. (2017). Frecuencia de estomatitis subprotésica en pacientes portadores de prótesis dentales

removibles. *Revista Facultad De Ciencias De La Salud UDES*, 4(1), 45. <https://doi.org/10.20320/rfcsudes.v4i1.106>

Vosselman, N., Merema, B., Schepman, K., & Raghoobar, G. (2019). Patient-

specific sub-periosteal zygo implant for prosthetic rehabilitation of large

maxillary defects after oncological resection. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 48(1), 115-117.

<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.06.010>

Weiss, C., & Reynolds, T. (2000). Special Report. *Journal Of Oral Implantology*, 26(2), 127-128. [https://doi.org/10.1563/1548-1336\(2000\)26<127:sr>2.0.co;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(2000)26<127:sr>2.0.co;2)

Weiss, C., & Weiss, A. (2001). *Principles and practice of implant dentistry* (1st ed., pp. 244 - 269). Mosby.

Yanase, R., Bodine, R., Tom, J., & White, S. (1994). The mandibular subperiosteal implant denture: A prospective survival study. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 71(4), 369-374. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(94\)90096-5](https://doi.org/10.1016/0022-3913(94)90096-5)

Yates, J., Brook, I., Patel, R., Wragg, P., Atkins, S., & El-Awa, A. et al. (2014). Treatment of the edentulous atrophic maxilla using zygomatic implants: evaluation of survival rates over 5–10 years. *International Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 43(2), 237-242. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.08.012>

Yu, Y., Liu, W., Chen, J., Quan, L., Zheng, X., & Liu, L. (2019). No Need to Routinely Remove Titanium Implants for Maxillofacial Fractures. *Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*, 77(4), 783-788. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.10.022>

