

**MEDICION POR MEDIO DE CONE BEAM COMPUTARIZED TOMOGRAPHY (CBCT) DE
CAMBIOS OSEOS EN ALTURA CON LA TECNICA DE VENTANA QUIRURGICA LATERAL
PARA LA ELEVACION DE SENO MAXILAR**

**Astrid Eugenia Benedetti Canabal
Juan Camilo Ortiz Polanco**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE PERIODONCIA Y MEDICINA ORAL- FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
BOGOTA DC.- FEBRERO 2020**

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Universidad	El Bosque
Facultad (y programa de posgrado)	Odontología Periodoncia y Medicina Oral
Título:	MEDICION POR MEDIO DE CONE BEAM COMPUTARIZED TOMOGRAPHY (CBCT) DE CAMBIOS OSEOS EN ALTURA CON LA TECNICA DE VENTANA QUIRURGICA LATERAL PARA LA ELEVACION DE SENO MAXILAR
Línea de Investigación:	Medicina Periodontal
Institución participante:	Universidad El Bosque Facultad de Odontología Edificio Medical Center
Tipo de investigación:	Postgrado
Estudiantes: Directora:	ASTRID EUGENIA BENEDETTI CANABAL JUAN CAMILO ORTIZ POLANCO
Asesor metodológico:	Dra. Gloria Inés Lafaurie Villamil
Asesor clínico/temático:	Dr. Yamil Lesmes
Asesor estadístico:	Dra. Gloria Inés Lafaurie Villamil

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

HERNANDO MATIZ CAMACHO	Presidente del Claustro
JUAN CARLOS LOPEZ TRUJILLO	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL G.	Rector(a)
RITA CECILIA PLATA DE SILVA	Vicerrector(a) Académico
FRANCISCO FALLA	Vicerrector Administrativo
MIGUEL OTERO CADENA	Vicerrectoría de Investigaciones.
LUIS ARTURO RODRÍGUEZ	Secretario General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
MARIA ROSA BUENAHORA	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA ESCOBAR	Directora Área Bioclínica
MARIA CLARA GONZÁLEZ	Director Área comunitaria
FRANCISCO PEREIRA	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
MIGUEL FERNANDO VARGAS	Director(a) Programa de periodoncia y medicina oral.
MARIA ALEJANDRA SABOGAL	Coordinador(a) Programa de periodoncia y medicina oral.

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

GUIA DE CONTENIDO

Resumen

Abstract

1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	7
2.1. Características anatómicas.....	7
2.1.1. Anatomía del seno maxilar.....	7
2.1.2. Irrigación.....	9
2.1.3. Inervación.....	10
2.2. Antecedentes históricos.....	11
2.2.1. Técnica Transcrestal.....	11
2.2.2. Abordaje lateral.....	13
2.3. Indicaciones.....	15
2.4. Contraindicaciones.....	16
2.5. Clasificación del seno maxilar.....	17
2.6. Material de injerto.....	19
2.6.1. Autoinjerto.....	20
2.6.2. Aloinjerto.....	21
2.6.3. Xenoinjerto.....	23
2.6.4. Aloplástico.....	23
2.6.5. Comparación de injertos óseos para elevación de seno maxilar.....	24
2.7. Complicaciones.....	27
2.7.1. Perforación de la membrana de Schneider.....	28
2.7.2. Sinusitis.....	31
2.7.3. Sangrado Intraoperatorio.....	32
3. Planteamiento del problema.....	33
5. Justificación.....	36
6. Objetivos.....	37
6.1. Objetivo general.....	37

6.2. Objetivos específicos.....	37
7. Aspectos metodológicos.....	38
7.1 Tipo de estudio.....	38
7.2 Población y muestra.....	38
7.3 Población de Estudio	38
7.4 Criterios de Inclusión	38
7.5 Criterios de Exclusión.....	38
7.6 Métodos y técnicas para la recolección de la información.....	39
8. Resultados.....	41
8.1 Características demográficas.....	41
8.3. Evaluación de ganancia ósea en años.....	46
8.4 Evaluación de ganancia ósea en meses.....	47
8.5. Evaluación en comparación con la edad de los pacientes.....	47
10. Conclusiones.....	53
11. Anexos.....	54
12. Referencias bibliográficas	56

Lista de Tablas

Tabla 1. *Características demográficas del estudio.*

Lista de figuras

Figura 1. *Ganancia vertical de altura ósea al comparar CBCT inicial VS CBCT final.*

Figura 2. *Evaluación de ganancia ósea en años del 2009-2012, 2013-2015 y 2016-2018.*

Figura 3. *Evaluación de ganancia ósea en meses de 7-9, 10-18 y 19-3.*

RESUMEN

MEDICION POR MEDIO DE CONE BEAM COMPUTARIZED TOMOGRAPHY (CBCT) DE CAMBIOS OSEOS EN ALTURA CON LA TECNICA DE VENTANA QUIRURGICA LATERAL PARA LA ELEVACION DE SENO MAXILAR

Antecedentes: Pacientes tratados en consulta privada entre 2009-2018 con elevación del seno maxilar utilizando un abordaje lateral con la colocación de un aloinjerto mineralizado para la colocación posterior de implantes dentales. **Objetivo:** Determinar mediante cone beam computerized tomography (CBCT) la ganancia ósea en altura vertical, obtenida luego elevación del seno maxilar con abordaje lateral y la colocación de aloinjerto mineralizado. Además, determinar la influencia la edad de los pacientes y la experticia del operador en relación con el procedimiento. **Materiales y métodos:** Se estudiaron un total de 128 CBCTs, de pacientes adultos (rango de edad: 44 a 76años/promedio 59años) en consulta particular fueron sometidos a una elevación de seno maxilar con abordaje lateral y colocación de un aloinjerto. 64 CBCTs fueron prequirúrgicas y 64 postquirúrgicas evaluadas entre 7-32 meses (promedio= 17 meses) posterior de realizado el injerto óseo de seno maxilar sin colocación inmediata de implantes, por técnica de abordaje lateral. En las CBCT pre-quirúrgicas se midió en milímetros la altura de la cresta ósea de los rebordes residuales de los senos neumatizados. En las CBCT post-quirúrgicos se midió, la altura del relleno en el plano sagital en el punto más alto. Los datos recolectados fueron sometidos a las pruebas t-Student, Shapiro Wilks, suma de rangos de Wilcoxon y Kruskal-Wallis equality of populations rank test. **Resultados:** Se observó ganancia ósea en altura final media de 11,06 mm ($\pm 3,39$) en los pacientes sometidos a una elevación del piso del seno maxilar con un abordaje lateral e interposición de injerto óseo al comparar la CBCT inicial Vs la CBCT final ($p=0,00$). Al comparar la altura ganada por años se encontró una mayor ganancia en los pacientes que se les realizó el procedimiento entre 2013-2015 (9.425mm) comparado con los pacientes tratados entre el 2009-2012(8,35mm) y los tratados entre el 2016-2018 (7,73mm). Se encontró una mayor ganancia en altura en las CBCT que fueron evaluadas de 19-32 meses después de realizado el procedimiento en comparación con las CBCT que fueron evaluadas de 7-9 meses y de 10-18 meses ($p=0.92$). Al comparar edad ($p=0.44$) y años de experticia ($p=0.42$) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. **Conclusión:** La altura ósea vertical final de los pacientes tratados con elevación de seno maxilar con abordaje lateral fue considerablemente mayor en relación con el reborde residual inicial. La mayor altura de reborde tras la elevación del seno maxilar se consiguió en los pacientes tratados entre 2013-2015. Se obtuvo una mayor altura vertical en las CBCT que fueron evaluadas a mayor tiempo de realizado el procedimiento. La edad de los pacientes y la experticia no influyeron en los resultados finales del procedimiento.

Palabras clave: Elevación de seno maxilar, injerto óseo, tomografía computerizada de haz cónico, técnica ventana lateral.

ABSTRACT

Tomographic measurement of bone gain in vertical height using the lateral bone wall window technique for maxillary sinus elevation.

Background: patients privately treated between 2008 and 2018 for elevation of maxillary sinus with lateral approach placing a mineralised graft in order to receive implants afterwards. **Objective:** To determine by means of cone beam computerised tomography (CBCT) the vertical bone gain after maxillary elevation with said approach, a mineralised graft placement and to determine the influence of patient age and operator's expertise regarding the process. **Materials and methods:** 130 tomographies of adult patients (age range 44 to 76 years and mean age 59 years) were reviewed in a private practice who had been subject to maxillary sinus elevation using the lateral approach and grafting. 65 were pre-surgery and 65 post-surgery from 7 to 32 months, average 17 months) after the osseous graft without immediate implant placement. The pre-surgical CBCT measured in millimetres the osseous ridge's height of the pneumatized sinuses and the post-surgical measured the filler height of the apex on the sagittal plane. The data was subject to the t-Student, Shapiro Wilk, Wilcoxon signed-rank and Kruskal-Wallis equality of populations rank tests. **Results:** A final osseous gain of 11.06 mm (± 3.39) was observed on patients who underwent maxillary sinus floor augmentation with a lateral approach and graft inter-position upon comparison of the initial CBCT with the last one ($p=0.00$). Height gain per years was greater in patients who were treated from 2013 to 2015 (9.425 mm), compared with those between 2009 and 2012 (8.35 mm) and a group from 2016 to 2018 (7.73 mm). The CBCTs of 19 to 32 months showed a further gain compared to those after 7 to 9 months and 10 to 18 months ($p=0.923$). Age ($p=0.4476$) compared with expertise ($p=0.4210$) did not present statistically significant differences. **Conclusion:** Final vertical height of patients treated with maxillary sinus augmentation by lateral approach was considerably greater with regards to the initial residual ridge. This height was obtained on patients treated from 2013 to 2015. The CBCT evaluated over a longer period of time showed a higher vertical gain. Age of patients and expertise did not influence final results of the procedure. **Key words:** maxillary sinus augmentation, osseous graft, cone beam computerised tomography, lateral window approach.

1. Introducción

El seno maxilar o antro de Highmore es una de las cavidades que conforma los senos paranasales faciales. Posee unas dimensiones de aproximadamente 30 mm de ancho, 40 mm de alto y 40 mm de largo, en sentido antero – posterior los senos maxilares pueden llegar desde la región canina o premolar hasta alcanzar la zona del segundo molar [Kao SY *et al.*, 2015].

Internamente se localiza en el hueso maxilar superior de forma piramidal, sus funciones entre otras son participar en el proceso olfativo, calentar y humidificar el aire inspirado. En la edad adulta su volumen medio de 15 ml. Sin embargo, son frecuentes las variaciones individuales en el volumen y las dimensiones, que también se pueden observar en ocasiones entre el lado izquierdo y el derecho de un mismo individuo. En su interior se encuentra recubierto por la membrana de Schneider de aproximadamente 1mm de grosor, con poca vascularización y un periostio con gran actividad osteoclástica, que entra en función con la pérdida dental generando la neumatización del seno maxilar [Yoo KB *et al.*, 2009].

La elevación del seno maxilar con la técnica de la ventana lateral tiene como propósito regenerar el volumen tridimensional de la cresta alveolar tras la realización de un abordaje a través de la pared anterior del seno maxilar con el desplazamiento de la membrana de Schneider permitiendo la interposición de un material de injerto óseo sustituto, para lograr una regeneración correcta en volumen de las dimensiones óseas. Además, se obtiene un contorno natural de tejidos duros y blandos que dan como resultado la posibilidad de una rehabilitación estéticamente agradable de la parte posterior edéntula maxilar superior con implantes dentales [Boyne PJ *et. al* 1998].

Rapani & Rapani [2012] realizaron un estudio retrospectivo donde evaluaron la supervivencia de implantes dentales colocados inmediatamente se realiza la elevación de seno maxilar reportando una tasa de éxito del 97,7% a 1 año de seguimiento y del 96,9% a los 2 años de seguimiento. El éxito protésico en un seguimiento de 4 años (115 tratamientos protésicos en 108 pacientes) fue del 98%.

El proceso de neumatización del seno maxilar puede diferir sustancialmente de persona a persona. Tras la pérdida dental, la cresta alveolar sufre un proceso progresivo de resorción ósea en el plano vertical, transversal y sagital. Este proceso planteó la necesidad de buscar técnicas quirúrgicas y materiales alternativos para recuperarlas dimensiones óseas perdidas y posibilitar la realización de un tratamiento de implantología oral estable en el tiempo. Los abordajes quirúrgicos que se han utilizado contemporáneamente son para un abordaje al seno maxilar son: la ventana lateral (abordaje directo) [Tatum, 1986] con el uso de injertos óseos ya sea, con el uso de piezo eléctrico o con el uso de fresas de oseodensificación. Y/o el abordaje transrectal con el uso del osteótomo (abordaje indirecto) [Summers, 1994], con o sin el uso de injertos óseos [Tallgren A *et al.*, 2003].

1.1. Oseodensificación

La osteodensificación (OD) es una nueva preparación ósea biomecánica realizada para la colocación de implantes dentales. Causa baja deformación plástica del hueso creada por el contacto de rodadura y deslizamiento con una fresa densificadora que está estriada para densificar el hueso a medida que perfora con una elevación de calor mínima. Desarrollada por Huwais [2013] fue posible con fresas especialmente diseñadas (fresas Densah™) para aumentar la densidad ósea a medida que expanden una osteotomía. Estas fresas combinan las ventajas de los osteótomos con la velocidad y el control táctil de los procedimientos de perforación. Las fresas estándar extraen y excavan hueso durante la preparación del sitio del implante; mientras que los osteótomos preservan el hueso, tienden a inducir fracturas de las trabéculas. Las nuevas fresas permiten la preservación y condensación ósea mediante autoinjerto por compactación durante la preparación de la osteotomía y la estabilidad mecánica del implante.

A diferencia de las tecnologías tradicionales de perforación ósea, la osteodensificación no excava el tejido óseo. Por el contrario, conserva el volumen óseo, por lo que el tejido óseo se compacta y se autoinjerta simultáneamente en una dirección que se expande hacia afuera para formar la osteotomía. Cuando la fresa densificadora se gira a alta velocidad en una dirección inversa sin corte con irrigación externa constante se forma una densa capa

compacta de tejido óseo a lo largo de las paredes y la base de la osteotomía. El movimiento de rebote (movimiento de entrada y salida) es útil para crear una tensión dependiente de la velocidad para producir una tensión dependiente de la velocidad, y permite que la solución salina bombee para presurizar suavemente las paredes óseas. Esta combinación facilita una mayor plasticidad y expansión ósea [Huwais S *et al.*, 2015].

La alternativa a los procedimientos de perforación de implantes en el maxilar posterior es la técnica de osteótomos que tiene como objetivo compactar el hueso con la acción mecánica de los instrumentos cilíndricos a lo largo de las paredes. Se descubrió que los diámetros de osteotomía de osteodensificación eran más pequeños que las osteotomías convencionales preparadas con las mismas fresas debido a la naturaleza elástica del hueso y la tensión elástica. Esto aumentó el porcentaje de hueso disponible en el sitio del implante en aproximadamente tres veces. El análisis histomorfológico ha demostrado astillas óseas autólogas en los sitios de osteotomía osteodensificada, especialmente en huesos de baja densidad mineral en relación con las perforaciones regulares. [Huwais S *et al.*, 2014].

1.2. Diagnóstico por imagen

Uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de la implantología ha sido el diagnóstico por imagen. Al igual que esta especialidad, la radiología ha sufrido grandes cambios; por un lado, aumentando el número de técnicas diagnósticas y por otro, modificando los sistemas utilizados para la obtención de las imágenes. La exploración del antro de Highmore es fundamental si un paciente va a ser sometido a una elevación de seno maxilar. Inicialmente y con el fin de obtener una visión global del seno, se pueden utilizar radiografías convencionales como ortopantomografías y otras proyecciones como la de Waters, laterales de cráneo o de Cadwell [Martin Villa L, 2005].

Se trata de técnicas que aportan una gran información a bajo coste y radiación. Sin embargo, como principales desventajas, hay que destacar la distorsión de las imágenes y el hecho de que la representación de las áreas estudiadas es bidimensional. Por tanto, además de la falta de información sobre la cantidad ósea disponible, hay que tener en cuenta la gran superposición de estructuras en las placas radiográficas, lo que puede conllevar a un diagnóstico erróneo y afectar la planificación quirúrgica. [Baciut M *et al.*, 2013].

Comparando el diagnóstico de septos intrasinales con radiografías panorámicas y cone beam computerized tomography (CBCT), Maestre-Ferrín y cols. [2011] determinaron que para hacer una completa evaluación del seno es necesario realizar un estudio radiológico mediante CBCT. De la misma forma Diniz y cols. [2008], demostraron la necesidad de efectuar una planificación quirúrgica con CBCT. Además, la determinación de la eficiencia y los niveles óseos post-injerto pueden también ser estudiados. Las CBCTs ofrecen información precisa tanto en imagen como en mediciones sobre los niveles de formación ósea en los procedimientos de levantamiento de piso de seno [Del Fabbro *et al.*, 2011].

Es por esto por lo que las CBCTs axiales computarizadas juegan un papel importante en la determinación de la calidad del hueso en el maxilar posterior y además guían en forma precisa el planeamiento de los protocolos quirúrgicos que el operador dispone para la elevación del seno maxilar [Joo- Young *et al.*, 2015].

Shanbhag y cols. [2014] realizan un estudio empleando CBCTs como método de diagnóstico en pacientes evaluados para la colocación de implantes en el maxilar posterior. Logran determinar la altura de la cresta residual, el grosor de la membrana sinusal del piso del seno maxilar, como así también la permeabilidad ostium. Así mismo, permiten valorar en forma cuantitativa los cambios a largo plazo en zonas injertadas del maxilar postero superior.

1.3. Alternativas a la elevación de seno maxilar

En los últimos años, la elevación de seno se ha extendido en el tratamiento del maxilar posterior atrófico y por ello, han sido múltiples los estudios y el desarrollo de nuevas técnicas de elevación de sinusal. Muchas de ellas han sido creadas con el fin de facilitar la ejecución de la técnica clásica de ventana lateral [Boyne PJ *et al.*, 1980], evitar las complicaciones que pudiesen surgir durante su realización, así como para mejorar el postoperatorio de los pacientes [Chiapasco M *et al.*, 2009].

Sin embargo, en determinadas situaciones, el uso de otras alternativas quirúrgicas que conllevan a veces menos riesgos u otras ventajas adicionales, pueden ser de elección ante el maxilar posterior reabsorbido [Esposito *et al.*, 2014]. Siempre y cuando se disponga de una

cantidad suficiente de tejido óseo, una de las primeras alternativas por las que se puede optar en el tratamiento implantológico del maxilar posterior atrófico, es la colocación de implantes cortos [Vandeweghe S *et al.*, 2011].

Diversos estudios que evalúan la supervivencia de los implantes indican que la región posterior del maxilar es un área con una alta tasa de fracasos, debido en parte a la necesidad de colocar fijaciones cortas en un hueso de baja calidad. Son numerosos los autores que han experimentado una mayor pérdida de implantes cortos comparados con otros de mayor longitud, considerando fijaciones cortas aquellas con longitudes comprendidas entre los 5 y 8mm, aunque en ocasiones se habla de implantes de entre 7 y 10mm [Esposito M *et al.*, 2010].

Por otra parte, existen otros procedimientos que persiguen aumentar el reborde alveolar con otras técnicas que no sugieren una elevación de seno maxilar. Existen diversas alternativas para tener en cuenta como son; la regeneración ósea guiada, la colocación de injertos en bloque o la distracción alveolar osteogénica [Maestre-Ferrín L *et al.*, 2009].

Con respecto a los injertos en bloque en la zona posterior para evitar entrar al seno maxilar, suelen ser necesarios cuando se requiere un volumen de hueso considerable ya sea en altura o en anchura. Este tipo de injertos han sido utilizados por numerosos clínicos, pudiendo ser heterólogos, aloplásticos, homólogos o autólogos [Chiapasco M *et al.*, 2009].

Por otro lado, la regeneración ósea guiada (ROG) es otra alternativa para tener en cuenta para realizar aumentos de volumen óseo cuando no se desea o se contraindica una elevación sinusal. Esta técnica se basa en el uso de membranas que actúan a modo de barrera, para evitar que las células epiteliales y conjuntivas invadan las zonas que van a ser regeneradas mediante diferentes tipos de biomateriales [Tinti C *et al.*, 2005].

Múltiples autores han realizado estudios y revisiones sistemáticas [Tinti C *et al.*, 2005; Simion M *et al.*, 2006; Chiapasco M *et al.*, 2009] estableciendo que la ROG es un procedimiento fiable para la colocación de implantes. Esta técnica permite aumentar crestas reabsorbidas tanto en sentido vertical como horizontal, con el fin de utilizar

implantes de mayor longitud y diámetro, permitiendo así su inserción en las zonas anatómicas ideales para posteriormente lograr unas restauraciones adecuadas.

Martínez-González y cols. [2012] observaron en su estudio sobre la demanda social de implantología avanzada, que, en casos de extremos libres posterosuperiores, existía entre un 35,38% y un 72,76% de pacientes que no tendrían posibilidades de colocación de implantes con técnicas básicas. Estos autores establecen que el riesgo aumenta en los sectores más distales, siendo necesario en el caso del maxilar, plantearse técnicas como la elevación sinusal.

Por último, dentro de este apartado cabe mencionar la distracción alveolar osteogénica. Esta técnica persigue a través de un proceso biológico, la creación de tejido óseo siguiendo los mecanismos naturales de curación de este. Esta neoformación de hueso se produce debido a la tensión gradual, aplicada con la ayuda de un dispositivo llamado distractor, sobre dos fragmentos óseos separados quirúrgicamente. Al igual que los injertos en bloque, su principal indicación en el sector posterior del maxilar se presenta, cuando la atrofia del reborde alveolar es severa en sentido vertical y la distancia con respecto a la mandíbula se encuentra aumentada [Ilizarov GA, 1989].

2. Marco teórico

2.1. Características anatómicas

2.1.1. Anatomía del seno maxilar

El seno maxilar o antro de Highmore es una de las cavidades que conforma los senos paranasales de la cara, de ellas es la cavidad más grande y es de forma piramidal. Se localiza en el hueso maxilar superior, uno a cada lado del cráneo. El seno maxilar tiene una variedad de funciones. Algunas de estas funciones, mencionadas anteriormente son agregar resonancia a la voz, participar en el proceso olfativo, calentar y humidificar el aire inspirado y reducir el peso del cráneo. En el adulto, el seno maxilar es una cavidad ósea con su base en la pared nasal lateral y su vértice se extiende hacia el proceso cigomático del maxilar. Tiene tres caras: anterior o yugal, posterior o pterigomaxilar y superior, con dimensiones aproximadas de 3cm de fondo en sentido anteroposterior, 2.5cm de anchura y 3.75cm de altura; con un volumen medio de 15cm³ [Kao, S-Yet *et al.*, 2015].

Desde el punto de vista de la anatomía quirúrgica cabe destacar cinco importantes consideraciones: 1. Existencia de una prolongación anteriomedial del piso del seno maxilar, por la progresiva extensión de las cavidades sinusales, bajo los laterales del piso de las fosas nasales, a la que es difícil acceder. 2. Existencia de compromiso vascular, por la presencia de la arteria intraósea procedente de las ramas terminales de las arterias pterigomaxilares, que se puede afectar por la osteotomía. 3. Encrucijada nasolácrimoetmoidal, por lo que se puede afectar esa importante área por procesos infeccioso-inflamatorios sinusales. 4. Fragilidad de la pared posterior. 5. Aumento de la porción ósea palatina, que puede impedir la realización de injerto óseo «de pared a pared», aprovechando dicha porción para insertar los implantes [Uchida Y *et al.*, 1998].

El compartimento óseo sinusal completo está revestido con una capa delgada de mucosa y cubierto por el epitelio respiratorio "ciliado", y continúa con su contraparte del epitelio de la cavidad nasal. Esta capa delgada de mucosa se conoce como la membrana de Schneider, mucosa de epitelio respiratorio, que es más fina en fumadores; está recubierta de periostio también fino con gran actividad osteoclástica, que se activa al desaparecer la dentición

posterior, dando como resultado el aumento o neumatización del seno maxilar [Misch *et al.*, 2009].

Asimismo, la mucosa del seno maxilar es delgada (alrededor de 1 mm de grosor) y menos vascularizada que otras contrapartes de la mucosa nasal. Una función importante del epitelio ciliado sano es su función de transporte de los fluidos mucosos hacia el ostium interno, que es la conexión entre el seno maxilar y el meato medio de la cavidad nasal. El epitelio sinusal se deriva inicialmente del extremo craneal del medio meato de la cavidad nasal en la etapa embriológica. En la 12^a semana de desarrollo del embrión, el epitelio sinusal se mueve de forma descendente con una extensión anteroposterior. En la infancia, el tamaño del seno maxilar es insignificante hasta la erupción de la dentición permanente. El desarrollo del seno maxilar por neumatización aumenta su tamaño hasta el final de su período de crecimiento adulto. El tamaño y la forma del seno maxilar pueden variar ampliamente, incluso dentro del mismo individuo a diferentes edades. En el adulto, las dimensiones promedio del seno maxilar son de aproximadamente 30 mm de ancho, 40 mm de alto y 40 mm de largo. La última dimensión del seno puede llegar con anterioridad a la región canina o premolar, y su parte más profunda alcanza la primera región molar [Kao, S-Yet *et al.*, 2015].

La pared anterior del antro maxilar está formada por hueso compacto y fino e incluye ramas del nervio infraorbitario y vasos sanguíneos. La pared superior, coincide con el suelo orbitario, que trata de fina lámina de hueso que presentar un reborde óseo. La pared posterior corresponde a la tuberosidad maxilar, separa el antro de la fosa pterigopalatina y contiene el nervio y los vasos alveolares posterosuperiores. Mientras que la pared medial separa el seno maxilar de la fosa nasal. Por su cara nasal, sustenta los cornetes inferior y medio [Pommer B *et al.*, 2012].

En la parte superior de esta pared se encuentra también el ostium de drenaje que conecta el seno maxilar con la cavidad nasal. El suelo del seno está formado por la apófisis alveolar y palatina del hueso maxilar y mantiene una relación con los ápices de molares y premolares superiores separados de la mucosa sinusal por una fina capa de hueso [Misch *et al.*, 2009].

Por último, la pared lateral del seno maxilar forma el maxilar posterior y la apófisis cigomática. Esta pared puede tener varios milímetros de espesor en las personas dentadas, aunque este espesor va disminuyendo a lo largo del tiempo con la pérdida de los dientes posteriores [Pommer B *et al.*, 2012].

Como ya ha sido comentado, si se pierden estos dientes, el antro se expande y el suelo del seno puede unirse a la cresta del reborde alveolar residual siendo frecuentes las perforaciones de esta pared como consecuencia de antiguas infecciones o traumatismos relacionados con los dientes [Uchida *et al.*, 1998].

2.1.2. Irrigación

Su irrigación proviene de ramas de las arterias facial, maxilar interno, infraorbitaria, esfenopalatina y palatina mayor. La arteria carótida externa, a través de ramas de la arteria maxilar interna específicamente la arteria alveolar posterosuperior (AAPS), infraorbitaria y esfenopalatina. Mientras que el retorno venoso se efectúa por medio de la vena facial, esfenopalatina y el plexo pterigoideo [Del Fabbro *et al.*, 2011; Kao, S-Yet *et al.*, 2015].

La membrana mucosa delgada dentro del seno maxilar se compone de un suministro de sangre bien vascularizado. Las ramas terminales con anastomosis de la arteria infraorbital, la superior posterior, la arteria alveolar y la arteria palatina mayor contribuyen con el suministro principal de sangre al seno maxilar [Kao, S.-Y.*et al.*, 2002].

Múltiples autores estudian el recorrido de estas arterias ya que, en la pared anterolateral de seno, es decir la región de acceso quirúrgico, confluyen la arteria infraorbitaria y la AAPS, lo que puede ocasionar hemorragias durante la cirugía [Rosano *et al.*, 2011]. Ilgüy y cols. [2013] observaron en su estudio sobre 270 senos maxilares examinados mediante tomografías computarizadas que en el 89,3 % de las pruebas radiológicas, se podía apreciar la AAPS. En el 71,1 % de los casos su recorrido era intraóseo, en el 13 % la arteria discurría por debajo de la membrana sinusal y en el 5,2 % restante, ésta se situaba sobre la cortical externa del seno. El retorno venoso se efectúa por medio de la vena facial, esfenopalatina y el plexo pterigoideo.

2.1.3. Inervación

La inervación sensitiva procede de la rama maxilar (ramos dentarios anteriores, medios y posteriores del nervio infraorbitario) y la inervación vegetativa se realiza por ramos del ganglio esfenopalatino [Martin V *et al*,2005].

El drenaje linfático se da a través del ostium hacia los nódulos retrofaríngeos, la porción posterior de la pirámide nasal, la epifaringe y la cadena yugular interna. Sin embargo, la pared antero externa drena hacia los ganglios submandibulares y cervicales superficiales [Sobbotta *et al*,2000].

2.2. Antecedentes históricos

2.2.1. Técnica Transcrestal

A partir de los años 70 se comenzó a discutir, sobre la posibilidad de emplear la cavidad sinusal como futuro emplazamiento de implantes osteointegrados. Fue en los años 60 cuando Philip Boyne realizó por primera vez la inserción de un injerto óseo en el seno maxilar para incrementar el área de soporte de prótesis removibles, pero no fue hasta 1977 cuando Tatum presentó y describió detalladamente esta técnica.

Posteriormente, de nuevos ambos autores [Boyne *et al.*, 1980; Tatum, 1986], publicaron los primeros artículos sobre elevaciones de seno maxilar tanto de abordaje lateral como crestal, en donde introducían hueso autógeno procedente de la cresta ilíaca en el antro, con el objetivo de colocar implantes.

Además, del aumento vertical del seno maxilar con acceso lateral, Tatum en 1986 describió otra técnica de elevación sinusal transcrestal, en donde la preparación del hueso alveolar y la posterior fractura del suelo del seno se realizaban mediante diversos instrumentos llamados “socket formers”. Posteriormente, Summers [1994] perfeccionó esta técnica utilizando unos instrumentos llamados osteótomos; planteando una elevación del suelo del seno gracias a la expansión de la cresta en sentido vestíbulo palatino y a una condensación ósea en sentido craneal.

En la técnica original, también llamada elevación atraumática o de acceso crestal, se evitaba el uso de fresas, con el fin de conservar al máximo el hueso alveolar. En estos casos, la preparación del lecho del implante se efectúa por vía crestal, utilizando osteótomos de forma cilíndrico-cónica con diámetro progresivo, accionados con la ayuda de un martillo. De esta forma, además de lograr una compactación de las paredes laterales del reborde alveolar, se consigue la elevación de la cortical del suelo del seno junto con la membrana de Schneider y por tanto se aumenta la densidad ósea en la zona, consiguiendo una mejor estabilidad primaria del implante que se va a colocar.

Posteriormente también Summers [1994] en la tercera parte de sus artículos donde se describe la técnica de elevación de seno maxilar con osteótomos, nos muestra cómo empezó a usar en pacientes con hueso de mayor densidad, fresas para realizar la instrumentación propia de la secuencia de implantes y así preparar el futuro lecho de la fijación. En este procedimiento, el fresado se debe realizar teniendo la precaución de respetar el último milímetro de hueso inferior al suelo sinusal, que se fractura a continuación por medio de un osteótomo. Dependiendo del tipo y de la cantidad de hueso, la membrana de Schneider se eleva progresivamente por la presión del hueso alveolar condensado, mediante los osteótomos o en caso de añadir un biomaterial, por su compresión con estos mismos instrumentos.

Summers [1995] desarrolló otra técnica transcristal en dos fases denominada el desarrollo del futuro sitio (“the future site development”), para casos de rebordes alveolares menores de 5 mm. Para efectuar este procedimiento, con el uso de una trepina, se fresa la cresta ósea respetando el último milímetro por debajo del suelo del seno. A continuación, con la ayuda de un osteótomo se fractura el suelo y se empuja ese “cilindro” de hueso al interior del antro, rellenando finalmente el defecto creado sobre el reborde alveolar con un material de injerto.

Posteriormente otros autores [Toffler *et al.*, 2000; Fugazzotto *et al.*, 2005; Trombelli *et al.*, 2010; Kolerman *et al.*, 2011] han presentado estudios similares, realizando esta técnica incluso en alveolos postextracción, impulsando hacia el interior del seno el tabique interradicular, obteniendo unos resultados adecuados.

Engelke y cols. [1997] presentaron otra variante de este procedimiento, efectuando elevaciones transcristales con osteótomos guiadas por endoscopia. De esta forma introducen los implantes y los injertos óseos controlando, gracias al endoscopio, la integridad de la membrana sinusal.

Posteriormente cuando Kfir y cols. [2006], publicaron el primer artículo de elevación de seno maxilar mediante la ayuda de un catéter-globo con acceso a través de la cresta. Estos autores utilizan un dispositivo llamado MIAMBE, (“minimally invasive antral membrane

elevation”) no obstante otros autores practican esta misma técnica utilizando dispositivos similares.

2.2.2. Abordaje lateral

Hasta la actualidad y con alguna modificación, una de las técnicas descritas por Tatum, también conocida como elevación de seno con ventana lateral o elevación traumática, ha sido el método clásico para la realización de injertos sinusales. Por ello, esta técnica es por excelencia la mejor documentada, ya que en los últimos tiempos ha sido la que se empleado con mayor frecuencia por la mayoría de los clínicos [Del Fabbro *et al.*, 2004].

Este procedimiento consiste en la preparación de una ventana en la pared anterolateral del seno, para permitir la entrada y el relleno de la cavidad antral. Por lo tanto, una vez delimitada la ventana ósea, ésta se fractura introduciéndose hacia dentro del antro actuando, así como nuevo suelo del seno maxilar. Se debe ir despegando cuidadosamente la membrana de Schneider mediante instrumentos diseñados para este propósito. Una vez completado el despegamiento, se introduce el material de relleno dentro del seno maxilar, simultaneando o no, según la situación clínica, la colocación de las fijaciones [Margossian *Pet al.*, 2012].

Torrella y cols. [1998] publicaron el primer artículo en donde el acceso al seno se efectuaba confeccionando una ventana en la pared lateral del antro, mediante puntas de ultrasonidos convencionales. Con la ayuda de estos instrumentos se realizaba una osteotomía ultrasónica que presentaba como ventajas, al compararla con la técnica convencional rotatoria, una línea de osteotomía más conservadora, una mejor visualización del campo quirúrgico y lo más importante, un mínimo riesgo de lesión de los tejidos blandos. En relación con este último asunto, resulta interesante que las puntas de ultrasonido permiten cortar el hueso mineralizado, pero se tornan inactivas, cuando entran en contacto con los tejidos blandos, siendo de esta forma respetuosas con la membrana de Schneider y por tanto evitando el riesgo de perforarla.

Más adelante se desarrollaron dispositivos de cirugía piezoeléctrica más sofisticados y con diferentes diseños de puntas activas específicos para cada tipo de situación. Vercellotti y

cols. [2001] presentaron la cirugía piezoeléctrica como alternativa, no sólo para efectuar la osteotomía en la pared lateral del seno, sino también para facilitar el despegamiento de la membrana de Schneider y evitar su perforación.

Debido a las considerables ventajas de esta técnica, Troedhan y cols. [2010] desarrollaron el sistema IntraLift® (Acteon Satelec, Francia). Se trata de un procedimiento que se basa en la tecnología piezoeléctrica y que, gracias a una serie de puntas ultrasónicas, permite elevar el suelo del seno maxilar y la membrana de Schneider por cavitación hidrodinámica a través de la cresta. De esta forma, una vez perforada la cortical del suelo del seno, con la combinación del piezotomo y el efecto de microcavitación hidrodinámica, se produce una distribución simétrica del suero salino que provoca un despegamiento de la membrana de Schneider de la superficie ósea.

Otra forma de elevar el seno maxilar es mediante la aplicación de presión negativa en el interior del antro. Suguimoto y cols. [2006] efectúan una ventana en la pared anterolateral del seno maxilar como en la técnica original de Tatum y realizan una perforación extra en la parte superior para situar un aspirador y así facilitar el despegamiento y la elevación de la membrana sinusal.

Posteriormente autores como Sotirakis y cols. [2005], Pommer [2005], Watzek [2012], Kim y cols. [2014], Jesch y cols. [2013], Better y cols. [2014] usaron dispositivos similares realizando la entrada al seno maxilar a través de la cresta, mediante osteótomos o con la utilización de fresas atraumáticas. Una vez expuesta la membrana de Schneider, la presión hidráulica para elevarla es ejercida por la inyección de una solución salina, un antibiótico, un contraste o incluso un gel en el interior del antro. El fluido en cuestión se introduce en el seno a través de una jeringa o de un instrumento especialmente diseñado para este fin que se fija sobre la perforación realizada sobre el reborde alveolar. De esta forma, el riesgo de perforación de la membrana es menor, debido a que no es necesario el uso de instrumentos que puedan dañarla al entrar en contacto con ésta.

Con respecto a la elevación de seno maxilar asistida por globo, Muroi y cols. [2003] fueron los primeros autores que utilizaron este mecanismo para facilitar el despegamiento

de la membrana de Schneider. Soltan y Smiler [2005], presentaron una técnica similar denominada AMBE (Antra lMembrane Balloon Elevation), en donde al igual que Muroi y cols. [2003], accedían al seno realizando una osteotomía convencional en su pared anterolateral, empleando posteriormente un globo para despegar y elevar la membrana antral.

Lozada y cols. [2011] realizó una técnica que implica el uso de instrumentos rotativos especialmente diseñados que planifican el hueso en capas más delgadas, con menos posibilidades de extracción de hueso en exceso y perforación de la membrana. Tanto para una elevación transcresal como para un abordaje lateral con una ventana quirúrgica. Se utiliza un taladro en forma de cúpula de 6mm de diámetro para realizar el cepillado lateral del hueso. Mientras que para una elevación transcresal utilizada una fresa Dask (3,3 mm de diámetro).

Es notable como los modernos sistemas que van saliendo a la luz, tienden a ser lo más conservadores posibles tanto con los tejidos duros como con la membrana sinusal. De esta forma, permiten al clínico un acceso controlado y cuidadoso al seno maxilar, logrando así optimizar los resultados de un procedimiento ciertamente delicado. Por consiguiente, está claro que el desafío actual a la hora de realizar esta técnica consiste en lograr que se trate de un procedimiento mínimamente invasivo, que proporcione una óptima cantidad y calidad ósea y que permita acortar tanto el tiempo de la cirugía, como el tiempo total de tratamiento [Del Fabbro *et al*,2004].

2.3. Indicaciones

La elevación de seno maxilar es un procedimiento de aumento óseo que está indicado cuando la región posterior del maxilar se encuentra reabsorbida y/o neumatizada, por tanto, la disponibilidad ósea para colocar implantes no es adecuada. Esta pérdida ósea produce con el tiempo, una alteración del reborde alveolar en los tres planos del espacio. [Kim Y *et al*, 2014].

Por esta razón es importante conocer el tipo de reabsorción, siendo necesario evaluar la altura y la anchura ósea, así como las relaciones horizontales y verticales con respecto a la

arcada contraria. Cuando existe una pérdida ósea en la parte posterior del maxilar, la planificación pre-quirúrgica será diferente y, por ende, estarán indicados distintos tratamientos en función del tipo de atrofia presente. En casos de reabsorción a expensas de un aumento de la neumatización del seno maxilar, sí que estaría indicado la realización de una elevación sinusal; sin embargo, ante una pérdida ósea en sentido vertical con un espacio interoclusal aumentado, sería necesario una reconstrucción vertical, asociada o no, a una elevación de seno [Kim Y *et al.*,2014].

Gargh [1999] señalo que la principal indicación para realizar una elevación de seno maxilar es aumentar la disponibilidad ósea vertical en la zona posterior del maxilar superior en el área subyacente al seno maxilar de manera que sea posible la colocación de implantes iguales o mayores de 10 mm.

2.4. Contraindicaciones

Antes de proceder a la realización de esta técnica y una vez completada la exploración clínica y radiológica, hay que realizar una adecuada selección de los pacientes. En términos generales, la mayoría de los autores coinciden en una serie de condiciones, en donde la elevación de seno no debería estar indicada o tendría que posponerse. Son entonces, contraindicaciones para la realización de una elevación de seno maxilar [Wang et al., 2008; Villareal PM *et al.*, 2010]:

- Sepsis
- Enfermedades sistémicas descontroladas
- Trastornos psicológicos
- Drogadicción y alcoholismo
- Tabaquismo importante
- Pacientes sometidos a radiación en el territorio maxilofacial
- Pacientes en tratamiento con quimioterapia
- Pacientes en tratamiento con bifosfonatos o fármacos que alteren el metabolismo óseo
- Rinosinusitis aguda o crónica

- Tumores maxilares o del seno maxilar
- Quistes de retención de gran tamaño
- Cuerpos extraños en el interior del seno
- Rinitis alérgica
- Fístulas oroantrales
- Alteraciones del seno como trastornos de la función de la membrana sinusal o estrechamiento del complejo osteomeatal
- Inadecuada relación de los rebordes alveolares
- Enfermedad periodontal activa

Ciertamente muchas de estas condiciones pueden restablecerse con un tratamiento previo, en ocasiones en conjunto con el otorrinolaringólogo, para posteriormente realizar la elevación sinusal [Villareal PM *et al.*, 2010].

2.5. Clasificación del seno maxilar

De acuerdo con la distancia existente entre el margen libre del proceso alveolar y el suelo del seno maxilar, Misch [1984] estableció una clasificación que relacionaba dicho espacio útil para alojar implantes, con la modalidad de tratamiento más indicada. Según esta clasificación se determinaban cuatro grupos:

- Tipo I. La distancia entre ambos márgenes es ≥ 10 mm. En estas circunstancias, los implantes pueden ser insertados mediante técnicas convencionales.
- Tipo II. La distancia entre el reborde alveolar y el suelo sinusal está comprendida entre 8 - 10 mm. Se puede lograr la penetración controlada en la cavidad sinusal de 1 ó 2 mm.
- Tipo III. La altura de hueso disponible entre ambas corticales está comprendida entre 4 - 8 mm. La mejor indicación es la de realizar una elevación del suelo sinusal con injerto subantral particulado e inserción de implantes en el mismo tiempo quirúrgico.
- Tipo IV. Corresponde a los casos de reabsorción extrema y gran neumatización de senos maxilares, en los que la altura disponible de hueso alveolar es <4 mm. Se debe

realizar una elevación del suelo sinusal con injerto subantral particulado e inserción de implantes diferida a un segundo tiempo quirúrgico [Misch *et al.*, 1984].

Posteriormente Misch C.E, Judy K.W [1987] modificó su clasificación basándose en la cantidad de hueso que se encuentra por debajo del antrum y del ancho del reborde edéntulo. El categorizó los senos maxilares de SA-1 a SA-4 basado en la altura ósea remanente y lo dividió en A ($> 5mm$) o B (2,5mm a 5mm) basado en lo ancho del reborde edéntulo.

Además, Simion y cols [2004] desarrollaron una clasificación del reborde edéntulo considerando la altura de la cresta ósea y su relación con la unión cementoamélica (UAC) del diente adyacente. Tomando en cuenta la clasificación de Misch [1987] y Simion [2004] se puede obtener una guía necesaria para la rehabilitación del reborde edéntulo posterior con implantes dentales, pero por separado ambas clasificaciones no se tornan incompletas.

Jensen [2006] propone una clasificación del tipo de elevación de seno maxilar en base a la cresta ósea remanente

- Clase A: 10 mm de altura ósea residual presente = No es necesario realizar elevación de seno.
- Clase B: 7-9 mm de altura ósea residual presente = Se recomienda técnica atraumática con la colocación de implantes de forma inmediata.
- Clase C: 4-6 mm de altura ósea residual presente = Se recomienda técnica traumática con la colocación de implantes de forma inmediata.
- Clase D: 1-3 mm de altura ósea residual presente = Se recomienda técnica traumática con la colocación de implantes de forma diferida
- Clase E: Suelo ausente

Por otra parte, Wang y cols. [2008] clasificaron el seno maxilar tomando en cuenta las clasificaciones anteriores de Misch y Simion y como parámetros el ancho del reborde edéntulo, la altura vertical de la cresta ósea al seno maxilar y la longitud hasta la UAC del diente adyacente.

- En la clase A, la cual describe como hueso abundante se tiene un piso de seno maxilar $\geq 10\text{mm}$ hasta la cresta ósea, con un ancho del reborde edéntulo $\geq 5\text{mm}$ y una distancia de la cresta ósea a la UAC del diente adyacente $\leq 3\text{mm}$.
- En la clase B, se localiza el piso del seno maxilar a la cresta ósea de 6 – 9mm, el ancho del reborde edéntulo es al menos de 5mm (no requiere aumento horizontal) y la UAC del diente adyacente esta $\leq 3\text{mm}$ de la cresta ósea. Esta clasificación se divide en 3: División h (defecto horizontal) división v (defecto vertical) y existe una división c (defecto combinado) en el cual se presenta un defecto tanto horizontal como vertical.
- Clase C; en donde la distancia entre la cresta ósea y el piso del seno maxilar es $< 5\text{mm}$, el ancho del reborde es $\geq 5\text{mm}$, o y la distancia entre la UAC y la cresta ósea es $\leq 3\text{mm}$. lateral para obtener resultados predecibles. Al igual que en la Clase B se subdivide en 3 grupos.

Wang [2008], describe también según las indicaciones de cada caso, y según su clasificación las recomendaciones terapéuticas a seguir, indicándonos así;

- En la clase A se indica el posicionamiento del implante.
- En la clase B se indica el uso de osteótomos para lograr una altura vertical ideal, y si se presenta un defecto horizontal realizar una regeneración ósea guiada, y colocación tardía del implante.
- La clase C, nos recomienda la realización de una ventana quirúrgica lateral con regeneración ósea, y un posicionamiento del implante tardío [Wang *et al.*, 2008].

2.6. Material de injerto

El desarrollo del volumen óseo suficiente para la colocación del implante a menudo se puede abordar solo mediante la reconstrucción de la anatomía del tejido duro a través del injerto óseo. La pregunta sobre qué material es el más apropiado para la elevación de seno maxilar es un tema de debate [Gapski *et al.*, 2008]. Es cierto, como se menciona con anterioridad que el hueso autógeno todavía representa el estándar de oro debido a sus características biológicas, es decir, proporciona tanto matriz orgánica como inorgánica, así como modificadores biológicos y células óseas viables sin preocuparse por la antigenicidad.

Sin embargo, en los casos de atrofia maxilar severa, se requiere una gran cantidad de hueso autógeno para reestructurar la altura adecuada del hueso para el tejido endoóseo [Noumbissi S *et al.*, 2005].

El objetivo principal de la elevación de seno maxilar es alcanzar una cantidad y calidad ósea adecuada para permitir la colocación y la osteointegración de implantes de dimensiones adecuadas. Por ello, un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo este procedimiento es el tipo de injerto que se va a emplear. Entre otros atributos, el material de relleno ideal debe ser biocompatible, osteoconductor, osteoinductor, osteogénico y tiene que proporcionar una estabilidad dimensional. Por estas características se pueden dividir los materiales considerando además su origen y sus propiedades en [Donado Rodríguez *et al.*, 2005]:

2.6.1. Autoinjerto

Este tipo de injerto se realiza trasplantando tejido óseo de una zona a otra del mismo individuo. Los injertos autólogos son los únicos que presentan propiedades osteogénicas, osteoinductoras y osteoconductoras [Noumbissi S *et al.*, 2005]. Siendo el “gold estándar” a la hora de realizar interposición de injertos óseos. Las zonas donantes intraorales son principalmente la tuberosidad, el trígono retromolar, la rama mandibular y el mentón. Si se utilizan injertos extraorales se suelen tomar de la cresta ilíaca, tibia, costillas y de calota. Estos injertos tienen una larga trayectoria de éxito clínico en el aumento sinusal debido a que es el único material con las propiedades y características mencionadas anteriormente. Este injerto óseo autógeno sigue siendo considerado como el “estándar de oro” para regeneraciones óseas y aún más para elevaciones de seno maxilar, siendo un inconveniente la cantidad de material óseo necesario para lograr un llenado total de la cavidad sinusal [Jensen SS *et al.*, 2006].

Handscel y cols. [2009] realizaron un estudio donde compararon diferentes biomateriales de injertos óseos para la elevación de seno maxilar, encontrando que en una fase temprana (menor a 9 meses) el injerto autólogo presentó mejores niveles de volumen total óseo. Sin embargo, la disponibilidad limitada de los sitios donantes intraorales podría generar la

necesidad de extraer hueso autólogo de sitios extraorales, lo que aumenta la morbilidad y la incomodidad del paciente.

2.6.2. Aloinjerto

El injerto se realiza implantado tejido óseo de un individuo de la misma especie. Extraídos de cadáveres y procesados de diferentes formas para reducir su antigenicidad, lo que hace que tengan únicamente características osteoinductivas y osteoconductoras. Dentro de este grupo cabe destacar el hueso liofilizado (FDBA) y el hueso desmineralizado liofilizado (DFDBA). Este tipo de injerto es una alternativa más común al hueso autógeno, pero puede representar un riesgo leve de reacciones inmunológicas adversas e infecciones y no es tan predecible como un injerto autógeno. Los DFDBA se han utilizado clínicamente durante más de 40 años. El proceso de desmineralización expone la proteína morfogenética ósea (BMP) presente en el tejido, que tiene la capacidad de inducir un fenotipo, el cambio de células pluripotenciales del huésped a osteoblastos y causa una secuencia ordenada de osteogénesis endocondral a lo largo del área implantada. Sin embargo, varias variables pueden negativamente afectar la capacidad osteoinductiva de la BMP, incluida la edad del donante y factores en el procesamiento del tejido [Noumbissi S *et al.*, 2005].

El aloinjerto óseo mineralizado humano es un aloinjerto preservado con disolvente y, por lo tanto, está compuesto por un sustituto óseo único que difiere de otras formas de aloinjerto óseo procesado mediante criopreservación estándar. Durante la preservación del solvente, las estructuras minerales y de colágeno parecen permanecer intactas, lo que posiblemente facilita el crecimiento óseo cuando el mineral se usa como un injerto óseo [Gapski *et al.*, 2006].

Los aloinjertos óseos se pueden producir por deshidratación de solventes (SDBA); (Puros Allograft®; Zimmer Dental Inc., Carlsbad, CA, EE. UU.) O liofilizado (FDBA); (MinerOss®; Biohorizons, Birmingham, AL, EE. UU.). Los procedimientos de fabricación son diferentes para ambos sustitutos óseos, por lo que es plausible esperar que tengan diferentes propiedades (Monje *et al.*, 2017). Mientras que, para el SDBA, hay varios estudios que comparan su capacidad para aumentar el maxilar atrófico posterior, el FDBA presenta información limitada y variable que varía del 31.8% del tejido mineralizado nuevo y el

injerto residual del 8.49% a los 6 meses [Gapski *et al.*, 2008] al 23.02 % de tejido mineralizado nuevo y 22.25% de aloinjerto restante [Avila & Wang *et al.*, 2010].

Froum y cols. [2005] realizaron un estudio histomorfométrico de pacientes donde se les realizó elevación de seno maxilar con interposición de un aloinjerto (Puros; Zimmer) donde los resultados después de 9 meses de cicatrización demostraron un contenido óseo vital del 25,2% en el seno injertado, como se determinó a partir de un núcleo de trefina tomado del aspecto superior del área de la ventana lateral. Aunque se desconoce el requerimiento óseo vital para la supervivencia del implante en un seno aumentado, el 25,2% del hueso vital demostrado en este caso se compara favorablemente con el reportado en la literatura para otros materiales de aumento, incluidos xenoinjertos, aloplásticos y hueso autógeno.

Gapski y cols. [2006] presentaron una serie de casos de los efectos histológicos y clínicos de este material de injerto óseo (Puros; Zimmer) para procedimientos de elevación de seno. La histología de las muestras centrales de biopsia ósea de cuatro pacientes reveló hueso recién formado con una estructura de hueso laminar bien organizada en general, y en algunos casos, se observaron partículas restantes en contacto con el hueso recién formado circundante. El análisis histomorfométrico demostró una media del 73,3% de formación ósea en los sitios injertados, lo que resultó en una densidad ósea similar a la del hueso huésped original.

Froum y cols. [2013] realizaron un estudio para evaluar histomorfométricamente el porcentaje de hueso vital después del injerto de senos maxilares usando dos concentraciones diferentes de proteína morfogenética ósea humana recombinante / esponja de colágeno acelular (rhBMP-2 / ACS) combinada con aloinjerto óseo esponjoso mineralizado (MCBA) y para comparar los resultados con un seno de control injertado solo con MCBA. Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el hueso vital entre los dos grupos de prueba en comparación con el grupo de seno control tratado con MCBA solo. Se necesitan estudios futuros que involucren más casos y evalúen la supervivencia de los implantes colocados en estos senos aumentados para verificar los resultados de este estudio prospectivo aleatorizado.

2.6.3. Xenoinjerto

Los xenoinjertos son injertos de distinta especie, siendo su única función la de actuar como una matriz, para que se forme tejido óseo nuevo. Sólo posee propiedades osteoconductoras. Su procedencia puede ser animal o vegetal, y el de mayor uso es de origen bovino o equino. Su uso en las elevaciones de seno maxilar es recurrente. Para prevenir la antigenicidad, el tejido óseo es tratado químicamente para eliminar sus componentes orgánicos (carbonato apatito deficiente en calcio). Aunque este material parece carecer de propiedades osteoinductoras, todavía sufre remodelaciones fisiológicas y se incorpora al hueso con el tiempo. Resultados clínicos mixtos con este producto de hueso bovino han provocado que algunos profesionales recomienden su uso solo como un injerto compuesto con hueso alógeno para aumentar la cresta alveolar [Noumbissi S *et al.*, 2005]. La desventaja de los xenoinjertos es que parecen carecer de propiedades osteoinductoras, lo que hace que la tasa de rotación del hueso cortical bovino sea más lenta. Aunque hasta la fecha no se ha reportado ningún caso de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) en seres humanos, el temor de transferir la EEB a los seres humanos a través del material de injerto de hueso derivado del hueso bovino se ha producido en la literatura y los pacientes también pueden sentir ansiedad por la EEB [Tong DC, 1998].

Valentiny & Bosshardt [2018] realizaron un estudio retrospectivo para analizar y comparar mediciones histomorfométricas de hueso nuevo, injerto óseo y espacios medulares 6 meses, 12 meses y 20 años después del injerto, utilizando injerto mineral óseo derivado de bovino (Bio-Oss, Geistlich). Y reportaron que, en la zona injertada, la cantidad de hueso mineralizado fue de 16.96% a los 6 meses, 22.53% a los 12 meses y 22.05% a los 20 años, respectivamente. La cantidad de mineral óseo derivado de bovino varió de 35.87% a 4.85% en el mismo período. El volumen del hueso mineralizado recién formado no aumenta con el tiempo, a la inversa del hueso no mineralizado.

2.6.4. Aloplástico

Se trata de materiales sintéticos o inorgánicos que al igual que los xenoinjertos, sólo actúan a modo de plataforma para permitir la neoformación ósea. Los más empleados son el fosfato tricálcico, la hidroxiapatita, el sulfato cálcico, el carbonato cálcico y los cristales bio-

activos. Estos son materiales sintéticos que son una alternativa al hueso autógeno. Se pueden obtener en un volumen ilimitado, son menos costosos y no tienen potencial para transmitir enfermedades como el virus de la inmunodeficiencia humana, la encefalitis espongiforme bovina (EEB) o la hepatitis. Sin embargo, son solo materiales osteoconductoras y, por lo tanto, impredecibles en la formación de hueso nuevo [Sohn DS *et al.*, 2009].

Garlini y cols. [2010] presentaron un estudio con un seguimiento radiográfico de implantes instalados de forma inmediata en 27 senos maxilares elevados con e injertados hidroxiapatita, presentando una tasa de éxito del 100%. En estos casos el injerto óseo instalado es solo un “ayudante” al recubrimiento del implante y no cumplen un rol importante en las primeras etapas de la osteointegración, ya que esta se produce en el contacto implante-hueso (alveolar o basal remanente en el piso del seno maxilar) y no el injerto aloplásticos instalado, de forma que se podría concluir en base a esta investigación que el material aloplástico es factible de ser utilizado en elevaciones de seno maxilar pero al realizarse un análisis radiográfico se demuestra pérdida de al menos el 30% del injerto aloplástico (1,8 mm de la altura ósea alcanzada).

2.6.5. Comparación de injertos óseos para elevación de seno maxilar

Los materiales más utilizados para el procedimiento de elevación de seno son aloinjertos (tanto mineralizados como desmineralizados), xenoinjertos (de diferentes especies, generalmente bovinos) y aloplásticos (sintéticos). Una revisión de estudios clínicos que soporta la reconstrucción con hueso particulado intrasinusal, sostiene que la reconstrucción con autoinjerto presenta mayor formación ósea que cualquier otro injerto aloplásticos, homogéneo o heterogéneo evaluado [Galindo-Moreno P *et al.*, 2008].

En dos revisiones sistemáticas separadas del procedimiento de aumento de seno por Wallace SS y Froum SJ [2003] y Del Fabbro [2011], la tasa de supervivencia para implantes en senos aumentados con material de xenoinjerto fue estadísticamente igual o mayor que la de implantes en senos paranasales injertado con xenoinjerto y hueso autógeno y para implantes en senos injertados con hueso 100% autógeno. Aunque los estudios y revisiones

mencionados respaldan la eficacia de ABBM debido a su suministro y seguridad ilimitados, el médico debe recordar que los xenoinjertos son osteoconductora en lugar de osteoinductivos y, por lo tanto, la tasa de recambio óseo es más lento que el de un injerto autógeno. Para lograr una cantidad de hueso vital similar a la reportada con injertos óseos autógenos, se requiere un tiempo de cicatrización más largo. Por lo tanto, desde un punto de vista biológico, cuanto mayor sea el seno, mayor será el tiempo de maduración.

Galindo-Moreno, P y cols. [2017] realizaron compararon la elevación de seno maxilar con aloinjerto vs el xenoinjerto y demostraron que después de 12 meses de carga funcional, todos los implantes en ambos grupos fueron clínicos y radiográficamente exitosos. Histomorfométricamente, la formación ósea inicial no fue muy diferente entre los grupos 41.03% vs. 34.50%, (aloinjerto vs xenoinjerto), el injerto reabsorbido más rápido fue el aloinjerto, como se menciona anteriormente. Mientras que los análisis histológicos revelaron un mayor contenido celular, cuatro veces más líneas osteoides y mayor vascularización en el grupo de xenoinjerto.

Froum y cols. [2006] realizaron una investigación ciega, aleatorizada y controlada donde evaluaron histomorfométricamente el hueso vital formado después de un injerto bilateral con dos materiales diferentes: Puros, un aloinjerto de hueso esponjoso mineralizado (MCBA) y Bio-Oss, una matriz de hueso bovino anorgánico (ABBM), de 26 a 32 semanas después de la colocación del injerto. Después de la elevación de las paredes laterales del seno, se colocó un material en el seno derecho y el otro en el seno izquierdo, según lo determinado por elección aleatoria. Se obtuvieron núcleos tomados con trefina de 22 aumentos de seno en 11 pacientes. El análisis histomorfométrico de 10 núcleos MCBA y 9 núcleos ABBM reveló un contenido óseo vital promedio de 28.25% y 12.44%, respectivamente. El porcentaje promedio de hueso no vital residual fue del 7,65% en los núcleos MCBA y del 33,0% en los núcleos ABBM. Se formó significativamente más hueso en los sitios de MCBA. Histológicamente, tanto las partículas MCBA como ABBM estaban rodeadas de hueso nuevo, osteoide y osteoblastos. Se observó un porcentaje promedio más alto de hueso vital nuevo alrededor de las partículas de MCBA que alrededor de las partículas de ABBM.

Xavier, S y cols. [2015] evaluaron los volúmenes medios de autoinjerto vs aloinjerto sobre pacientes sometidos a elevaciones de seno maxilares, y encontraron que los resultados no fueron estadísticamente significativamente diferentes en cada punto de tiempo. Se observaron reducciones volumétricas medias de 31.35% y 35.36% (23.9% y 29.9% en los 6 meses previos a la inserción del implante, seguidos de un 9% y 9% adicional en los siguientes 6 meses), en relación con 1 semana después del injerto. Grupos de autoinjerto y aloinjerto, respectivamente, después de 12 meses. Concluyendo que no hubo diferencia volumétrica estadísticamente significativa después de 12 meses entre el uso de autoinjerto o aloinjertos para el aumento de seno. Y que un aloinjerto óseo puede servir como una alternativa que evita la morbilidad asociada con la extracción del autoinjerto.

La potencialidad de la membrana sinusal para la formación ósea es clara y definida. Srouji y cols. [2010] establecieron in vitro que células de la membrana sinusal eran capaz de formar hueso; de esta forma, se puede encontrar una justificación al hecho de realizar solo el levantamiento de la membrana sinusal para obtener hueso; de hecho, esta también puede ser el motivo del que muchos materiales (a veces llamados biomateriales) presenten altas tasas de éxito en estudios de seguimiento radiográfico tras la elevación del seno maxilar.

Scarano y cols. [2006] compararon diferentes materiales de injerto óseo para el aumento del seno maxilar en humanos. Se usaron un total de 9 biomateriales (hueso autólogo, DFDBA, Biocoral, Bioglass, Fisiograft, Pep-Gen P-15, sulfato de calcio, Bio-Oss, e hidroxiapatita) en los procedimientos de aumento de seno. Los resultados histológicos demostraron que casi todas las partículas de los diferentes biomateriales estaban rodeadas por hueso. Algunos materiales eran más reabsorbibles que otros. Se incluyen las características clarificadas de la histomorfométrica del hueso recientemente formado alrededor de las diferentes partículas injertadas. Arrojando como resultados una mayor ganancia de hueso nuevo formado el hueso autólogo (40.1%) DFDBA (29%), Biocoral (39%), Bioglass (31%), Fisiograft (33%), Pep-Gen P15 (37%), Sulfato de calcio (38%), Bio-Oss (39%), Hidroxiapatita (32%). Los autores concluyeron que todos los materiales examinados resultaron ser biocompatibles y parecen mejorar la formación de nuevo hueso en la elevación del seno maxilar.

Xu H y cols. [2004], al igual que Pagliai y cols. [2000] demostraron que los principios biológicos básicos de una elevación de piso de seno son similares al mecanismo biológico de un callo óseo. Es decir, la elevación de la membrana de Schneider tiene un comportamiento similar a la regeneración ósea guiada (ROG); los injertos osteoconductores son el soporte para evitar el colapso de la membrana permitiendo además que en sus intersticios o espacios interpartículas se forme una red vascular (angiogénesis) y se da la formación de nuevo hueso inmaduro, que por mecanismos de reabsorción y reemplazo se transforma en hueso laminar o maduro.

Además del material de relleno, otro tema relevante es el volumen de injerto óseo necesario, lo que muchas veces es poco considerado por el operador. Jang y cols.[2010] sugieren que el injerto óseo instalado debe mantener contacto íntimo con el piso y también con la pared medial del seno maxilar para optimizar las propiedades osteoconductivas en la etapa regenerativa; por otra parte, en senos maxilares de mayor volumen sugieren optar por injertos autógenos, debido a las propiedades que presenta, superiores a cualquier otro material utilizado.

2.7. Complicaciones

Como todo procedimiento invasivo en el organismo puede también tener ciertas complicaciones antes, durante y posterior al tratamiento, y se debe realizar una adecuada planeación del acto quirúrgico para lograr obtener un éxito en el procedimiento, dentro de las múltiples complicaciones que puedan existir en una elevación de seno maxilar [Thoma DS *et al.*,2015].

Como indican varios autores, la elevación de seno por vía lateral es considerada como un procedimiento quirúrgico seguro con una baja prevalencia de complicaciones (Perforación de la membrana de Schneider 10-60%, sinusitis postoperatoria 3.9%, infección posquirúrgica 7.1%). Dentro de las complicaciones intraoperatorias más comunes, se destacan la perforación, según la técnica de osteotomía que se utilice, ya sea la rotatoria o utilizando un generador de ultrasonido o piezo eléctrico cuya principal ventaja es precisamente disminuir el daño a los tejidos blandos [Testori T *et al.*, 2008].

Las complicaciones que se pueden presentar en el momento de realizar una ventana quirúrgica lateral se dividen en a) intraoperatorias: perforación de membrana (la más frecuente, 40% de los casos realizados), hemorragia de la arteria intraósea de pared sinusal externa, fractura del reborde alveolar residual, obstrucción del ostium y daño a dentición adyacente. b) Postoperatorias tempranas: dehiscencia de sutura, infección aguda, pérdida de implante, exposición de la membrana de RTG, pérdida del injerto óseo. c) Postquirúrgicas tardías: pérdida de injerto, migración de implante (aspiración en seno maxilar, comunicación buco-sinusal, dolor crónico, sinusitis crónica y una trombosis séptica del seno cavernoso [Tan WC *et al.*,2008].

Shanbhag y cols. [2014] Buscaron determinar, mediante CBCT, la altura residual de la cresta, el grosor de la membrana del piso sinusal y la permeabilidad del ostium en pacientes que están siendo evaluados para la colocación del implante en el maxilar posterior. Se observó que la membrana era > 2 mm en el 60,6% de los pacientes y el 53,6% de los senos paranasales. Se observó una altura de la cresta de 4 mm en 46,9% y 48,9% de los sitios molares edéntulos primero y segundo, respectivamente. La obstrucción del ostio se observó en el 13,1% de los senos paranasales y se asoció con una permeabilidad de 2–5 mm (6,7%), 5–10 mm (24%) y > 10 mm (35,3%).

2.7.1. Perforación de la membrana de Schneider

Ya sea con osteótomos o realizando una ventana quirúrgica lateral la complicación intraoperatoria más común asociado con el procedimiento de elevación de seno como se menciona anteriormente es la perforación de la membrana de Schneider (10-60%) [Pikos, 2008]. Cuando es perforada tiene un impacto importante en la integridad del seno y puede comprometer la supervivencia del injerto óseo y el éxito del procedimiento quirúrgico. Esta puede aumentar notablemente el riesgo de incidencia de sinusitis y/o infección. Sin embargo, la perforación de la membrana de Schneider no aumenta la pérdida ósea marginal alrededor del injerto óseo [Mahmoud Al-Dajani *et al.*, 2014].

Con relación al manejo de esta complicación, no existe un claro consenso. En reglas generales, la mayoría de los autores establecen, que, en caso de producirse una perforación

de la mucosa, se debe cesar el despegamiento en ese lugar, debiendo continuar en una zona diferente para no aumentar la dehiscencia. En ocasiones, cuando el desgarro es pequeño, el repliegamiento de la mucosa sobre sí misma al elevar la ventana ósea es suficiente para excluirlo [Van den Bergh JP *et al.*, 2000].

El manejo de la membrana Schneider perforada se realiza intraoperatoriamente principalmente sobre la ubicación y el tamaño de la perforación. Una vez que se realizó la perforación, el operador debe evitar aplicar cualquier presión innecesaria que pueda aumentar el tamaño de la perforación. En perforaciones menores, doblar la membrana sobre sí mismo puede ser suficiente. Las perforaciones pequeñas se pueden manejar usando una pequeña membrana de colágeno y/o una membrana bioabsorbible. En perforaciones grandes, se debe considerar una sutura cuidadosa o la aplicación de adhesivo de fibrina para cerrar la perforación. Además, una membrana bioabsorbible debe colocarse solo sobre la superficie de la membrana Schneider suturada [Mahmoud Al-Dajani *et al.*, 2014].

Hernández-Alfaro y cols. [2008] distinguen tres tipos de perforaciones en función de su tamaño. De la misma forma que Fugazzotto indica que la presencia de roturas de la membrana tampoco representa una contraindicación absoluta para efectuar las elevaciones de seno. Este es el manejo que los autores dan cuando se presenta un tipo de complicación como esta y posteriormente posicionando un injerto óseo:

- Perforaciones < 5 mm
 - Membrana de colágeno
 - Sutura reabsorbible
- Perforaciones 5-10 mm
 - Hueso laminar de la ventana ósea + membrana de colágeno
- Perforaciones >10 mm
 - Hueso laminar de la ventana ósea
 - Colgajo pediculado de bola de Bichat
 - Colocación de un injerto en bloque procedente de la sínfisis o de la rama mandibular

En la conferencia nacional de consenso sobre el injerto óseo del seno maxilar del 2010, establecieron otra clasificación para orientar al clínico en relación con el manejo y soluciones en caso de perforaciones de la membrana sinusal [Villareal PM *et al*, 2010].

- Perforaciones de 1-2 mm = Diseñar un poco más la membrana para que se coapte la ruptura o colocar una lámina de colágeno o de celulosa oxidada y posicionar Injertos óseos particularizados.
- Perforaciones de 2-5mm = Membrana de colágeno reabsorbible o láminas de celulosa oxidada y posicionar Injertos óseos particularizados.
- Perforaciones de 5-10 mm = Membrana de colágeno más rígida y posicionar Injertos óseos particularizados.
- Perforaciones > 10 mm = Membrana de colágeno más rígida y posicionar Injertos en bloque.

Durante el procedimiento de elevación del seno maxilar se puede perforar en 3 etapas: mientras se prepara la ventana ósea lateral, elevando la membrana sinusal y, por último, al poner material de injerto en la cavidad sinusal. Los instrumentos utilizados durante la cirugía van a tener influencia en la tasa de perforaciones de la membrana. [Pikos, 2008].

La literatura científica actual es heterogénea en respecto al tipo del instrumento piezoeléctrico y rotativo en relación con las tasas de perforación de la membrana sinusal. Los instrumentos piezoeléctricos mejoran el sentido táctil y disminuye la cantidad de complicaciones (perforación de la membrana). [Corinne Jordi *et al*, 2018].

Pjetursson y cols. [2008] reportaron menor ocurrencia de perforaciones de la membrana de Schneider cuando se utiliza piezosurgery en comparación con los enfoques convencionales. La razón de esta diferencia puede ser explicada por las habilidades técnicas de la cirugía piezoeléctrica.

Los dispositivos piezoeléctricos son capaces de cortar huesos altamente mineralizados debido a su poder quirúrgico que es tres veces más alto de lo normal y debido a que tiene modulaciones variables de la poderosa pieza de mano piezoeléctrica con su frecuencia funcional de 25 a 29 kHz. Específicamente diseñado para las inserciones de osteotomía y

osteoplastia la cual se mueven con micro vibraciones lineales (60 a 210 μm), que son ideales para que el grosor medio de la membrana de Schneider sea 1,13 mm. También mejora la visibilidad y la higiene en el área de operación permitiendo que la incisión ósea sea controlada [Corinne Jordi *et al*, 2018].

Pikos [2008] propone una variedad de técnicas para manejar estas perforaciones. Estos incluyen suturas, el uso de membranas de colágeno, selladores de fibrina, láminas de hueso laminar humano liofilizado y celulosa oxidada regenerada. Todas estas técnicas implican la reparación de perforaciones de la membrana sinusal que varían en tamaño desde 2 mm hasta aproximadamente 1,5 cm con una excepción. Sugiriendo el uso de una membrana de colágeno de reabsorción lenta para la reparación de perforaciones grandes (1,5 cm) y para los senos que implican roturas completas.

Wallace y cols. [2007] presentaron un enfoque alternativo que utiliza un instrumento piezoeléctrico para el procedimiento de elevación de seno. Logrando reducir la tasa de perforación de la membrana utilizando la técnica piezoeléctrica de la tasa promedio reportada del 30% con instrumentación rotativa al 7%. Además, todas las perforaciones con la técnica piezoeléctrica ocurrieron durante la fase de instrumentación manual y no con los insertos piezoeléctricos.

2.7.2. Sinusitis

Timmenga y cols. [1997] presentó un trabajo con 45 pacientes operados para elevación de seno maxilar y una incidencia de 2 casos como sinusitis postoperatoria, señalando que a pesar de presentar cerca de un 30% de laceraciones de la membrana sinusal en el intraoperatorio, no se observó ninguna relación entre este evento y la sinusitis posterior. Sin embargo, una pequeña perforación durante la cirugía no indica necesariamente la aparición posterior de sinusitis o pérdida de los implantes. La agresión de la mucosa y la inflamación postoperatoria, normal después de tal cirugía, puede influenciar en el sistema de limpieza mucociliar que tendrá importancia sobre todo en aquellos pacientes con factores predisponentes o historia previa de patología sinusal. Son sobre todo estos pacientes los que tienen una incidencia más elevada a padecer sinusitis postoperatoria.

Algunos autores recomiendan el uso de descongestionantes nasales como la oximetazolina al 0,5 por ciento (simpaticomimético tópico con efecto vasoconstrictor de 5-8 horas) o la fenilefrina (simpaticomimético tópico con efecto vasoconstrictor de 1 hora). Deben aplicarse tres veces al día durante tres días, pero se recomienda no utilizarlos más de tres o cuatro días ya que provocaríamos un efecto rebote con el desarrollo posterior de rinitis. Lo que no es recomendable es el uso de antihistamínicos ya que incrementan la viscosidad de las secreciones mucosas dificultando el drenaje [Misch, 1995].

2.7.3. Sangrado Intraoperatorio

El sangrado intraoperatorio puede producirse debido a la lesión de los tejidos blandos circundantes al seno o de las ramas vasculares que se encuentran en el interior del hueso maxilar. Debido a que en la pared anterolateral del seno se halla la anastomosis de la arteria alveolar posterosuperior con la arteria infraorbitaria [Zijderveld SA *et al.*, 2008].

Aunque en la mayoría de las ocasiones, la hemorragia no es frecuente debido a la ausencia de una arteria principal en el área de acceso al seno, existen casos en donde se ha descrito esta complicación [Elian N *et al.*, 2005].

En relación con el diámetro de los vasos, si se lesiona una arteria de más de 2 mm, el sangrado que se produce es copioso. Esto se traduce en una baja visibilidad del campo quirúrgico, un mayor riesgo de perforar la membrana sinusal, un aumento del tiempo operatorio, así como una mayor dificultad para la colocación del injerto óseo. Asimismo, la interrupción del flujo sanguíneo podría influir negativamente en el proceso de neoangiogénesis del injerto colocado en el interior del seno [Mardinger O *et al.*, 2007].

Diferentes autores aconsejan presionar de forma directa el punto sangrante para intentar detener la hemorragia y el uso de vasoconstrictores, cera de hueso, bisturí eléctrico o la sutura del vaso adyacente al punto de sangrado [Froum, 2010].

Maridati y cols. [2014] describen una técnica alternativa para acceder al seno maxilar, cuando previamente se ha identificado el recorrido de la arteria con la CBCT realizando una doble ventana en la pared anterolateral del seno, protegiendo de esta forma la arteria ya que permanece intacta entre las dos ventanas para prevenir este tipo de complicación.

3. Planteamiento del problema

La planificación adecuada del tratamiento odontológico es necesaria para asegurar un resultado exitoso cuando se requiere la utilización de una terapia con implantes dentales. La zona posterior del maxilar es especialmente difícil de tratar debido a la naturaleza dinámica de la cavidad sinusal; Específicamente hablando, la neumatización del seno puede estar presente por la pérdida dental, y debe abordarse mediante la elevación del seno maxilar, para lograr así, una posición más apical del implante. La decisión de colocar un implante durante el proceso de elevación se deja al cirujano, pero esta decisión está limitada por la estabilidad del implante en el momento quirúrgico. En un estudio de Peleg y cols. [2004] reportaron que el índice de fracaso de implantes estabilizados en 5 mm o menos hueso residual desde la cresta ósea hasta el piso del seno maxilar en una zona posterior, demostrando una tasa de fracaso significativamente más alta al compararse con los implantes colocados en más de 5 mm de altura ósea residual. Sin embargo, el éxito logrado en todos grupos era muy alto y atribuido a la estabilización adecuada de los implantes.

Por lo tanto, al tener poca altura ósea en una zona edéntula posterior del maxilar superior que presenta una reabsorción natural con el tiempo causada por la extracción o pérdida dental en combinación con una neumatización del seno maxilar, es necesario realizar un abordaje quirúrgico a través del seno maxilar para recuperar las dimensiones óseas perdidas y así, poder posicionar un implante más apicalmente garantizando su estabilidad en el tiempo. Como lo soportan varios autores [Misch, 1984; Simion, 2001; Peleg, 2004; Wang, 2008] cuando se tiene menos de 5mm de hueso residual en altura en la zona posterior maxilar la técnica más predecible es la realización de una ventana quirúrgica con un abordaje lateral, una elevación cuidadosa de la membrana de Schneider, obturación de la cavidad con un bio material de regeneración ósea y la colocación del implante según la estabilidad en el momento del acto quirúrgico o en una segunda cirugía.

La determinación de la eficiencia y los niveles óseos post-injerto pueden realizarse mediante estudios tomográficos. Los estudios de CBCT ofrecen información precisa tanto en

imagen como en mediciones sobre los niveles de formación ósea en los procedimientos de levantamiento de piso de seno en comparación con los estudios clásicos de radiografías periapicales y panorámicas. Shanbhag y cols. [2014] realizaron un estudio empleando CBCTs como método de diagnóstico en pacientes evaluados para la colocación de implantes en el maxilar posterior. Logrando determinar la altura de la cresta residual, el grosor de la membrana sinusal del piso del seno maxilar. Asimismo, con las tomografías de cone beam se permite valorar en forma cuantitativa los cambios a largo plazo en zonas injertadas del maxilar postero superior.

Las tomografías axiales computadas juegan un papel importante en la determinación de la calidad del hueso en el maxilar posterior y además guían en forma precisa el planeamiento de los protocolos quirúrgicos que el operador dispone para la elevación del seno maxilar.

Debido a la posibilidad de rehabilitar con implantes en sectores posteriores con escaso remanente óseo tratados luego de procedimientos de relleno de seno maxilar con materiales de injertos, es necesario conocer la ganancia de hueso en altura como así también de volumen óseo, tras dicho procedimiento para la correcta planificación. Por esta razón, el objetivo general de este trabajo de investigación fue determinar mediante tomografías computarizadas de haz cónico los niveles óseos en altura vertical, obtenidos luego de la aplicación de injertos con óseos en procedimientos de levantamiento de seno maxilar con abordaje lateral en pacientes adultos [Wang, 2008].

4. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los niveles de ganancia ósea en altura, que se obtienen luego de realizar una elevación de seno maxilar mediante una ventana quirúrgica con abordaje lateral e interposición de un aloinjerto mineralizado en pacientes adultos previo a la colocación de implantes evaluados mediante CBCT?

5. Justificación

Los pacientes que serán sometidos a un tratamiento implantológico en la zona posterior maxilar y presentan reabsorción del reborde y/o neumatización del seno maxilar severa deberán ser intervenidos mediante una elevación de seno maxilar con una ventana lateral para generar una ganancia ósea en altura de los tejidos duros perdidos por la interposición de un material óseo con características osteoinductivas que estimula la producción de nuevo hueso en la cavidad sinusal.

Se ha demostrado que la técnica empleada es una técnica predecible, confiable, con gran tasa de éxito, y es la técnica que más ganancia ósea genera para la elevación de seno maxilar a partir de una altura inicial menor a 5mm, ideal para pacientes que se someterán a un tratamiento de rehabilitación con implantes en la zona posterior.

Este estudio contribuirá a conocer la ganancia ósea en altura tras realizar la elevación de seno maxilar con un abordaje lateral y una interposición de un material óseo, conociendo la predictibilidad de la técnica y la tasa de éxito de esta.

6. Objetivos

6.1. *Objetivo general*

Determinar mediante cone beam computerized tomography (CBCT) la ganancia ósea en altura vertical, obtenida luego elevación del seno maxilar con abordaje lateral y la colocación de aloinjerto mineralizado.

6.2. *Objetivos específicos*

- Comparar los cambios en altura antes y después de la elevación de seno maxilar
- Determinar si la edad de los pacientes es un determinante para la cantidad de hueso ganado
- Determinar si existe una relación con la experticia del operador al momento de comparar la altura ósea ganada

7. Aspectos metodológicos

7.1 Tipo de estudio

Serie de Casos

7.2 Población y muestra

Pacientes adultos de la práctica privada que fueron sometidos a una elevación de seno maxilar con una ventana quirúrgica lateral para la posterior colocación de implantes dentales en la zona injertada con un aloinjerto mineralizado.

7.3 Población de Estudio

Se realiza una búsqueda en la base de datos de la clínica privada y se seleccionaron y revisaron 64 historias clínicas de los pacientes sometidos a una elevación de seno maxilar con ventana quirúrgica lateral que tuvieran una CBCT del área injertada previa al procedimiento y una CBCT como mínimo 7 meses postquirúrgico. Cirugía realizada durante el periodo de febrero del 2009 a noviembre del 2018.

7.4 Criterios de Inclusión

- Pacientes sometidos a elevación de seno maxilar únicamente con técnica de ventana quirúrgica lateral
- Pacientes que al revisar la historia clínica presentaran como mínimo una CBCT previa a la realización del procedimiento y como mínimo una CBCT posterior a la realización del procedimiento que se haya tomado 6 o más meses
- Individuos mayores a 40 años
- Pacientes con colocación de implante inmediata

7.5 Criterios de Exclusión

- Pacientes sometidos a elevación de seno maxilar con otra técnica diferente a ventana quirúrgica lateral
- Pacientes que no presentaban alguna CBCT, ya sea previa o posterior al tratamiento

- Pacientes que tuvieron complicaciones durante el procedimiento quirúrgico
- Pacientes que tuvieron complicaciones luego de realizado la elevación de seno maxilar
- Pacientes con dientes presentes en el momento de la realización de la cirugía en el área que fue realizada la elevación

7.6 Métodos y técnicas para la recolección de la información

Se realiza una revisión de historias clínicas de pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión y se extrae información de la edad, sexo, enfermedades sistémicas, fecha de la cirugía, y se realiza la lectura de las CBCTs pre y post quirúrgicas. Todos los datos son recopilados y almacenados en una tabla de Excel previamente elaborada. Se ubican los sitios donde se posicionarían los futuros implantes y se realiza una medición en altura en mm desde la cresta ósea hasta el piso del seno maxilar. Como referencia, en la CBCT prequirúrgica se usa el diente adyacente (punto de referencia) más cercano a la zona edéntula donde posteriormente se realizaría la elevación del seno maxilar y se mide en milímetros mesio distalmente desde el punto de referencia hasta el sitio donde según la planeación prequirúrgica se colocaría el implante dental posterior al procedimiento quirúrgico.

En todas las CBCTs de los pacientes se utilizaron las mismas herramientas del software ICAT-Vision; la distancia entre cada corte sagital se dispone a 1mm representados en la imagen panorámica. En la imagen panorámica, se ubica el eje X sobre la zona edéntula que será injertada en el sentido horizontal y sobre el eje Y se ubica la herramienta a nivel del piso del seno maxilar, logrando así una imagen clara en sentido sagital. La ventana de cortes sagitales se programa a 3x1 mostrando así 3 cortes sagitales de la zona de estudio. Las medidas son tomadas en milímetros con la opción “distance”, usadas para medir la altura del reborde residual previo a la cirugía y la posterior altura ganada con el injerto óseo [Anexos].

Esta distancia tomada de la tomada de la CBCT prequirúrgica se antepone en la CBCT posterior a la elevación del seno maxilar y se ubica el punto exacto donde se mide en sentido vertical la ganancia ósea. Se procede a tomar la medida en milímetros en sentido

vertical desde la parte más coronal de la cresta ósea hasta la parte más apical de la ganancia ósea exactamente en el punto mesio distal en donde se tomó la medida en la CBCT prequirúrgica.

A la medida tomada luego de realizada la elevación del seno maxilar se le resta la medida inicial (previo al procedimiento quirúrgico) del reborde edéntulo, el resultado de esta ecuación representa la ganancia ósea en altura obtenida en el área donde se realizó la elevación de seno maxilar.

Esta ecuación se realiza en cada paciente que cumplió con los criterios de inclusión y se realizó una tabla de Excel donde se organizaron los datos recopilados por fecha de la cirugía (de más antigua a más reciente). Tras completar la tabla de datos se obtiene el promedio de ganancia ósea, tras realizar la suma de todas las ganancias óseas de los 64 pacientes y dividirla por el número de pacientes.

8. Resultados

8.1 Características demográficas

Se estudiaron un total de 128 CBCTs de pacientes adultos de consulta privada los cuales fueron sometidos al procedimiento quirúrgico en los años 2009 hasta 2019. Con un rango de edad para la población de estudio de 44 a 76 años (edad media: 59 años). Todos los pacientes fueron sometidos a una elevación de seno maxilar con abordaje lateral con colocación de un injerto óseo en el seno maxilar para aumentar la altura vertical del hueso residual posterior. Los materiales de regeneración utilizados como sustituto óseo fueron hueso cancelar, cortical o cortico cancelar en algunos casos se utilizó partícula grande y en otras partículas pequeñas, en 3 casos se utilizó hidroxiapatita y en 9 casos hueso Putty. Se utilizaron apósitos como Collatape y Collaplug, las membranas de barreras de elección fueron BiomendExtend, Biomend Regular, dermis y de pericardio, en algunos casos se utilizaron taches para la fijación de estas. 64 CBCTs fueron prequirúrgicas y 64 postquirúrgicas evaluadas entre 7-32 meses (promedio= 17 meses) posterior a la realización de la elevación sinusal del de seno maxilar, en ninguno de los casos se realizó colocación inmediata de implantes dentales, en todos los pacientes del estudio se realizó la técnica de abordaje lateral, ya sea, con piezo eléctrico, o con fresas de diamante. En las CBCT pre-quirúrgicas se midió en milímetros la altura residual del hueso en sentido vertical desde la cresta ósea de los rebordes residuales de los senos neumatizados hasta el piso del seno maxilar en la zona donde se realizaría la colocación de implantes dentales definida prequirúrgicamente. En las CBCT post-quirúrgicos se midió, la altura ósea regenerada en el plano sagital en el punto exacto donde se realizó el corte en la CBTC pre-quirúrgica. Los resultados obtenidos fueron incluidos en la tabla 1 y comparados, fueron tenido en cuenta la edad de los pacientes y la zona donde se realizó la elevación de seno maxilar, la fecha de la CBCT final (el tiempo en que se realizó la toma después de que se desarrolló la cirugía) y la ganancia ósea. (Tabla 1).

Tabla 1. *Características demográficas del estudio.*

Altura ósea inicial en mm	Altura ósea final en mm	Diferencia entre ganancia ósea inicial y final	Año de la cirugía
4,00	17,85	13,85	2008
1,50	17,05	15,55	2009
2,90	14,06	11,16	2009
4,90	13,25	8,35	2009
2,50	12,53	10,03	2009
1,75	15,89	14,14	2009
1,03	13,48	12,45	2009
1,75	15,01	13,26	2009
2,30	13,83	11,53	2009
2,50	13,81	11,31	2009
3,25	14,04	10,79	2010
2,85	9,75	6,90	2010
2,50	10,08	7,58	2010
5,64	12,41	6,77	2010
5,75	17,51	11,76	2011
4,50	16,25	11,75	2011
4,46	17,9	13,44	2011
1,00	13,73	12,73	2013
4,6	15,00	10,40	2013
6,75	22,01	15,26	2013

3,25	18,52	15,27	2013
5,22	19,77	14,55	2013
4,25	13,61	9,36	2013
4,25	13,50	9,25	2013
4,60	16,57	11,97	2014
6,40	13,83	7,43	2014
2,00	11,50	9,50	2014
3,54	15,32	11,78	2014
1,50	13,00	11,50	2014
1,75	13,50	11,75	2014
1,75	12,75	11,00	2014
5,01	14,50	9,49	2014
3,58	20,97	17,39	2014
4,28	19,83	15,55	2014
2,36	17,68	15,32	2014
5,48	10,12	4,64	2014
1,50	22,55	21,05	2014
2,25	14,00	11,75	2015
7,00	12,79	5,79	2015
1,50	13,61	12,11	2015
2,76	9,82	7,06	2015
4,78	15,32	10,54	2015
6,25	16,01	9,76	2015
2,61	18,74	16,13	2015

3,54	10,8	7,26	2015
1,00	21,25	20,25	2016
2,50	16,25	13,75	2016
1,75	10,00	8,25	2016
4,00	14,08	10,08	2016
2,80	10,53	7,73	2016
4,25	10,26	6,01	2016
5,25	15,66	10,41	2016
4,43	14,27	9,84	2016
4,00	15,7	11,70	2017
5,25	12,25	7,00	2017
3,25	11,50	8,25	2017
3,25	17,51	14,26	2018
2,75	13,54	10,79	2018
4,00	11,51	7,51	2018
2,86	11,05	8,19	2018
1,95	11,83	9,88	2018
1,43	8,59	7,16	2018
1,95	13,83	11,88	2018
1,00	17,27	16,27	2018

8.2 Ganancia vertical en altura ósea al comparar CBCT inicial Vs CBCT final

Al comparar las CBTCs pre-quirúrgicas vs CBCTs pos-quirúrgicas en los pacientes sometidos a una elevación del piso del seno maxilar con un abordaje lateral e interposición de injerto óseo se observó una ganancia ósea en altura final en todos los pacientes sometidos al procedimiento quirúrgico con una promedio de ganancia ósea de 11,06 mm ($p=0,00$). Representado en un diagrama de cajas y bigotes, el tipo de distribución de los datos por Shapiro Wilks(Figura 1).

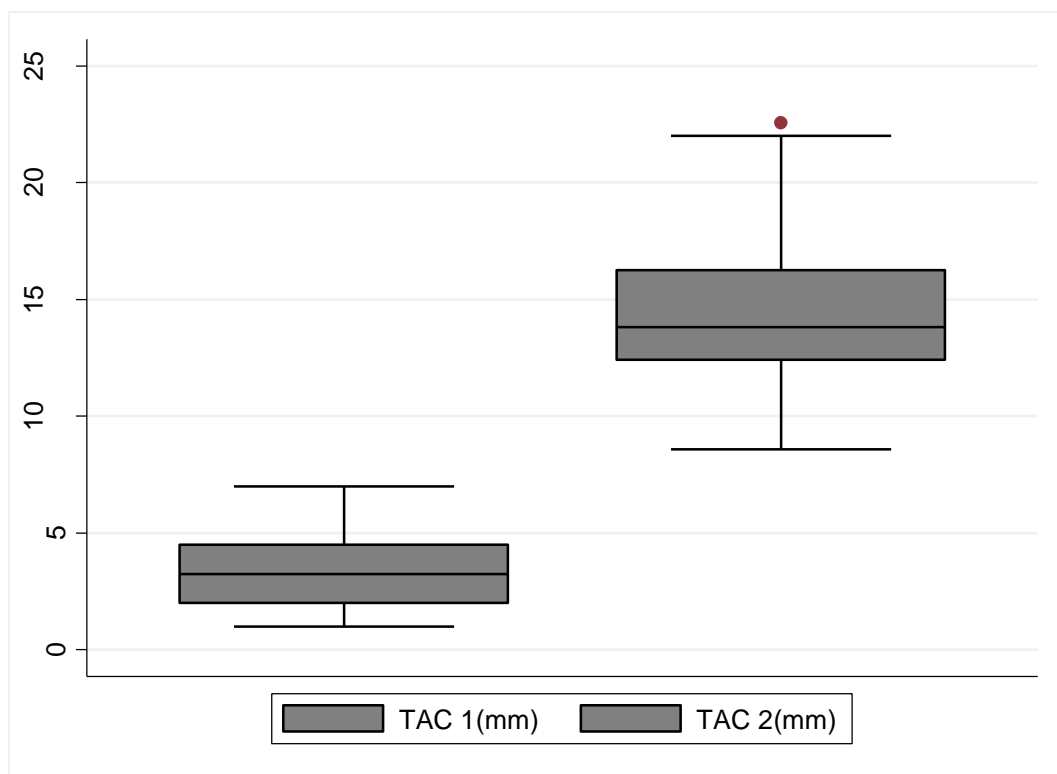


Figura 1. *Ganancia vertical de altura ósea al comparar CBCT inicial VS CBCT final.*

TAC 1:CBCT inicial representada en milímetros

TAC 2: CBCT final representada en milímetros.

8.3. Evaluación de ganancia ósea en años

Al comparar la altura ósea ganada a través de los años en que se realizó la cirugía se encontró una mayor ganancia en los pacientes que se les realizó el procedimiento de elevación sinusal entre 2013-2015 (9.425mm) comparado con los pacientes tratados entre el 2009-2012 (8,35mm) y los tratados entre el 2016-2018 (7,73mm), (Figura 2).

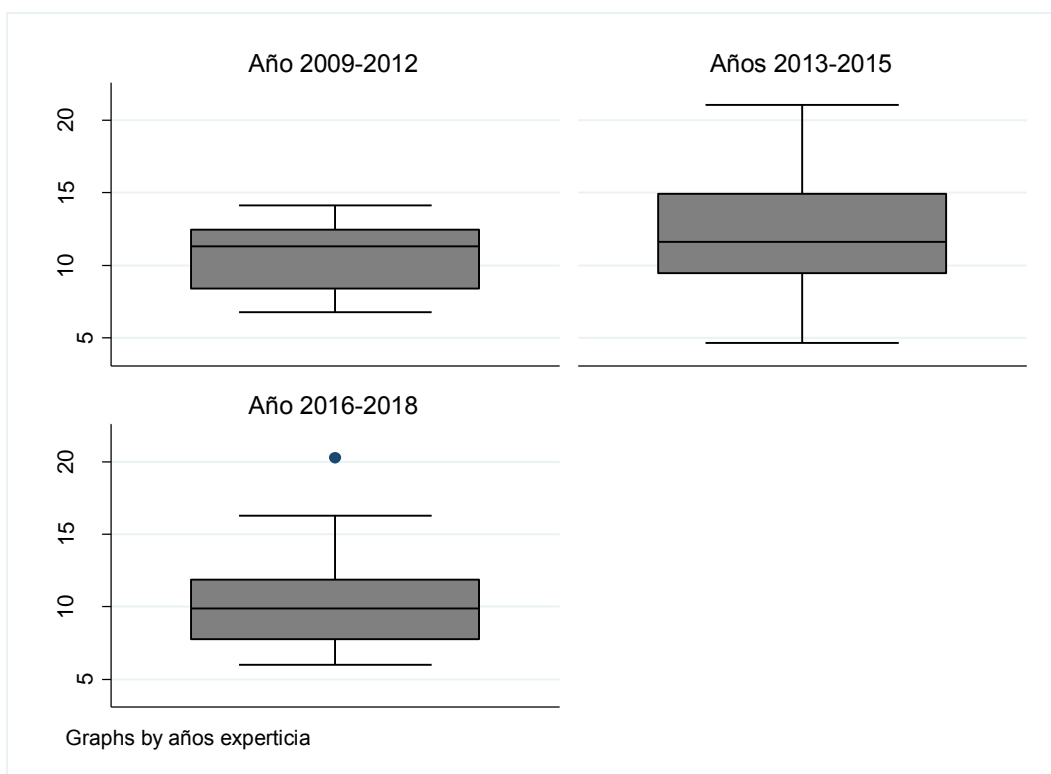


Figura 2. Evaluación de ganancia ósea en años del 2009-2012, 2013-1015 y 2016-2018.

8.4 Evaluación de ganancia ósea en meses

Al comparar la ganancia en altura vertical ósea según el tiempo en que la CBCT fue tomada posterior a la cirugía se encontró una mayor ganancia en las CBCTs que fueron evaluadas de 19-32 meses después de realizado el procedimiento en comparación con las CBCT que fueron evaluadas de 7-9 meses y de 10-18 meses ($p=0,923$). Como se representa en la figura 3.

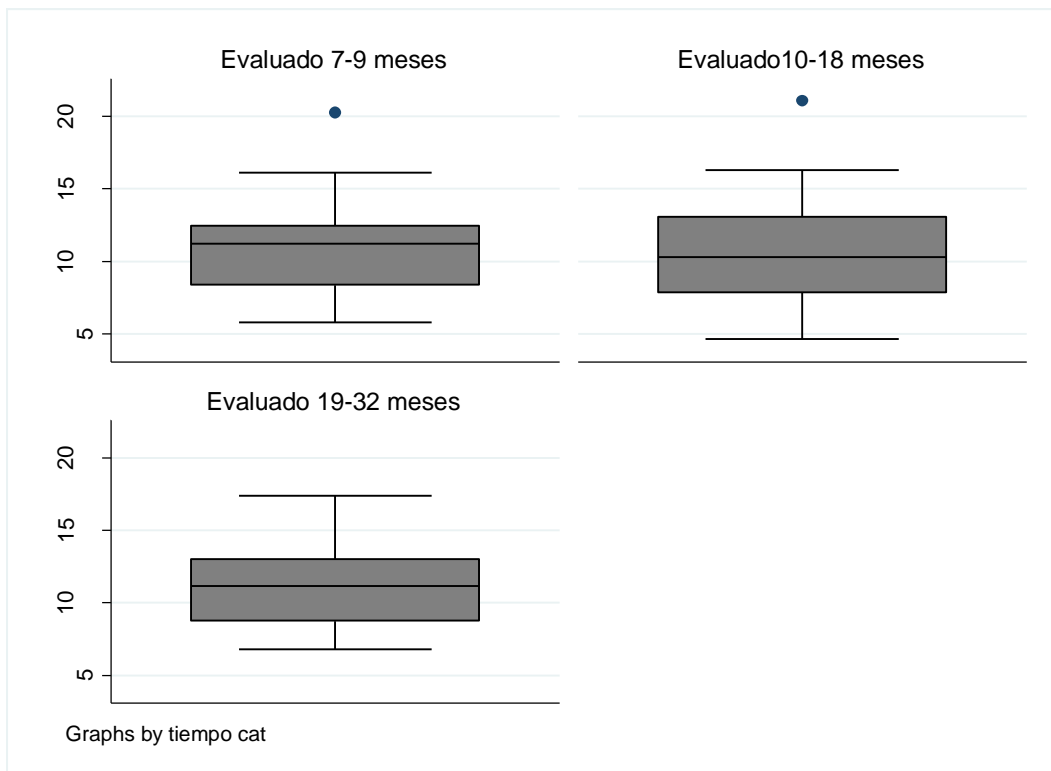


Figura 3. Evaluación de ganancia ósea en meses de 7-9, 10-18 y 19-32.

8.5. Evaluación en comparación con la edad de los pacientes

Al comparar la edad del paciente en el momento que fue realizada la cirugía con la ganancia ósea obtenida posterior al tratamiento de elevación de seno maxilar no se encontró una correlación alguna ($p=0,4476$), por lo cual la edad no es un factor que influya en la regeneración ósea en una elevación de seno maxilar.

9. Discusión

En el pasado, los implantes se colocaban en el maxilar sin modificar la topografía del seno maxilar. A finales de los años 70 Tatum comenzó a aumentar el maxilar posterior superior con onlays autógenos de hueso de costilla humana con el objetivo de producir hueso vertical necesario para el soporte de los implantes. Otro importante referente como, Misch [1989] planteo un tratamiento del seno maxilar en donde se incluye el ancho del hueso disponible y su relación con el abordaje quirúrgico y el diseño del implante. En los años 90 se despertó un mayor interés en la técnica de injerto sinusal. Se incorporaron cambios menores a las técnicas originales, diferentes materiales de injertos, orígenes diferentes para la parte autógena del injerto, datos histomorfométricos en relación con la curación del injerto y otros estudios retrospectivos relativos a las tasas de supervivencia de implantes colocados en senos injertados con un planteamiento simultáneo o diferido [Misch *et al.*, 2009].

En la actualidad, se dispone como elemento de alta precisión diagnóstica en los tres planos del espacio, las CBCTs. Estas son una opción segura en la planificación del tratamiento y contribuyen a una mayor previsibilidad del resultado del tratamiento final y en el mejor control del volumen óseo obtenido. Duong Hieu, en una publicación con imágenes panorámicas en 2D sobre cambios de altura en injertos de seno maxilar, afirmaron que se necesitan estudios con imágenes en 3D, como las tomografías computarizadas o las resonancias magnéticas. Dado que en los estudios de 3D se pueden observar los cambios en la altura del injerto y el volumen de seno maxilar con mayor precisión. Las CBCT y el software de imágenes médicas empleado para la visualización de imágenes son herramientas confiables para estudiar el comportamiento de los biomateriales después de los procedimientos de aumento de seno [Krennmair *et al.*, 2006; Chhabra *et al.*, 2011].

La mayoría de los autores sugieren la técnica de ventana lateral en los casos límite, en los que el piso del seno maxilar está prácticamente en contacto con el reborde alveolar y la altura del hueso es deficiente. Esta es una técnica que realizada correctamente puede crear suficiente cantidad y calidad de hueso para colocar implantes, permitiéndonos aumentar el

volumen en altura de la cresta ósea alveolar en su base. En este caso se optó por esta técnica debido a que existía una gran cantidad de pérdida de volumen vertical ocasionada por una neumatización del seno maxilar [Deporter *et al.*, 2000].

En este proyecto se utilizó aloinjerto óseo por deshidratación de solventes (SDBA), los estudios han documentado una regeneración ósea más rápida a los 6 meses que los injertos que contienen matriz de hueso bovino sinterizado, mantiene las propiedades osteoconductoras ya que conserva la matriz de colágeno del hueso natural y la composición mineral, el patrón trabecular y la porosidad original, permitiendo así el crecimiento interno del tejido conectivo vascular y celular. Los procedimientos de injerto de seno maxilar con aloinjerto son una alternativa quirúrgica confiable y probada que conlleva a la formación ósea permitiendo una adecuada ganancia de tejido óseo en altura y volumen, para luego realizar planificación adecuada y colocación de implantes en zonas posteriores del maxilar superior; aunque el tema del material de injerto óptimo para el aumento del suelo sinusal es controvertido. Este estudio arrojó 52.6% de valor osteoconductor para el material aloinjerto y 26.7% para el aloplástico con un ($P = .001$). En las zonas en donde utilizaron material aloplástico mostraron evidencia de un infiltrado inflamatorio crónico ligero, el material mejor osteoconductor e ideal para el aumento del suelo sinusal es el aloinjerto [Kolerman *et al.*, 2017].

Akal & Cambazog˘lu [1995] utilizaron chips de hueso deshidratados con solventes y obtuvieron resultados exitosos en términos de fácil aplicación clínica y migración de partículas. No se observaron complicaciones, como reacciones inmunológicas que pudieran causar rechazo de tejido e infección. Nuestro estudio verifica este resultado.

Frame y cols. [1987] declararon que la hidroxiapatita aumentó el desarrollo óseo al formar una matriz conveniente. En dos estudios, se descubrió que la hidroxilapatita acelera la formación de hueso y no causa infección en el tejido. El tejido conectivo circundante penetró en el injerto a través de estructuras vasculares hasta llegar a una hidratación de tejido óseo. Özcan y cols. [2000] informaron que la hidroxiapatita contribuyó positivamente al desarrollo óseo 7, 15, 30, 45 y 60 días después del procedimiento de regeneración ósea, pero el tejido óseo no penetró en el injerto y no se observó integración entre el injerto y el tejido óseo.

Block y col. [1998] Encontraron una reducción en la altura de aumento mediante tomografía computarizada 5-10 años después de realizar la elevación del seno con diferentes tipos de material de injerto. Estudios previos ya mostraron que los injertos de hueso endocondral de la cresta ilíaca muestran tasas de resorción más altas en comparación con los injertos de hueso de mentón intraoral, cuando se usan para el aumento del seno.

El injerto óseo autógeno es el estándar de oro en los procedimientos de injerto y reconstrucción, la obtención de hueso autólogo requiere el abordaje del sitio donante, lo cual aumenta la morbilidad del procedimiento, especialmente cuando el sitio donante es extraoral. Por otro lado, la obtención de hueso autólogo de localizaciones intraorales no aporta suficiente cantidad de injerto en casos de atrofia maxilar severa. Para evitar o reducir los riesgos asociados a la obtención de hueso autólogo, muchos autores emplean el uso de otros materiales como el hueso aloinjerto, bovino inorgánico, el sulfato de calcio y la hidroxiapatita. Sin embargo, estos materiales tienen el inconveniente de presentar sólo propiedades osteoconductoras. Para minimizar la morbilidad sobre el sitio donante sin perder el potencial osteoinductivo del hueso autólogo, se recomienda el uso combinado de hueso autólogo y sustitutos óseos [Moreno, 2007].

En este proyecto a través del estudio tomográfico se determinó un promedio de altura del reborde alveolar inicial de 3.4 mm y un promedio de 14.4 mm en altura de ganancia ósea, luego de realizar la regeneración ósea con aloinjerto mineralizado en el seno maxilar. Resultados similares a los obtenidos por diferentes autores al comparar con lo encontrado por Ji-Young y cols. [2011], quienes reportaron una ganancia ósea en altura a partir de una altura inicial de la cresta hasta el piso del seno maxilar de 4,3 mm y obtuvieron altura media final de 13,4 mm posterior a la cirugía.

Por otro lado, Sánchez Recio y cols. [2010], tuvieron resultados diferentes a los publicados anteriormente cuando publicaron 26 elevaciones de seno maxilar con material de regeneración aloinjerto óseo mineralizado con un promedio de altura del hueso antes de la intervención de 3,5 mm (escala de 0,6- 8,7 mm) y una altura media de ganancia ósea de postquirúrgica de 10,8 mm (escala 7.5- 15.6 mm). El promedio de ganancia de hueso observado fue de 7,2 mm (rango de 2.5 a 11.7 mm).

De la misma manera, Cabrera D, y cols. [2017], evaluó mediante estudios tomográficos 44 pacientes que fueron sometidos a elevación de seno maxilar con interposición de un xenoinjerto (Bio-Oss), a partir de una altura ósea similar a la encontrada en el estudio, pero con una ganancia ósea media de 10,85 mm, inferior a la encontrada en nuestros pacientes.

Existen cambios anatomo-morfológicos del seno maxilar en relación con el sexo y la edad tanto en pacientes dentados como desdentados, presentando el sexo masculino volúmenes y dimensiones mayores que en sexo femenino, además de que tienden a reducir su tamaño con la edad avanzada [Haleem *et al.*, 2013]. Sin embargo, en este estudio no se encontró una relación entre edad de los pacientes y la ganancia ósea posterior a la cirugía de elevación de seno maxilar con interposición de un aloinjerto mineralizado.

Gapski y cols. [2008] realizaron una evaluación histológica, histomorfométrica y radiográfica con un nuevo aloinjerto óseo preservado por radiación para procedimientos de elevación de seno maxilar. Los resultados histomorfométricos demostraron una formación ósea nueva promedio de 31.8%. Los datos lineales radiográficos demostraron una reabsorción de injerto de 6.7% desde el inicio hasta los 6 meses. Este material es ideal como sustituto de regeneración ósea al momento de realizar elevación del piso del seno sinusal.

La combinación de membranas de barrera y materiales de injerto puede dar como resultado evidencia histológica de regeneración periodontal, predominantemente reparación ósea [Sculean *et al.*, 2008].

Wallace y cols. [2003] plantean que, al estudiar la efectividad de la elevación de piso de seno maxilar, resulta imprescindible tener en cuenta variables como la selección del material de injerto, la colocación o no de membrana y la selección de la superficie del implante, pero cada caso clínico es particular y debe ser abordado con las características que cada indicación y cada estrategia conlleva. La tecnología más la evidencia ha fortalecido el criterio y las herramientas clínicas, para disminuir la tasa morbilidad de implantes en esta zona, además de mejorar la calidad de vida de los pacientes estética y funcionalmente, pero el reto está en afianzar la documentación disponible y apuntar directamente a esas variables donde la evidencia es arbitraria y confusa.

Uno de los aspectos más notables de este proyecto de investigación es la validación de una nueva metodología para evaluar los resultados de ganancia ósea en altura posterior a la elevación de seno maxilar con ventana lateral. Este estudio fue diseñado para obtener muestras analizables correspondientes a una altura conocida, lo que nos permite evaluar los patrones de consolidación y remodelación del injerto óseo en función de las variables anatómicas y clínicas. El desarrollo exitoso de este proyecto abre la puerta para realizar análisis bien controlados de diferentes materiales de aumento de seno en función de condiciones anatómicas.

10. Conclusiones

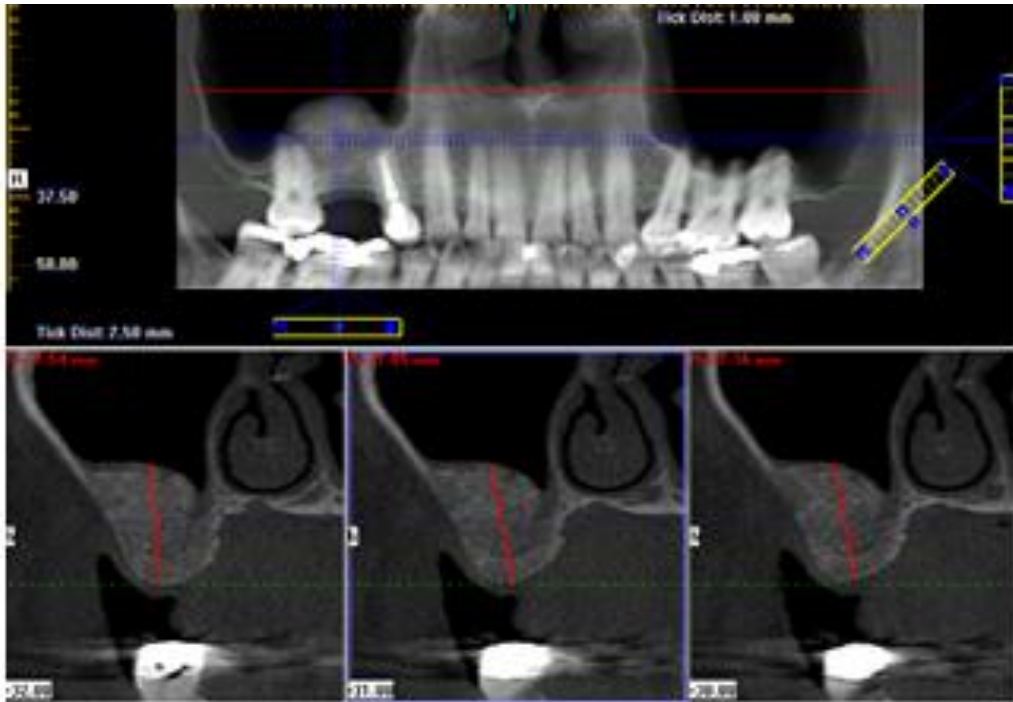
La elevación del piso del seno maxilar mediante la técnica de ventana lateral es una estrategia eficaz para la colocación de implantes en casos de reducida disponibilidad ósea; esta técnica permite ganar espacio entre el reborde alveolar y el piso del seno maxilar.

El análisis de reborde edéntulo posterior del maxilar debe incluir el grado de reabsorción crestal, la neumatización del seno maxilar, la calidad ósea y la proyección de rehabilitación final. Además, se deben tomar en cuenta las variantes anatómicas y patologías sinusales.

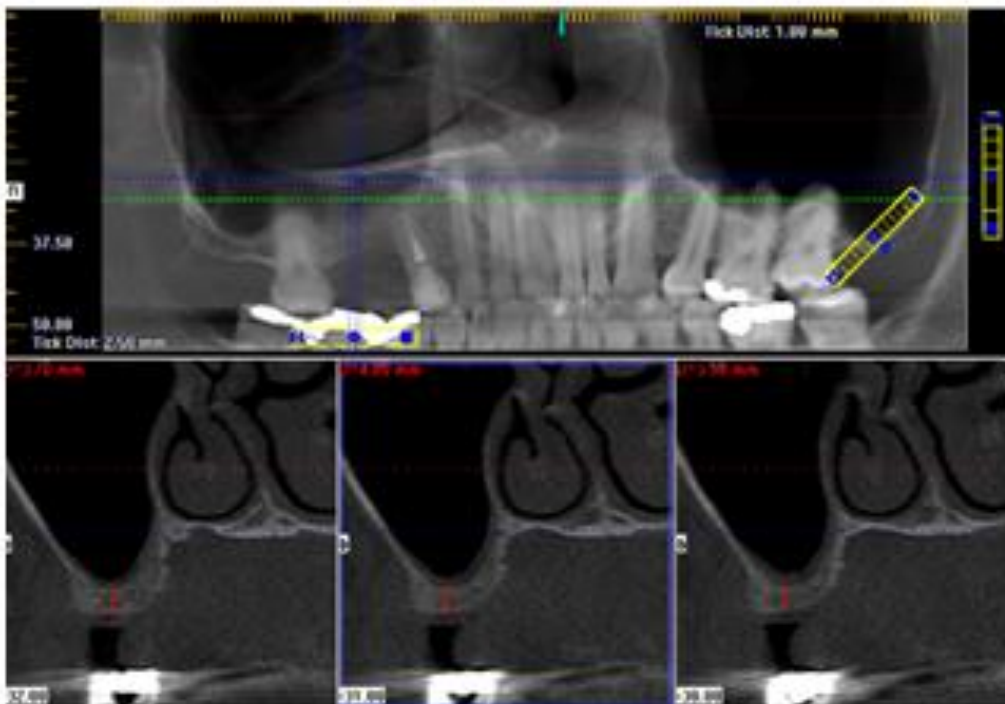
El injerto sinusal ahora se considera un procedimiento seguro y bien documentado para preparar un entorno en el que los implantes dentales puedan tener un pronóstico excelente. La selección adecuada de pacientes, la evaluación cuidadosa de la anatomía prequirúrgica, la salud oral, la técnica quirúrgica sólida y la atención postoperatoria adecuada representan factores clave para el éxito del procedimiento. La elección del tipo de material de injerto. De este estudio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La altura ósea vertical final de los pacientes tratados con elevación de seno maxilar con abordaje lateral fue considerablemente mayor en relación con el reborde residual inicial.
- La mayor altura de reborde tras la elevación del seno maxilar se consiguió en los pacientes tratados entre 2013-2015.
- Se obtuvo una mayor altura vertical en las CBCT que fueron evaluadas a mayor tiempo de realizado el procedimiento.
- La edad de los pacientes y la experticia no influyeron en los resultados finales del procedimiento.

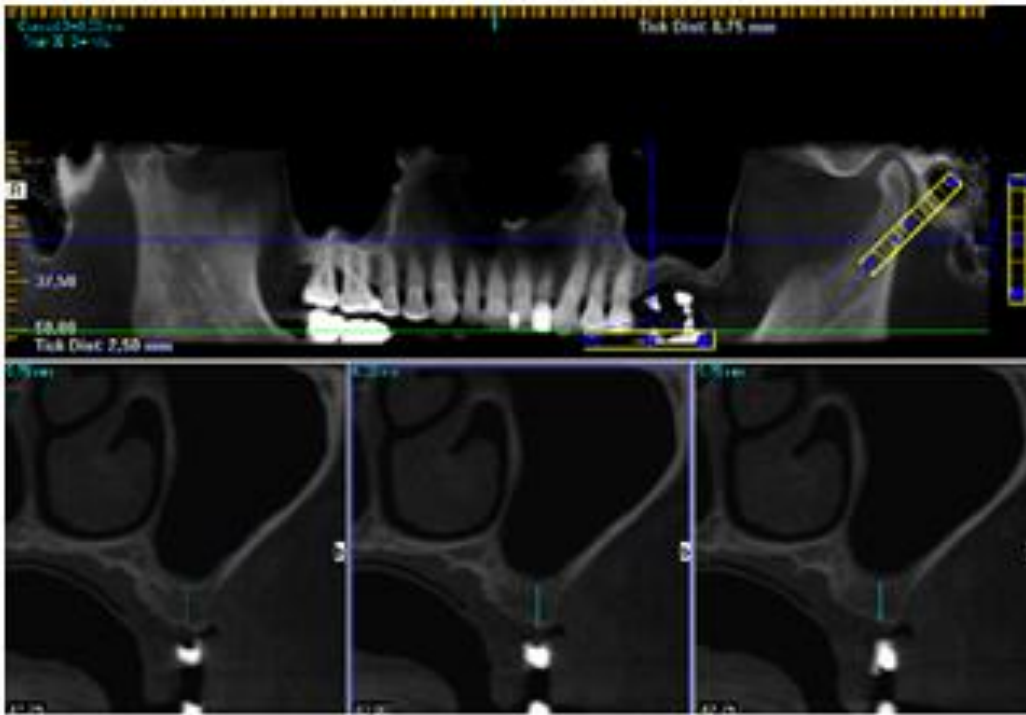
11. Anexos



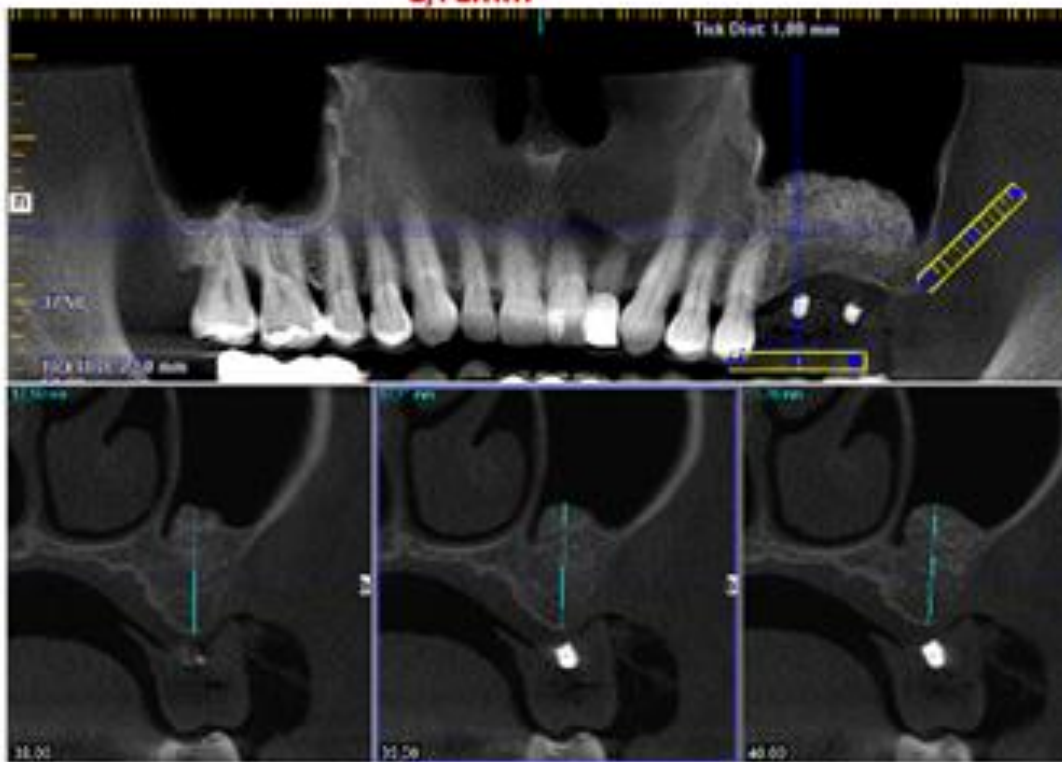
17,85mm



4,00mm



5,75mm



17,51mm

12. Referencias bibliográficas

Acero-Sanz J, De Paz-Hermoso V, Concejo-Cútoli C, Fernández-García A. Tratamiento del maxilar posterior atrófico mediante la técnica de elevación de seno maxilar y colocación de implantes dentales. RCOE 2002; 7(1):35-42.

Akal Ü, Cambazog˘lu M: The use of the spongy bone chips dehydrated with solvents in bone defects occurring as a result of cystectomy, curettage of chronic infection sites and apical resection operations. J Dent Ankara Univ 1995; 22: 103 – 108.

Arias-Irimia O, Barona Dorado C, Gómez Moreno G, Brinkmann J.C, Martinez- J.M. Pre-operative measurement of the volume of bone graft in sinus lifts using CompuDent. Clin Oral Implants Res 2012; 23(9):1070-1074.

Al-Dajani, M. (2014). Recent Trends in Sinus Lift Surgery and Their Clinical Implications. Clinical Implant Dentistry and Related Research, 18(1), 204–212.

Avila, G., Wang, H. L., Galindo-Moreno, P., Misch, C. E., Bagramian, R. A., Rudek, I., ... Neiva, R. (2010). The influence of the bucco-palatal distance on sinus augmentation outcomes. Journal of Periodontology, 81, 1041–1050.

Baciuț M, Hedeșiu M, Bran S, Jacobs R, Nackaerts O, Baciuț G. Pre- and postoperative assessment of sinus grafting procedures using cone-beam computed tomography compared with panoramic radiographs. Clin Oral Implants Res 2013;24(5):512-516.

Barbu, H. M., Andreescu, C. F., Comaneanu, M. R., Referendaru, D., & Mijiritsky, E. (2018). Maxillary Sinus Floor Augmentation to Enable One-Stage Implant Placement by Using Bovine Bone Substitute and Platelet-Rich Fibrin. BioMed Research International, 2018, 1–6.

Block MS, Kent JN, Kallukaran FU, Thunthy K, Weinberg R. Bone maintenance 5 to 10 years after sinus grafting. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery : Official Journal of

the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons 56: 706–714; discussion 714–705.

Becker S.T, Terheyden H, Steinriede A, Behrens E, Springer I, Wiltfang J. Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19(12):1285-1289.

Better H, Slavescu D, Barbu H, Cochran DL, Chaushu G. Minimally invasive sinus lift implant device: a multicenter safety and efficacy trial preliminary results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014;16(4):520-526

Bortoluzzi MC, Manfro R, Fabris V, Ceconello R, Derech EA (2014) Comparative study of immediately inserted dental implants in sinus lift: 24 months of follow-up. *Ann Maxillofac Surg* 4:30–33

Boyne P. Restoration of osseous defects in maxillofacial casualties. *J Am Dent Assoc* 1969; 78:767-776.

Boyne P.J, James R.A. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980; 38(8):613-616.

Chen, T.-W., Chang, H.-S., Leung, K.-W., Lai, Y.-L., & Kao, S.-Y. (2007). Implant Placement Immediately After the Lateral Approach of the Trap Door Window Procedure to Create a Maxillary Sinus Lift Without Bone Grafting: A 2-Year Retrospective Evaluation of 47 Implants in 33 Patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65(11), 2324–2328.

Chhabra D, Nidhi D, Sharma A. The role of CT Scan in the posterior maxilla. A boon for dental implant planning. *Journal of clinical and diagnostic research* 2011; 5(1): 155-156.

Cabrera, Od & Ibanez, Juan & Marcelo, Tahhan. (2017). Evaluación de niveles de ganancia ósea en injertos de seno maxilar con apertura lateral. Estudio tomográfico.. 10.13140/RG.2.2.24433.17769.

Cassetta M, Ricci L, Iezzi G, Calasso S, Piattelli A, Perrotti V. Use of piezosurgery during maxillary sinus elevation: clinical results of 40 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012; 32(6):e182-e188.

Chiapasco M, Zaniboni M. Methods to treat the edentulous posterior maxilla: implants with sinus grafting. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67(4):867-871.

Cosci AF, Luccioli M (2000) A new sinus lift technique in conjunction with placement of 256 implants: a 6-year retrospective study. *Implant Dent* 9:363–368

Deporter D, Todescan R, Caudry S. Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surface dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20(1): 476.

Del Fabbro M, Testory T, Francetti L, Weinstein R. Systematic Review of Survival Rates for Implants Placed in the Grafted Maxillary Sinus. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004; 24(3): 565-577.

Diniz A.F, Mendonça E.F., Leles C.R, Guilherme A.S, Cavalcante M.P, Silva M.A. Changes in the pre-surgical treatment planning using conventional spiral tomography. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(3):249-253.

Donado Rodríguez M, Martínez González J.M. *Cirugía bucal: Patología y Técnica*. 4ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2005.

Duong P, Chung J, Yim S, Hong K. A radiographical study on the changes in height of grafting materials after sinus lift: a comparison between two types of xenogenic materials. *J Periodontal Implant* 2010; 40(1):25-32.

Elian N, Wallace S, Cho S, Jalbout Z.N, Froum S. Distribution of the maxillary artery as it relates to sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(5):784-787.

Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation

techniques for dental implant treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 7(4):CD003607.

Esposito M, Grusovin M.G, Rees J, Karasoulos D, Felice P, Alissa R, et al. Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: a Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2010;3(1):7-26

Esposito M, Felice P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; May 13(5): CD008397

Esfahanizadeh N, Rokn A, Paknejad M, Motahari P, Daneshparvar H. Comparison of lateral window and osteotome techniques in sinus augmentation: histological and histomorphometric evaluation. *J Dent* 2012; 9(3):237-46.

Engelke W, Deckwer I. Endoscopically controlled sinus floor augmentation. A preliminary report. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8(6):527-531.

Fugazzotto P, Melnick P.R, Al-Sabbagh M. Complications when augmenting the posterior maxilla. *Dent Clin North Am* 2015; 59(1):97-130.

Fugazzotto P.A. The modified trephine/osteotome sinus augmentation technique: technical considerations and discussion of indications. *Implant Dent* 2001; 10(4):259-264.

Fugazzotto P.A. Sinus floor augmentation at the time of maxillary molar extraction: technique and report of preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14(4):536-542.

Fugazzotto P.A, Vlassis J. A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *J Periodontol* 2003; 74(10):1534-1541.

Froum SJ, Tarnow DP, Wallace SS, Jalbout Z, Cho SCH, Roherr MD and Prasad H. The use of a mineralized allograft for sinus augmentation: An interim histological case report from a prospective clinical study. *Compendi Contin Educ Dent* 2005;26(4):81-88.

Froum SJ, Wallace S, Elian N, Cho S-C, Tarnow DP.. Comparison of mineralized cancellous bone allograft (Puros) and anorganic bovine bone matrix (Bio-Oss) for sinus augmentation: Histomorphometry at 26 to weeks after grafting. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:543-551

Froum SJ, Wallace S, Cho S-C, Khouly I, Rosenberg E, Corby P, Froum s, Bromage T, Schoor R, Norman R, Tarnow DP.. Histomorphometric comparison of different concentrations of recombinant human bone morphogenetic protein with allogenic bone compared to the use of 100% mineralized cancellous bone allograft in maxillary sinus grafting. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013;33:721-730.

Froum S. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment*. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell; 2010.

Galindo P, Ávila G, Fernández J, Aguilar M, Sánchez E, Wang HL. Evaluation of sinus floor elevation using a composite bone graft mixture. *Clin Oral Impl Res* 2007; 18(2):376-82.

Galindo-Moreno, P., Ávila, G., Fernández-Barbero, J. E., Mesa, F., O'Valle-Ravassa, F., & Wang, H.-L. (2008). Clinical and histologic comparison of two different composite grafts for sinus augmentation: a pilot clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 19(8), 755–759.

Galindo-Moreno, P., de Buitrago, J. G., Padial-Molina, M., Fernández-Barbero, J. E., Ata-Ali, J., & O'Valle, F. (2017). Histopathological comparison of healing after maxillary sinus augmentation using xenograft mixed with autogenous bone versus allograft mixed with autogenous bone. *Clinical Oral Implants Research*, 29(2), 192–201.

Gargh A. Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants. *Anatomy, Physiology and Procedures. Int J Oral Implantol* 1999;8:36-45.

Garlini, G., Redemagni, M., Donini, M., & Maiorana, C. (2010). Maxillary Sinus Elevation With an Alloplastic Material and Implants: 11 Years of Clinical and Radiologic Follow-Up. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(5), 1152–1157.

Gapski R, Neiva R, Oh TJ, Wang HL. Histologic analyses of human mineralized bone grafting material in sinus elevation procedures: A case series. *Int J Periodontics Dent* 2006;26:59-69.

Gapski, R., Misch, C., Stapleton, D., Mullins, S., Cobb, C., Vansanthan, A., &Reissner, M. (2008). Histological, histomorphometric, and radiographic evaluation of a sinus augmentation with a new bone allograft: A clinical case report. *ImplantDentistry*, 17, 430–438. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e318182d827>

González E, Hernández A. Consideraciones técnicas en la elevación activa del seno maxilar. Revisión de la literatura. *Revista ADM* 2015; 72(1):14-20.

Handschel J, Simonowska M, Naujoks C, Depprich RA, Ommerborn MA, Meyer U, Kübler NR. A histomorphometric meta-analysis of sinus elevation with various grafting materials. *Head Face Med* 2009;5:12

Hernández-Alfaro F, Torradeflot M.M, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19(1):91-98.

Hu X, Lin Y, Metzmacher A, Zhang Y. Sinus membrane lift using a water balloon followed by bone grafting and implant placement: a 28-case report. *Int J Prosthodont* 2009; 22(3):243-247.

Hussein H, Jamal A. Computed tomographic measurement of maxillary sinus volume and dimension in correlation to the age and gender (comparative study among individuals with dentate and edentulous maxilla) *J Bagh College Dentistry* 2013; 25(1):87-93.

Huwais S, inventor; Fluted osteotome and surgical method for use. US Patent Application US2013/0004918. January 3, 2013.

Huwais S. Osseodensification Is A Novel Implant Preparation Technique That Increases Implant Primary Stability By Compaction and AutoGrafting Bone. *American Academy of Periodontology*. [abstract]. San Francisco, CA. 2014.

Huwais S, Meyer E. Osseodensification: A novel approach in implant preparation to increase primary stability, bone mineral density and bone to implant contact. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015.

Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin OrthopRelat Res* 1989;238:249-281.

Ilgüy D, Ilgüy M, Dolekoglu S, Fisekcioglu E. Evaluation of the posterior superior alveolar artery and the maxillary sinus with CBCT. *Braz Oral Res* 2013;27(5):431-437.

Jang, H.-Y., Kim, H.-C., Lee, S.-C., & Lee, J.-Y. (2010). Choice of Graft Material in Relation to Maxillary Sinus Width in Internal Sinus Floor Augmentation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(8), 1859–1868.

Jensen T, Shulman V, Block S, Lacono V. Report of the sinus consensus conference of 1996. *Oral &maxillofacial implants* 1988; (13): 11-45.

Jensen S.S, Broggin N, Hjørting-Hansen E, Schenk R, Buser D. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clin OralImplants Res* 2006; 17(3):237-243.

Ji-young Y, Sung-Hee P, Yun-Sang K, Sung-Hee P, Seong-Nyum J. Healing pattern of the mucous membrane after tooth extraction in the maxillary sinus. *J Periodontal Implant* 2011; 41(11):23-29.

Jensen O.T. *The Sinus Bone Graft*. 2a ed. Chicago: Quintessence; 2006.

Jesch P, Bruckmoser E, Bayerle A, Eder K, Bayerle-Eder M, Watzinger F. A pilotstudy of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116(3):293-300.

Kao SY, Yeung TC, Chou IC, Chang RC. Reconstruction of the severely resorbed atrophic edentulous ridge of the maxilla and mandible for implant rehabilitation: report of a case. *J Oral Implantol* 2002;28:128e32.

Kao, S.-Y., Lui, M.-T., Cheng, D.-H., & Chen, T.-W. (2015). Lateral trap-door window approach with maxillary sinus membrane lifting for dental implant placement in atrophied edentulous alveolar ridge. *Journal of the Chinese Medical Association*, 78(2), 85–88.

Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol* 2006;32(1):26-33.

Kirmeier R, Arnetzl C, Robl T, Payer M, Lorenzoni M, Jakse N. Reproducibility of volumetric measurements on maxillary sinuses. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011; 40(2):195-199.

Krennmair G, Krinhofner M, Maier H. Computerized tomography-assisted calculation of sinus augmentation volume. *Int. Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 2006; 21(6): 907-913.

Kolerman R, Moses O, Artzi Z, Barnea E, Tal H. Maxillary sinus augmentation by the crestal core elevation technique. *J Periodontol* 2011;82(1):41-51.

Kolerman R, Nissan J, Rahmanov M, Vered H, Cohen O, Tal H. Comparison between mineralized cancellous bone allograft and an alloplast material for sinus augmentation: A split mouth histomorphometric study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017; 19(5):812-820.

Kim J, Sohn D, Bae M, Moon J, Lee J, Park I. Flapless transcrestal sinus augmentation using hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation with autologous concentrated growth factors alone. *Implant Dent* 2014; 23(2):168-174.

Lee H, Lin W, Morton D. A retrospective study of complications associated with 100 consecutive maxillary sinus augmentations via the lateral window approach. *Int J Oral MaxillofacImplants* 2013; 28(3):860-868.

Lindhe J. *Periodontología clínica e implantología odontológica*. 3a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2000.

Lozada JL, Goodacre C, Al-Ardah AJ, Garbacea A. Lateral and crestal bone planing antrostomy: A simplified surgical procedure to reduce the incidence of membrane perforation during maxillary sinus augmentation procedures. *J ProsthetDent* 2011;105:147-153

Maestre-Ferrín L, Carrillo-García C, Galán-Gil S, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Prevalence, location, and size of maxillary sinus septa: panoramic radiograph versus computed tomography scan. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(2):507- 511.

Mardinger O, Nissan J, Chaushu G (2007) Sinus floor augmentation with simultaneous implant placement in the severely atrophic maxilla: technical problems and complications. *J Periodontol* 78: 1872–1877

Margossian P, Mariani P, Stephan G, Margerit J, Jorgensen C. Immediate loading of mandibular dental implants in partially edentulous patients: a prospective randomized comparative study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012;32(2):e51-e58.

Maridati P, Stoffella E, Speroni S, Cicciu M, Maiorana C. Alveolar antral artery isolation during sinus lift procedure with the double window technique. *Open Dent J* 2014;8:95-103.

Martín Villa L. *Técnica de injerto del seno maxilar y su aplicación en implantología*. Barcelona: Elsevier Masson; 2005.

Misch C. Plan de tratamiento para el maxilar posterior edéntulo. *Implantología contemporánea*. 3ra. Edición 2009; P. 389-405.

Misch C.E. *Implantología contemporánea*. 3a ed. España: Elsevier; 2009.

Misch C.E, Judy K.W. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *Int J Oral Implantol* 1987; 4(2):7-13.

Monje, A., O'Valle, F., Monje-Gil, F., Ortega-Oller, I., Mesa, F., Wang, H.- L., & Galindo-Moreno, P. (2017). Cellular, vascular, and histomorphometric outcomes of solvent-dehydrated vs freeze-dried allogeneic graft for maxillary sinus augmentation: A randomized case series. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32, 121–127.

Muronoi M, Xu H, Shimizu Y, Ooya K. Simplified procedure for augmentation of the sinus floor using a haemostatic nasal balloon. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2003;41(2):120-121.

Moraissi A, Alkhutari A, Abotaleb B, Altairi N, Del Fabbro M. Do osteoconductive bone substitutes result in similar bone regeneration for maxillary sinus augmentation when compared to osteogenic and osteoinductive bone grafts? A systematic review and frequentist network meta-analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg* 2020; 49 (1):107–120.

Moon JW, Sohn DS, Heo JU, Shin HI, Jung JK (2011) New bone formation in the maxillary sinus using peripheral venous blood alone. *J Oral Maxillofac Surg* 69(9):2357–2367.

Mozzati M, Monfrin S.B, Pedretti G, Schierano G, Bassi F. Immediate loading of maxillary fixed prostheses retained by zygomatic and conventional implants: 24 month preliminary data for a series of clinical case reports. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23(2):308-314.

Nkenke E, Schlegel A, Schultze-Mosgau S, Neukam F.W, Wiltfang J. The endoscopically controlled osteotome sinus floor elevation: a preliminary prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17(4):557-566.

Noumbissi, S. S., Lozada, J. L., Boyne, P. J., Rohrer, M. D., Clem, D., Kim, J. S., & Prasad, H. (2005). Clinical, Histologic, and Histomorphometric Evaluation of Mineralized Solvent-dehydrated Bone Allograft (Puros) in Human Maxillary Sinus Grafts. *Journal of Oral Implantology*, 31(4), 171–179.

Olate S, Lyrio M.C, de Moraes M, Mazzonetto R, Moreira R.W. Influence of diameter and length of implant on early dental implant failure. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68(2):414-419.

Özcan A, Yüncü M, Dalkiz M, Yapar M: The evaluation of the effects of hydroxylapatite on the healing of bone defects (an experimental study) (in Turkish). *Türkiye Klin J Dental Sci* 2000; 6: 138 – 144.

Pagliari A. Elevación del piso del seno maxilar. Paris: Diplome DUniversité DImplantologieOrale et Maxillo-Faciale; 2000. p. 32-43.

Park, J.-B., Lim, H.-S., &Yoo, K.-B. (2009). Computed Tomographic Evaluation of Sinus Augmentation with Simultaneous Endosseous Implant Placement. *Implant Dentistry*, 18(5), 380–386.

Peleg M, Garg A.K, Misch C.M, Mazor Z. Maxillary sinus and ridge augmentations using a surface-derived autogenous bone graft. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(12):1535-1544.

Pikos, M. A. (2008). Maxillary Sinus Membrane Repair: Update on Technique for Large and Complete Perforations. *Implant Dentistry*, 17(1), 24–31.

PjeturssonBE,TanWC,ZwahlenM, et al. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 suppl):216–240.

Pommer B, Ulm C, Lorenzoni M, Palmer R, Watzek G, Zechner W. Prevalence, location and morphology of maxillary sinus septa: systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2012; 39(8):769-773.

Rapani M, Rapani C. Sinus floor lift and simultaneous implant placement: A retrospective evaluation of implant success rate. *Indian Journal of Dentistry* 2012;3:3132-138.

Rosano G, Taschieri S, Gaudy J, Weinstein T, Del Fabbro M. Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clin Oral Implants Res* 2011;22(7):711-715.

Sanchez C, Peñarrocha M, Peñarrocha M, Peñarrocha D. Maxillary sinus lift performed using ultrasound. Evaluation of 21 patients. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010; 1(15): 371-374.

Sbordone L, Toti P, Menchini-Fabris G, Sbordone C, Guidetti F. Implant success in sinus-lifted maxillae and native bone: a 3-year clinical and computerized tomographic follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24(2):316-324.

Scarano, A., Degidi, M., Iezzi, G., Pecora, G., Piattelli, M., Orsini, G., Piattelli, A. (2006). Maxillary Sinus Augmentation With Different Biomaterials: A Comparative Histologic and Histomorphometric Study in Man. *Implant Dentistry*, 15(2), 197-207. doi:10.1097/01.id.0000220120.54308.f3

Sculean A, Nikoliadis D, Schwarz F. Regeneration of periodontal tissues: combinations of barrier membranes and grafting materials- biological foundations and preclinical evident a systematic review. *J Clin Periodontal* 2008; (35):106-16.

Shanbhag S, Shanbhag V, Stavropoulos A. Volume changes of maxillary sinus augmentations over time: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29:881-892.

Simion M, Fontana F, Rasperini G, Maiorana C. Long-term evaluation of osseointegrated implants placed in sites augmented with sinus floor elevation associated with vertical ridge augmentation: A retrospective study of 38 consecutive implants with 1- to 7-year follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:208-221.

Sobotta J, Atlas de anatomía humana Sobotta. Tomo 1 Cabeza, cuello y miembro superior. 21ª ed. Madrid: Panamericana; 2000.

Sohn, D.-S., Bae, M.-S., Choi, B.-J., An, K.-M., & Shin, H.-I. (2009). Efficacy of demineralized bone matrix paste for maxillary sinus augmentation: A histologic and clinical study in humans. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(5), e30–e35.

Soltan M, Smiler D.G. Antral membrane balloon elevation. *J Oral Implantol* 2005;31(2):85-90

Sotirakis E.G, Gonshor A. Elevation of the maxillary sinus floor with hydraulic pressure. *J Oral Implantol* 2005;31(4):197-204.

Srouji, S., Ben-David, D., Lotan, R., Riminucci, M., Livne, E., & Bianco, P. (2010). The innate osteogenic potential of the maxillary sinus (Schneiderian) membrane: an ectopic tissue transplant model simulating sinus lifting. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 39(8), 793–801.

Suguimoto R.M, Trindade I.K, Carvalho R.M. The use of negative pressure for the sinus lift procedure: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(3):455-458.

Summers R.B. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994; 15(2):152.

Summers R.B. The osteotome technique: Part 2-The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium* 1994; 15(4):422.

Summers R.B. The osteotome technique: Part 3-Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium* 1994; 15(6):698.

Summers RB. The osteotome technique: Part 4-Future site development. *Compend Contin Educ Dent* 1995;16(11):1090

Summers R.B. Sinus floor elevation with osteotomes. *J Esthet Dent* 1998; 10:164- 171.

Steiner G.G, Steiner D.M, Herbias M.P, Steiner R. Minimally invasive sinus augmentation. *J Oral Implantol* 2010; 36(4):295-304.

Stern A, Green J. Sinus lift procedures: an overview of current techniques. *Dent Clin North Am* 2012; 56(1):219.

TabriShanbhag S, Karnik P, Shirke P, Shanbhag V. Cone-beam computed tomographic analysis of sinus membrane thickness, ostium patency, and residual ridge heights in the posterior maxilla: Implications for sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25:755–760..

Takahiro K, Masaharu M, Jun-Young P. Simultaneous sinus lifting and alveolar distraction of a severely atrophic posterior maxilla for oral rehabilitation with dental implants. *International Journal of Dentistry* 2012; 22(6):471-320.

Tan WC, Lang NP, Zwahlen M, et al. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. Part II: Transalveolar technique. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8 suppl):241–254

Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. 1972. *J Prosthet Dent*2003;89(5):427-435.

Tatum H. Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986; 30(2):207-229.

Thoma DS, Zeltner M, Husler J, et al. EAO Supplement Working Group 4EAO CC 2015 Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: A systematic review. *Clin OralImplantsRes.*2015;26(suppl11):1–16.

Tilaveridis, I., Lazaridou, M., Zouloumis, L., Dimitrakopoulos, I., Tilaveridis, V., &Tilaveridou, S. (2018). The use of mineralized bone allograft as a single grafting material in maxillary sinus lifting with severely atrophied alveolar ridge (1–3 mm) and immediately inserted dental implants. A 3- up to 8-year retrospective study. *Oral and Maxillofacial Surgery.* doi:10.1007/s10006-018-0698-6

Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: what is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16(3):220-229.

Timmenga NM, Raghoobar GM, Boering G, et al. Maxillary sinus function after sinus lifts for the insertion of dental implants. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997; 55:936–939. discussion 940.

Testori T, Wallace S.S, Del Fabbro M, Taschieri S, Trisi P, Capelli M, et al. Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008; 28(1):9-17.

Tong D.C, Rioux K, Drangsholt M, Beirne O.R. A review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):175-182

Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic ostectomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13(5):697-700.

Troedhan A.C, Kurrek A, Wainwright M, Jank S. Hydrodynamic ultrasonic sinus floor elevation-an experimental study in sheep. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68(5):1125-1130.

Trombelli L, Franceschetti G, Stacchi C, Minenna L, Riccardi O, Di Raimondo R, et al. Minimally invasive transcrestal sinus floor elevation with deproteinized bovine bone or β -tricalcium phosphate: a multicenter, double-blind, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* 2014; 41(3):311-319.

Trombelli L, Minenna P, Franceschetti G, Minenna L, Itró A, Farina R. Minimally invasive technique for transcrestal sinus floor elevation: a case report. *Quintessence Int* 2010; 41(5):363-369.

Toffler M. Staged sinus augmentation using a crestal core elevation procedure and modified osteotomes to minimize membrane perforation. *PractProcedAesthet Dent* 2002;14(9):767-774.

Toscano N.J, Holtzclaw D, Rosen P.S. The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: a retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices. *J Periodontol* 2010; 81(1):167-171.

Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56(10):1158-1163.

Valentini, P., & Bosshardt, D. (2018). *20-Year Follow-up in Maxillary Sinus Floor Elevation Using Bovine-Derived Bone Mineral: A Case Report with Histologic and Histomorphometric Evaluation. The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 33(6), 1345–1350.*

Van den Bergh J.P, ten Bruggenkate C.M, Disch F.J, Tuinzing D.B. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(3):256-265.236- Ardekian

Vandeweghe S, De Ferrerre R, Tschakaloff A, De Bruyn H. A wide-body implant as an alternative for sinus lift or bone grafting. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(6):e67e74.

Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001; 21(6):561-567.

Villarreal P.M, Fernández-Bustillo Á, Acero J, Arruti J.A, Baladrón J, Bilbao A. et al. I Conferencia Nacional de Consenso sobre el Injerto Óseo del Seno Maxilar. *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac* 2010; 32:41-63.

Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants: a systematic review. *Ann Periodontol.* 2003 Dec; 8(1): 328-43

Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: Clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27(5):413-419

Watzek G. *The Pericrestal Sinuslift - From Illusion to Reality*. Chicago: Quintessence; 2012.

Xavier, S., Silva, E., Kahn, A., Chaushu, L., & Chaushu, G. (2015). Maxillary Sinus Grafting with Autograft Versus Fresh-Frozen Allograft: A Split-Mouth Evaluation of Bone Volume Dynamics. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(5), 1137-1142.

Xu, H., Shimizu, Y., Asai, S., & Ooya, K. (2004). Grafting of deproteinized bone particles inhibits bone resorption after maxillary sinus floor elevation. *Clinical Oral Implants Research*, 15(1), 126-133.

Zijderveld S.A, van den Bergh J.P, Schulten E.A, ten Bruggenkate C.M. Anatomical and surgical findings and complications in 100 consecutive maxillary sinus floor elevation procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(7):1426-1438