

Estudio prospectivo de la supervivencia de implantes colocados en el sector posterior del maxilar con disponibilidad ósea igual o inferior a 5 mm



INFORME DE DIRECTORES

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA

Sevilla, 10 de Diciembre de 2012

Doctorando: D. Rodrigo Andrés García

Directores: Prof. Pedro Bullón Fernández
Prof. J. Vicente Ríos Santos

Tesis: Estudio prospectivo de la supervivencia de implantes colocados en el sector posterior del maxilar con disponibilidad ósea igual o inferior a 5 mm, y evaluación radiológica del nuevo hueso formado sin utilización de biomaterial.

Pedro Bullón y José Vicente Ríos, en calidad de directores del trabajo que opta a la Titulación de Doctor cuyo proyecto presenta a la Comisión de Doctorado D. Rodrigo Andrés, emiten el siguiente

INFORME

Favorable a todos los efectos al considerar que cumple los requisitos de la legislación actual en cuanto a la originalidad, pertinencia y adecuación al método científico.

Fdo. Dr. Bullón

Fdo. Dr. Ríos

Agradecimientos

Quisiera dedicar esta tesis principalmente a una persona, que es la responsable de que yo me dedicara a lo que hago hoy en día, que es mi querida madre. Aunque esa es la menor de las cosas que ha hecho por mí, ya que siempre ha estado a mi lado apoyándome, y ayudándome en absolutamente todo, mostrando muchas veces incluso más interés por lo que hago que yo mismo. Por supuesto también agradecer a mi padre la confianza que ha puesto en mí, así como los esfuerzos que ambos realizaron para que yo tuviera la formación que he podido tener. A mi mujer, Alexandra, por la enorme paciencia y comprensión que ha tenido conmigo, y saber compartirme con mi otro gran amor, que es la odontología.

También quería dar las gracias a los Doctores Federico y Mariano Herrero Climent, que han sido mis maestros, los que me mostraron el mundo de la Periodoncia y los implantes, y los que me han enseñado casi todo lo que sé. Al Profesor Vicente Ríos, que ha representado mi familia sevillana y lo considero un tío; al Profesor Bullón, nuestro “jefe”, que lidera el grandísimo proyecto que comenzó junto con los otros directores, y en el que tengo el orgullo de haber aportado mi granito de arena.

Y por supuesto a mis compañeros de promoción del Máster de Periodoncia e Implantes de Sevilla, con los que viví una de las mejores experiencias de mi vida, que por supuesto jamás olvidaré.

Índice**Introducción****Página 6**

- a. Concepto y consecuencias de la pérdida de los dientes posteriores maxilares
- b. Anatomía del seno maxilar
- c. Neumatización del seno maxilar
- d. Clasificación de disponibilidad ósea al suelo del seno. Indicaciones
- e. Alternativas de tratamiento en situaciones de disponibilidad ósea al seno reducida
- f. Evolución cronológica de las técnicas de aumento óseo mediante el desplazamiento apical del suelo del seno
- g. Contraindicaciones de la cirugía de elevación de seno
- h. Principios biológicos de la regeneración ósea del seno maxilar
- i. Técnicas
 - 1- *Elevación del suelo del seno mediante ventana lateral e injerto*
 - 2- *Elevación del suelo del seno con osteotomos. Técnica de Summers*
 - 3- *Modificación de la técnica de Summers*
 - 4- *Elevación del suelo del seno mediante abordaje oclusal*
 - 5- *Elevación de la membrana del suelo del seno mediante balón intrasínusal*
- j. Valoración visual de las técnicas de elevación de seno crestal mediante endoscopio
- k. Materiales de injerto
- l. Maduración y reabsorción del injerto
- m. Tiempos de cicatrización
- n. Características del nuevo hueso formado y su relación con los implantes

- o. Resultados histológicos y clínicos de los injertos colocados en la elevación del seno maxilar
- p. Elevación de seno desde acceso crestal controlado mediante técnica endoscópica
- q. Slumping (Re-neumatización del seno maxilar)
- r. Complicaciones:
 - *Desgarro de la membrana de Schneider.*
 - *Lesión de la arteria maxilar*
 - *Sinusitis*
 - *Obstrucción mecánica del ostium*
 - *Vértigo paroxístico posicional.*
 - *Fracaso de la osteointegración del implante*
 - *Presencia de quistes dentro del material de injerto*

<u>Planteamiento (hipótesis de trabajo)</u>	Página 72
<u>Objetivos</u>	Página 74
<u>Material y Método</u>	Página 75
<u>Resultados</u>	Página 105
<u>Discusión</u>	Página 111
<u>Resumen</u>	Página 137
<u>Conclusiones</u>	Página 139
<u>Bibliografía</u>	Página 140
<u>Anexos</u>	Página 154

a) Concepto y consecuencias de la pérdida de los dientes posteriores maxilares

Desde finales de los años 70, y principios de los 80, sabemos por los estudios longitudinales clásicos de Hirschfield y Mcfall (1,2), que los primeros dientes en perderse debido a la evolución de la Enfermedad Periodontal, son los segundos y primeros molares maxilares.

La pérdida de los dientes posteriores del maxilar, origina que la rehabilitación de los mismos, mediante prótesis implanto-soportada, sea una situación cotidiana en el día a día del clínico en su consulta dental.

Tras la pérdida de los dientes posteriores, sobre todo cuando se han perdido por la evolución de la enfermedad periodontal, puede producirse la sobrecarga de los dientes del sector anterior. Esto se debe a que las fuerzas oclusales que deberían soportar los dientes posteriores ausentes, ahora las soportan los dientes del sector anterior.

Además normalmente, estos dientes también han perdido parte de su soporte periodontal, lo que favorece que las fuerzas desplacen progresivamente estos dientes hacia vestibular. Los dientes antagonistas o adyacentes a las brechas desdentadas, tenderán a extruirse o a ocupar parte del espacio del diente ausente, lo que puede originar interferencias durante los movimientos bordeantes de la mandíbula.

Este conjunto de signos, junto con otros, como la aparición de diastemas entre los dientes residuales, o la pérdida de dimensión vertical, constituyen el denominado “síndrome de colapso posterior de mordida” (3-5).

El tratamiento integral de estos pacientes debe tener un enfoque multidisciplinar, donde tras el control de la enfermedad periodontal, y la reubicación de los dientes remanentes en una posición deseada, se debe devolver el soporte posterior perdido mediante prótesis implanto-soportada, devolviendo así el equilibrio oclusal.

La rehabilitación de molares tanto superiores como inferiores, mediante prótesis implanto-soportada, ha sido considerada como la primera opción de tratamiento desde la aparición de los implantes endo-óseos.

El sector posterior del maxilar está delimitado en su nivel más apical por el seno maxilar, siendo la estructura anatómica que delimita el proceso alveolar a nivel vertical desde la cresta ósea, que sería el límite coronal.

De esta manera, para rehabilitar el sector posterior del maxilar mediante prótesis implanto-soportada, se dispondría a nivel vertical del hueso residual desde la cresta ósea alveolar, hasta la cortical del suelo del seno maxilar, y a nivel horizontal de la distancia entre las corticales óseas palatina y vestibular, para la colocación de un implante endo-óseo.

Autores como Jensen o Misch, propusieron que la longitud mínima que debía tener un implante para garantizar tanto la estabilidad primaria del mismo, como una buena relación corona – implante debía ser de al menos 12 milímetros (6,7).

La norma establecida en los años 80 y 90 de colocar implantes de al menos 12 mm de longitud, especialmente en desdentados posteriores de larga evolución, ha supuesto un reto para el profesional durante muchos años. Esto se debe principalmente a dos razones. La primera es la pérdida de disponibilidad ósea tanto en sentido horizontal como vertical y la **neumatización** del seno que suele suceder tras la pérdida de molares y premolares, (8,9). La segunda razón es la pobre calidad ósea de esa zona, normalmente tipo III ó tipo IV según la clasificación de Leckholm y Zarb (10).

Por tanto, en las situaciones en las que no se dispone de al menos esos 12 mm para la colocación de implantes de esa misma longitud, se debe buscar una solución para poder rehabilitar esa localización mediante prótesis implanto-soportada. La solución más frecuente suele ser conseguir aumentar la disponibilidad ósea inicial, para

tener al menos esos 12 mm que permitan la colocación de un implante de longitud estándar.

La cirugía más frecuentemente realizada es la elevación de seno mediante acceso lateral, o también llamada coloquialmente elevación de seno “abierta”, que fue presentada por Boyne y James, y Tatum en la década en 1980 (11).

La elevación de seno mediante ventana lateral, es un procedimiento donde, tras anestesiar la mucosa, se levanta un colgajo a espesor total, y tras exponer la pared ósea vestibular, se realiza sobre la misma una ventana que nos va a permitir acceder a la membrana que tapiza el interior del seno maxilar. A continuación se procederá a despegar dicha membrana de las paredes óseas vestibular y medial, así como del suelo del mismo. De esta manera, se prepara superficie receptora del material de injerto a utilizar, que puede ser desde hueso autólogo, un sustituto óseo o una mezcla de ambos.

Con el paso de los meses, el injerto óseo madurará, y se habrá conseguido trasladar el suelo del seno varios milímetros hacia apical, aumentando así la disponibilidad ósea desde la cresta ósea hasta la nueva cortical del suelo de la cavidad.

Una vez el injerto esté lo suficientemente maduro, se procederá a colocar los implantes de la longitud deseada(11).

Cabe la posibilidad de que con el hueso disponible inicialmente al suelo del seno, aunque no pueda albergar completamente el implante que queremos colocar, sí sea suficiente para anclarlo en el mismo, y que este tenga una estabilidad primaria suficiente para que se osteointegre de manera satisfactoria.

Si así fuera, durante la cirugía de elevación de seno, tras colocar el material de injerto, se podrían colocar los implantes en el mismo acto quirúrgico, de manera que durante la maduración del injerto, se produce la osteointegración de los mismos.

b) Anatomía del seno

El desarrollo del seno maxilar como estructura anatómica comienza a producirse desde el tercer mes de gestación, y estabiliza su crecimiento en el final de la adolescencia.

Sin embargo, con la pérdida de los dientes del sector posterior del maxilar, el seno maxilar puede incrementar su volumen debido al proceso de neumatización, que como hemos visto se puede producir por la pérdida de los dientes posteriores del maxilar superior.

El seno maxilar es una cavidad de aire con forma de pirámide cuadrangular con un volumen en personas adultas de entre 12 y 15 cm³, con variaciones de hasta más de 30 cm³. Las dimensiones lineales que presenta oscilan en un rango de longitud que varía entre 35 y 45 mm de altura, 36 a 46 mm de longitud, y una anchura de 25 a 35 mm (12-14).

La cavidad del seno maxilar está delimitada por las siguientes paredes óseas:

- La pared más externa sería la formada por una cortical ósea vestibular, que puede variar en grosor desde 2 mm a incluso en algunos casos no existir, encontrándose unidas la cara interna de la mucosa vestibular y la membrana de Schneider. El grosor de esta pared ósea sólo es valorable mediante la realización de una tomografía computarizada, no siendo visible en radiografías panorámicas.
- El proceso alveolar constituiría el límite inferior de esta cavidad, que su grosor en individuos que han perdido los dientes posteriores maxilares, oscila alrededor de 1 centímetro. En ocasiones se pueden encontrar los ápices de las raíces de molares y premolares protruyendo a través del suelo del seno.
- Como pared medial tiene la cavidad nasal la zona del seno más cercana a su base se correspondería con el meato inferior de la fosa nasal.

- En su zona más posterior nos encontramos con la tuberosidad del maxilar, y en su zona superior está el suelo de la órbita ocular.

El seno maxilar está comunicado con la fosa nasal por medio del ostium, que es un conducto localizado en la zona antero superior de la pared medial, y es la zona por la que drena al meato medio del seno. Esta comunicación es la que permite conocer mediante la maniobra de Valsalva, si durante la preparación del lecho quirúrgico para la colocación de implantes se ha producido perforación a la cavidad sinusal (15).

Las paredes internas del seno están tapizadas con una membrana mucosa llamada membrana de Schneider, la cual está formada por un epitelio pseudo-estratificado ciliado, que está cubierto por glándulas sero-mucosas, especialmente concentradas en la emergencia del ostium (16).

Estas glándulas son las encargadas de mantener una humedad apropiada en el interior del seno mediante la secreción de moco, que es transportado a la fosa nasal a través del ostium mediante la vibración de los cilios presentes en el estrato más superficial del epitelio (12).

El grosor de esta membrana varía entre 0.15 y 0.5 milímetros, aunque puede variar debido a diferentes patologías inflamatorias que inducen su engrosamiento, como en episodios de sinusitis crónica. Cuando se detecta algún tipo de engrosamiento de la membrana de Schneider, se debe realizar una inter-consulta con un otorrinolaringólogo previo a la manipulación de la misma, independientemente a la técnica que se vaya a utilizar (14) (12).

En ocasiones se pueden encontrar dentro de la cavidad sinusal tabiques óseos en forma de septos (septo de Underwood) que se inician normalmente en el suelo del seno, y suben una altura variable hasta la pared lateral y superior. Estos septos pueden ser localizados en el 30% de los senos estudiados, y suelen dividir la cavidad sinusal en diferentes compartimentos (17,18) .

Estos septos tienen una altura media de 8 mm, con un mayor grosor en la base, estrechándose en la mitad del mismo. La función de esta estructura podría tener un carácter biomecánico que contribuiría a la resistencia de toda la región a la masticación, y, tras la pérdida de los dientes puede desaparecer de manera progresiva (12) (14,17).

La disposición anatómica según la literatura es de un 24% en la zona anterior, próxima a los premolares. Un 35% en la zona posterior a nivel del tercer molar; y lo más frecuente, en la zona media (41%) junto a primer y segundo molar. La frecuencia de aparición de los septos es muy variable. Con menor frecuencia es posible ver la presencia de más de un septo y esto ha sido hallado en un 1,6% de los casos estudiados (19-21)(17), y en un 4,9%. Además, se han encontrado un 21,58% de septos observando radiografías panorámicas .

La presencia de septos podría complicar las maniobras de elevación del suelo del seno tanto en la técnica de ventana lateral ya que obligaría a realizar una doble ventana, así como con el uso de osteotomos que impedirían la elevación del suelo del seno con los mismos.

La vascularización del suelo del seno se produce mediante tres arterias, todas procedentes de la arteria maxilar; la arteria infraorbitaria, la arteria nasal lateral, y la arteria alveolar postero-superior (22,23).

Para la correcta visualización de la arteria maxilar, debe realizarse una prueba tomográfica computarizada, donde es distinguible en el 51% de las unidades realizadas, y esta discurre a una distancia media de 16 mm de la cresta ósea.

La vascularización del material de injerto colocado en las técnicas de elevación del suelo del seno se produce por las siguientes vías (15,16,24):

- Anastomosis extraóseas de las ramas terminales de la arteria alveolar postero-superior con ramas de la arteria infraorbital, observándose anastomosis

vestibulares en el 44% de los casos, pudiendo provocar hemorragias durante la realización del colgajo de acceso.

- Anastomosis intraóseas de la arteria alveolar posterior superior con la arteria infraorbitaria. Estas transcurren a unos 19 mm de la cresta ósea.
- Ramas de las arterias descritas anteriormente que se continúan por la membrana de Schneider

La porción medial de la membrana sinusal se nutre de la arteria esfenopalatina, que es una rama terminal de la arteria maxilar. Se debe estudiar estas anastomosis previamente a la realización de la antrostomía para evitar su lesión. En caso de producirse es recomendable realizar compresión para el control del sangrado, o el uso de cera de hueso para controlar un posible sangrado tras las primeras horas del postoperatorio (16,23).

El retorno venoso de la sangre, se produce principalmente mediante la vena facial, la vena esfenopalatina y el plexo pterigoideo. La pérdida de los dientes maxilares, y el paso de los años, provocan una reducción de la vascularización ósea, disminuyendo el número y el calibre de los vasos sanguíneos. Este proceso estenótico parece tener como finalidad reducir el aporte sanguíneo a la médula ósea, previniendo la actividad de los osteoblastos, retrasando así el proceso de mineralización (13,16).

La inervación del seno maxilar depende directamente del nervio maxilar, que es la segunda rama del nervio trigémino. Sus ramas más posteriores inervan el suelo del seno de la región más posterior junto con los molares y premolares. En su porción anterior que se conecta con el nervio infraorbitario, inerva la región de la pared anterior del seno, discurriendo por debajo de la membrana de Schneider. Pequeñas proyecciones nerviosas ramificadas del nervio infraorbitario inervan la pared más medial. La membrana de Schneider recibe inervación de ramas nerviosas provenientes del ganglio esfenopalatino (15).

Las principales funciones del seno maxilar son: calentar y humidificar el aire inspirado, reducir el peso del cráneo, así como protegerlo de traumatismos, y colabora en la fonación del habla actuando como una caja de resonancia.

c) Neumatización del seno maxilar

Tras la pérdida de los dientes, el proceso alveolar sufre un proceso de reabsorción. Se cree que la ausencia de demanda funcional que sufre el hueso tras la desaparición del ligamento periodontal de los dientes perdidos, provoca una remodelación del mismo. Además la presión ejercida por el aire dentro del seno durante la respiración, expande el volumen interno de la cavidad hacia el proceso alveolar, reduciendo la altura del proceso alveolar.

Cawood y Howell tras analizar 300 cráneos humanos, establecieron una clasificación en función del estadio de reabsorción de la cresta ósea residual (25,26) . Lo primero en reabsorberse es el proceso alveolar, inicialmente en anchura, y posteriormente en altura, hasta el punto de que el proceso alveolar puede reabsorberse completamente, e incluso puede comenzar a reabsorberse el propio hueso basal.

Clasificación de howell

- Clase I. Paciente completamente dentado
- Clase II. Situación tras la extracción del diente
- Clase III. Proceso alveolar bien conservado, tanto en altura como en anchura
- Clase IV. Proceso alveolar en filo de cuchillo, adecuado en altura, e inadecuado en anchura
- Clase V. Proceso alveolar plano, inadecuado en altura y anchura
- Clase VI. Proceso alveolar ausente, junto con pérdida parcial del hueso basal

El grado y velocidad de reabsorción de la cresta ósea, varía entre individuos, y depende de diferentes variables. La presencia de dientes, y especialmente la masticación, transmite al hueso un estímulo biomecánico que evita la reabsorción ósea. La pérdida de los dientes, y la ausencia de este estímulo biomecánico, es lo que origina la remodelación del hueso a lo largo del tiempo, siendo esta especialmente marcada durante los 4 primeros meses inmediatos a la pérdida del diente, estabilizándose a partir del primer año en torno a 0.1mm de pérdida ósea anual (27) .

La ausencia de estímulo funcional sobre esa región ósea, así como la densidad ósea de la zona, el trauma ejercido sobre las crestas alveolares durante la extracción del diente, el equilibrio hormonal del individuo, factores metabólicos, o el uso de prótesis removibles mal ajustadas pueden acelerar esta pérdida ósea. Podemos encontrar una correlación entre el tiempo transcurrido desde la extracción del diente y la neumatización del seno maxilar. La neumatización del seno maxilar no sólo sucede a nivel apico-coronal, sino que la expansión se produce en todas las paredes del mismo, reduciéndose la dimensión del proceso alveolar en altura, y expandiéndose en sentido cráneo-caudal. La remodelación del proceso alveolar en conjunto con la neumatización del seno provoca dificultades para la colocación de implantes en la región posterior del maxilar, y suelen ser por un problema de disponibilidad ósea vertical, siendo raro encontrar problemas en sentido horizontal de la cresta ósea a este nivel. Este déficit óseo vertical es la razón que motiva la realización de diferentes técnicas de regeneración ósea para el desplazamiento apical de la membrana de Schneider, que favorecerá la formación de un coágulo óseo con o sin la colocación de un biomaterial de relleno, que provocará la formación de nuevo hueso.

d) Clasificación de disponibilidad ósea al suelo del seno y procedimiento recomendado

La colocación de los implantes dentales puede realizarse de dos formas: simultánea a la elevación de seno o en una segunda fase. La colocación de los implante en la misma cirugía que la elevación de seno supone evitar una segunda cirugía para la colocación de los mismos. En función de la disponibilidad ósea vertical al suelo del seno, Misch estableció una clasificación (6,28):

- Situación 1 (S-1): Existen más de 12 mm al suelo del seno, por lo que no haría falta realizar ninguna técnica regenerativa. La longitud de implante sugerida como ideal era de 12mm, por lo tanto tenían espacio suficiente para colocarlo de manera convencional. Dentro de este apartado, existen otros sub-apartados en función de la anchura de la cresta ósea. Si tiene al menos 5mm se realizaría el procedimiento estándar; cuando dicha anchura esté entre 2.5 y 5mm, se deberá el eliminar el filo de cuchillo existente hasta obtener los 5 mm necesarios. Posteriormente, se debe re-evaluar la nueva altura disponible, y valorar si pueden colocarse implantes de manera directa en la nueva situación, o si es necesario realizar un injerto tipo “onlay”.
- Situación 2 (S-2): Existen entre 8 y 12 mm de la cresta ósea al suelo del seno. Podrían colocarse implantes sin necesidad de añadir ningún tipo de injerto en las situaciones en las que no sea necesario ganar más de 2 mm. Si de necesitarán más de 2mm, podría introducirse el material de injerto a través de la preparación utilizando osteotomos o “socket formers”. Existe también un sub-apartado similar al apartado anterior en relación a la anchura.
- Situación 3 (S-3): Existen entre 5 y 8 mm de hueso vertical disponible. Misch recomienda realizar la elevación de seno maxilar con ventana lateral, y la colocación de implantes en la misma cirugía, si con el hueso residual presente, se puede conseguir una adecuada estabilidad primaria de los implantes. Sin embargo diferentes autores abogan por la elevación del suelo del seno con osteotomos, con o sin la colocación de algún injerto, y la colocación de implantes. Incluso con 4 milímetros se ha observado que se pueden colocar implantes mediante un acceso crestal con osteotomos, y adquirir una correcta

estabilidad primaria de los implantes, correlacionándose con una tasa de supervivencia de implantes de más de un 96%, similar a los colocados con el protocolo convencional. Esto es posible gracias al desarrollo macroscópico de los implantes, con nuevas formas de rosca, menor distancia entre ellas, diseños cónicos... así como el desarrollo de las nuevas superficies (29)(30,31).

- Situación 4 (S-4): En este caso, existe menos de 5 mm de la cresta ósea al seno maxilar. En esta clasificación se proponía la realización de una elevación de seno con abordaje lateral, la colocación de un injerto, y diferir la inserción de los implantes a una segunda fase

Posteriormente en 1998, Jensen hizo una revisión acerca de todo lo que se había publicado hasta la fecha sobre procedimientos de elevación del suelo del seno, y mostró los resultados en "The sinus conference". Además sugirió una nueva clasificación en función del hueso disponible, así como el tipo de tratamiento a realizar en cada situación. En esta nueva clasificación, incorpora el uso de osteotomos cuando existen al menos 7 mm de la cresta ósea al suelo del seno, y no tiene en cuenta el grosor de la cresta (7).

Clasificación de Jensen, 1998.

- Clase A. 10 mm: Procedimiento estándar.
- Clase B. 7-9 mm: Elevación de suelo de seno con osteotomos.
- Clase C. 4-6 mm: Elevación de suelo de seno abierto con colocación simultánea de implantes.
- Clase D. 1-3 mm: Elevación de suelo de seno abierto con colocación diferida de implantes.
- Clase E. Seno ausente.

Algunos autores establecen una anchura mínima de reborde de 5 mm para poder colocar implantes simultáneamente a la elevación del suelo del seno maxilar (32).

e) Alternativas de tratamiento en situaciones de disponibilidad ósea al seno reducida

En muchas ocasiones la disponibilidad ósea vertical que el clínico encuentra desde la cresta ósea hasta la cortical del suelo del seno maxilar es inferior a estos 12 mm, lo que obliga al profesional a buscar diferentes alternativas:

- **Colocación de un injerto tipo “onlay”.** Consiste en la colocación de un injerto en bloque sobre la cresta ósea del maxilar, aumentando así la disponibilidad ósea apico-coronal, reduciendo así el espacio interoclusal a rehabilitar, y mejorando la relación corona-implante. Sin embargo, en muchas ocasiones, esta maniobra se utilizaba como cirugía pre-protésica para mejorar las condiciones anatómicas previamente a colocar una prótesis parcial o completa removible (33-35).

- **Implantes Pterigoideos.** Estos implantes disponen de una gran longitud para su anclaje en la apófisis pterigoidea. Estos implantes presentan una longitud media de unos 18 mm, y discurren por una zona con diferentes estructuras nobles, como ramas del nervio alveolar superior, o la arteria maxilar interna. Además, la calidad del hueso donde se ancla la porción más coronal de este implante, obliga a realizar la preparación inicial mediante osteotomos. Además suele presentar una angulación importante respecto al plano oclusal de unos 35-55 grados, aunque no parece que esto influya en la supervivencia de la prótesis (36,37).

- **Implantes Cigomáticos.** Consiste en la colocación de implantes de gran longitud, de entre 35 y 50 mm, cuyo anclaje más apical se produce en el hueso cigomático. Se utilizan como alternativa cuando la disponibilidad ósea vertical de hueso al seno es escasa, aunque para su colocación se realiza una ventana lateral de acceso en la cortical vestibular del seno maxilar para controlar su recorrido. Estos implantes deben acompañarse de implantes convencionales en la región anterior del maxilar, ya que tan sólo con dos implantes cigomáticos no sería suficiente para una rehabilitación fija. La supervivencia de estos implantes muestra resultados similares a los implantes convencionales, de alrededor del 97%, pero la sinusitis parece ser una complicación bastante frecuente en este tipo de técnica (38-41).

- **Implantes cortos.** El uso de este tipo de implantes está avalado por la literatura, especialmente con la aparición de las superficies mejoradas donde se aumenta la superficie de contacto hueso – implante. Diferentes estudios muestran que los implantes de longitud inferior a 8 mm, muestran unos resultados a largo plazo similares a implantes de longitud estándar, alrededor de un 97,5%. Además parece ser que cuando se aumenta el diámetro de estos implantes la supervivencia de los mismos mejora (42)(43-45).

- **Cantilevers distales.** Una alternativa utilizada con frecuencia es la de colocar un molar en extensión distal sobre dos o más implantes colocados en una zona más anterior. Parece que el uso de extensiones no afecta a la supervivencia de los implantes o de la prótesis (46,47). Hay autores como Maló que proponen realizar una rehabilitación sobre 4 implantes, donde los dos implantes posteriores presentan una gran angulación hacia distal (48,49).

- **Regeneración ósea mediante la elevación del suelo del seno.** Esta es probablemente una de las técnicas más estudiadas y documentadas en los últimos 20 años, y va a ser uno de los objetivos a describir en el transcurso de este capítulo. Se trata principalmente de conseguir aumentar la disponibilidad ósea vertical desde la cresta ósea hasta una nueva localización más apical del suelo del seno maxilar, aumentando. Mediante la realización de una ventana en la cortical ósea vestibular, se despegla la membrana que tapiza el interior del antro y se introduce un material de injerto que rellene dicha cavidad hasta conseguir un volumen óseo adecuado. Al cabo de unos meses, el injerto colocado habrá osificado, y se tendrá un volumen óseo suficiente para la colocación de implantes con la longitud deseada.

f) Evolución cronológica de las técnicas de aumento óseo mediante el desplazamiento apical del suelo del seno

Debido a la necesidad de tener al menos Cuando existe una disponibilidad ósea apico-coronal insuficiente para el tratamiento mediante prótesis implanto-soportada de los dientes posteriores del maxilar perdidos, se han propuesto numerosas técnicas regenerativas para el aumento de hueso en sentido vertical, que permita la futura colocación de implantes .

Una de las primeras técnicas realizadas fue la propuesta por Tatum donde realizaba un abordaje lateral de la pared del seno para elevar la membrana del seno y colocar un biomaterial que con el paso del tiempo favorezca la formación de nuevo hueso que permitiera la colocación de implantes (50). Estos implantes podrían colocarse al cabo de una serie de meses de la elevación del suelo del seno, o en la misma cirugía cuando la disponibilidad ósea apico-coronal nativa permitiera la colocación de los mismos con una estabilidad primaria adecuada.

En 1994, Robert Summers propuso realizar la elevación del suelo del seno desde un acceso crestal, mediante unos instrumentos llamados osteotomos, que permitían realizar el lecho quirúrgico desde un acceso crestal, compactando el hueso, y desplazando hacia el interior del seno elevando además la membrana de Schneider mediante y permitiendo la colocación de un injerto a través de dicha preparación (51-53).

Tanto el abordaje lateral del seno para la colocación de biomaterial, así como la elevación del suelo del seno con osteotomos, son una técnica muy predecible para solucionar la escasa disponibilidad ósea apico-coronal, mostrando unos resultados similares a los colocados mediante el protocolo convencional, de más de un 97% a los 5 años. (54-56) .

En 1999, Rosen y Summers, presentaron un estudio multicéntrico donde observaban que a partir de 4 mm de disponibilidad ósea apico-coronal al suelo del seno, parecía ser suficiente para permitir la colocación de implantes con osteotomos, y

anclarlos con los implantes una estabilidad primaria óptima, hasta el punto que no existieron diferencias estadísticamente significativas con los implantes colocados en disponibilidad ósea vertical mayor de 5mm (29).

El desarrollo de los implantes tanto a nivel macroscópico como el de las superficies han permitido mejorar las tasas de supervivencia que presentaban inicialmente los implantes colocados en la región postero-superior del maxilar, alcanzando a los 6 años alrededor del 99%, porcentaje similar a los implantes colocados con el protocolo convencional, respecto al 85% de las superficies lisas y el 95% de las superficies de recubiertas de plasma de spray de titanio (32) (57).

La evolución de las técnicas de elevación del suelo del seno, especialmente las llevadas a cabo con el uso de osteotomos han cuestionado la necesidad de colocar biomateriales que rellenen la cavidad a regenerar, permitiendo que sea el ápice del implante el encargado de mantener elevada la membrana de Schneider, y manteniendo la altura de la “tienda de campaña”.

Diferentes autores han mostrado resultados muy favorables tras colocar implantes de longitud superior a la disponibilidad ósea vertical inicial al seno, sin colocar biomaterial alguno, encontrándose a los 6 meses hueso neoformado alrededor del ápice del implante, inicialmente rodeado tan sólo por coágulo (30,58-60) .

El hecho de no colocar biomaterial en preparaciones hechas desde un acceso crestal, irían enfocadas a minimizar la aparición de complicaciones relacionadas con la perforación de la membrana de Schneider y la colocación de rellenos que pudieran acceder al interior del seno. A pesar de que se puede realizar la maniobra de Valsalva como técnica para conocer si ha habido desgarro de la membrana de Schneider, se ha descrito con frecuencia numerosos falsos negativos cuando se realizaban elevaciones de seno mediante el uso de osteotomos guiadas por endoscopias (61,62) .

Hoy por hoy, parece ser que el uso de hueso autólogo como material de injerto en elevaciones de seno, no aporta ventajas claras sobre el uso de materiales aloplásticos

o xenoinjertos. Algunos autores de hecho, recomiendan el uso de estos últimos para evitar segundas zonas quirúrgicas (7,55,56,63).

También se ha observado incluso mejores resultados en las tasas de supervivencia de implantes colocados en senos regenerados con 100% xenoinjerto bovino comparándolo con implantes colocados en senos regenerados con 100% hueso autólogo. Es probable que estos resultados con variables confundentes, donde la mayor proporción de implantes colocados en senos regenerados con 100% hueso autólogo, eran de superficie (54,56).

g) Contraindicaciones de la cirugía de elevación de seno

Absolutas

Dependientes de la salud médica general. Las contraindicaciones relacionadas con la realización de cualquier cirugía:

Generales

- Enfermedad sistémica descontrolada (diabetes, HTA...)
- Enfermos psiquiátricos
- Drogadicción (Alcoholismo, cocaína...)
- Personas que no han terminado su crecimiento
- Enfermedades óseas
- Pacientes sometidos a radioterapia en los 12 meses

Locales

- Tumores maxilares
- Rinitis alérgica
- Quistes de retención
- Sinusitis aguda

Relativas

- Tabaquismo > 20 cigarrillos/día
- Sinusitis crónica
- Infecciones odontogénicas
- Fístulas oro-sinusales
- Pólipos sinusales

h) Principios biológicos de la regeneración ósea del seno maxilar

Tras la incorporación de los implantes endoóseos a la odontología, como pilares para anclaje protético en los años setenta, Bränemark propuso un protocolo de actuación para la colocación de los mismos. Una de las características que debían cumplir los implantes era que tuvieran una longitud de al menos 12 milímetros {{134 Misch,C.E. 1987; 187 Branemark,P.I. 1984}}.

En muchos casos, los pacientes que demandaban prótesis implanto-soportada, eran desdentados parciales o totales de larga evolución, lo que implicaba que, en determinadas localizaciones no se disponía del hueso suficiente para la colocación de implantes de la longitud establecida en el protocolo Bränemark (6,64).

Cuando se trataba de rehabilitar el sector postero-superior del maxilar, en numerosas ocasiones la neumatización del seno maxilar disminuye la disponibilidad ósea vertical, impidiendo a priori la colocación de implantes de longitud estándar. Debido a la necesidad de aumentar dicha disponibilidad ósea apico-coronal hasta la cortical del seno maxilar, Boyne propuso a principio de los años ochenta una técnica quirúrgica de regeneración ósea donde, utilizando hueso autólogo de cresta ilíaca como injerto de relleno del seno maxilar (11).

Dicho relleno era colocado tras abordar el seno desde la cortical vestibular, realizando una ostectomía en forma de ventana que permite el acceso al interior del mismo. Tras delimitar dicha ventana, se despega la membrana que tapiza el seno, y se rellenaba con dicho injerto el espacio que quedaba entre la parte superior del suelo del seno y la membrana de Schneider que formaba la parte superior de la preparación (11,50).

El injerto colocado, va a formar la denominada “tienda de campaña” que va a albergar el injerto colocado, nutriéndolo de células óseas formadoras de hueso, que permitirán la osificación del mismo. La denominada “tienda de campaña”, va a quedar delimitada por las paredes óseas medial del seno, el proceso alveolar en su aspecto apical, la ventana de acceso vestibular que quedará cubierta por una membrana fijada con chinchetas que favorezca la regeneración, y la membrana de Schneider ya

despegada que queda por encima del injerto colocado, y que puede a su vez estar acompañada por la ventana ósea vestibular delimitada por la ostectomía inicial de acceso al seno, que formarán el techo de la denominada “tienda de campaña”. Este nuevo techo, será el futuro nuevo suelo del seno maxilar (11,50).

Este fenómeno de “tienda de campaña” va a facilitar que el injerto colocado reciba la vascularización necesaria, así como la colonización del mismo por osteoblastos que formarán una matriz ósea que incorpore e integre el injerto particulado colocado, a las paredes óseas residuales del seno. De esta manera se consigue el desplazamiento apical del suelo del seno maxilar, aumentando así la disponibilidad ósea vertical al mismo, permitiendo la colocación de implantes de longitud deseada.

Esta técnica, vigente a día de hoy, puede realizarse como ha sido descrito, colocando cualquier biomaterial como injerto de relleno, y esperar a que se forme el hueso para colocar los implantes (elevación de seno y colocación diferida de implantes), o en la misma cirugía de elevación de seno, pueden también colocarse los implantes (elevación de seno y colocación de implantes en una sola fase). Esta decisión dependerá de si se puede conseguir una buena estabilidad primaria de los implantes con el hueso nativo residual.

Funciones del biomaterial en la cirugía de elevación del suelo del seno

La colocación de un biomaterial en el interior de la “tienda de campaña” creada va a cumplir diversas funciones. La más importante es la de mantener el espacio a regenerar, puesto que si a pesar de haber conseguido levantar la membrana de Schneider, si no colocamos dicho biomaterial, la membrana volvería a su posición original, colapsándose, y desapareciendo el espacio a regenerar (65).

Otra función del biomaterial colocado es la de servir de andamiaje a los osteoblastos, facilitando su expansión a través de todo espacio rellenado con dicho biomaterial.

Dependiendo del tipo de injerto que se coloque, éste aportará diferentes características dependiendo de la naturaleza del mismo. Inicialmente, el material de injerto utilizado como relleno de la cavidad del seno, era el hueso autólogo, considerado

como el “gold standard” de los injertos debido a sus propiedades osteogénicas y osteoinductivas, al margen de la osteoconducción, característica compartida con el resto de biomateriales. Las dos primeras características aportaban células óseas dentro del injerto colocado y factores de crecimiento como BMPs, que favorecen la diferenciación celular a células formadoras de hueso.

Posteriormente a lo largo de los años se ha ido sustituyendo el hueso autólogo por diferentes biomateriales para evitar segundas zonas quirúrgicas, y la morbilidad que presentaba su postoperatorio, como la zona de la cresta ilíaca.

El primer biomaterial utilizado en sustitución del hueso autólogo, o en combinarse con este, fue el fosfato tricálcico, propuesto por Tatum en 1986 (50). Sucesivamente, se han ido utilizando aloinjertos como DFDBA, FDBA, xenoinjertos y otros materiales aloplásticos, solos o en combinación entre ellos o mezclados con hueso autólogo. Esto permite reducir la cantidad de hueso autólogo necesaria para el relleno de la cavidad sinusal (55).

Para que la regeneración ósea sea una técnica predecible, Schenk en 1994 sugirió cinco condiciones que deben cumplirse para que el procedimiento de regeneración cumpla las máximas expectativas. Estas condiciones son las siguientes (66):

- Exclusión del tejido blando. Se debe aislar la cavidad con el biomaterial a regenerar de las células conectivas y epiteliales, para permitir el establecimiento en la zona de las células óseas, más lentas en esta migración.
- Mantenimiento del espacio a regenerar. Existen diferentes maneras de evitar el colapso de la membrana, que van desde la utilización de membranas reforzadas con titanio, el uso de chinchetas o tornillos, o la colocación de un biomaterial en el interior.
- Estabilidad mecánica de la herida. Los micromovimientos que pudiera sufrir el coágulo, entorpecería la cicatrización, y reduciría el volumen de hueso a regenerar

- Correcta vascularización para una adecuada nutrición de la zona. Un mal manejo de los tejidos blandos, un mal diseño del colgajo, puede provocar la necrosis del colgajo, provocando el fracaso de nuestro tratamiento.
- Presencia de células osteogénicas. Facilitar el acceso de los osteoblastos realizando perforaciones en la cortical ósea, parte del hueso menos vascularizada, o la presencia de células osteogénicas en el biomaterial empleado, facilitará o acelerará el proceso de regeneración

Durante el proceso de regeneración, el coágulo óseo en cicatrización debe presentar una correcta estabilidad, (67) puesto que si las partículas del biomaterial o los fragmentos de hueso natural sufren desplazamientos, la cicatrización del mismo podría tener características cartilaginosas (67) .

i) Técnicas de elevación del suelo del seno

En la década de los 70, Tatum comenzó a plantear alternativas restauradoras para tratar de reducir el gran espacio restaurador existente tras la pérdida de los dientes posteriores del maxilar, y la reabsorción del hueso alveolar. Por esta razón inicialmente se colocaban injertos de cresta ilíaca y de costilla para acercar la cresta ósea maxilar a los dientes o restauración mandibular, pudiendo así reducir el tamaño vertical de las coronas. Posteriormente, en 1975, Tatum propone utilizar un injerto autólogo de cresta ilíaca para colocarlo dentro del seno maxilar con fines implantológico en una segunda fase.

En el año 1980, Boyne y James publica una técnica quirúrgica de elevación de seno, donde, mediante la realización de una “ventana” en la cortical vestibular, podían acceder al seno maxilar. En 1986, Tatum propone una técnica similar a la presentada por Boyne and James, junto con un prototipo de implante de tipo laminar en capas, con un espacio en su base para albergar material de injerto que facilitara su osteointegración (11,50).

En función del tipo de injerto colocado, el tiempo de espera variará de una situación a otra. Como ya hemos comentado en el apartado anterior, incluso con 4mm de disponibilidad ósea podríamos colocar implantes mediante el uso de osteotomos de manera predecible y sin diferencias en cuanto a supervivencia del procedimiento convencional. Por esta razón, serían 3 mm por debajo de los cuales se debería realizar un procedimiento de injerto del seno maxilar, independientemente de la técnica quirúrgica, y diferir la colocación de los implantes

Sin embargo, para poder colocar los implantes y realizar la elevación de seno en la misma cirugía deben cumplirse algunos requisitos, como conseguir una adecuada estabilidad primaria de los mismos. La importancia de esto, está relacionada con una mayor tasa de supervivencia de los implantes, y esta a su vez se relaciona directamente con la cantidad de hueso residual. Jensen clasificó la altura del reborde óseo residual, y en función del mismo, propuso un procedimiento quirúrgico correspondiente (7). De esta manera, tanto Jensen como Misch, establecieron como necesarios al menos 6 mm para poder colocar los implantes de forma simultánea a la elevación de seno.

En 1994, Robert Summers propone una técnica de elevación del suelo del seno, donde, mediante un acceso crestal, consigue desplazar la cortical del seno hacia el interior del mismo junto con la membrana que lo tapiza, mediante el uso de osteotomos. Mediante esta técnica se consigue acortar el tiempo de tratamiento, ya que permite colocar el implante y realizar la regeneración del seno en el mismo acto quirúrgico, con un postoperatorio muy favorable en comparación con la técnica de acceso lateral.

En 1996 se llevó a cabo la “Sinus Consensus Conference” donde Jensen trató de recoger todos los datos publicados hasta la fecha acerca de elevación del seno maxilar, y publicó una serie de conclusiones acerca del manejo quirúrgico del seno.

Entre las indicaciones se describió como principal aquellas “Áreas desdentadas del maxilar posterior con inadecuado hueso donde es necesaria la colocación de implantes dentales endoóseos para realizar un plan de tratamiento restaurativo” (7). Se estableció una altura ósea de 8 a 10 mm como el límite para permitir la colocación de los implantes sin necesidad de realizar procedimientos quirúrgicos alternativos.

Con el paso del tiempo, el desarrollo de los implantes tanto a nivel microscópico como macroscópico, permitió reducir la longitud de los mismos, optimizando una menor longitud con un mayor contacto hueso – implante. Esto permite a algunos autores estabilizar implantes en el hueso nativo residual, incluso en situaciones donde la disponibilidad ósea apico-coronal es inferior a 4mm (31) (30). Pero se necesitan más estudios controlados.

1-Técnica de elevación de seno mediante ventana lateral e injertoTécnica

Tras anestesiar la zona que abarca el seno maxilar desde un aspecto vestibular, se realiza una incisión con una hoja de bisturí del número 15 a nivel crestal, ligeramente desplazada a palatino, desde la zona de la tuberosidad, hasta distal de la papila del diente más anterior que esté involucrado en la zona del seno, asegurándonos un margen óseo suficiente desde el final de nuestra futura ventana lateral hasta la parte de de tejido blando no incluido en el colgajo.

A este nivel se realiza una descarga vertical, para facilitar el manejo del colgajo y el acceso al seno maxilar. A continuación, se levanta un colgajo a espesor total, despegando lo suficiente para tener una correcta visión del campo quirúrgico.

Tras identificar el suelo del seno maxilar, ubicaremos a unos 2-3mm la base de nuestra futura ventana. La altura de la misma dependerá en función de la cantidad de injerto que se quiera colocar, o de la posible presencia de tabiques de Underwood, que pueden obligar a la realización de dos ventanas para esquivar dicha estructura.

Tras definir el tamaño de la futura ventana mediante una fresa redonda de diamante del número 4 colocada en una pieza de mano, tenemos diferentes opciones para marcar su silueta; o bien se van realizando pequeñas marcas con la fresa hasta dibujar su contorno, y posteriormente se van uniendo con la osteotomía, o bien se puede ir de manera continuada recorriendo el perímetro de la ventana hasta ir desgastando la cortical vestibular. La ventana tendrá una forma ovalada, con mayor diámetro en sentido transversal.

Una vez se han unido todos los puntos marcados, o se ha desgastado la cortical vestibular lo suficiente hasta que ha quedado liberada, se tiene la opción de extraer el fragmento óseo para incorporarlo como hueso autólogo a nuestro material de relleno, o desplazarlo hacia dentro para que forma el techo de nuestra regeneración, que será el futuro suelo del nuevo seno maxilar.

En ocasiones, cuando la osteotomía está prácticamente terminada, pero la ventana ósea no se ha liberado totalmente, podemos terminar de fracturarla utilizando algún instrumento como puede ser un osteotomo, evitando así un posible desgarro de la membrana de Schneider con la fresa al intentar terminar la osteotomía.

Otra posibilidad es la utilización de instrumental ultrasónico como puede ser el piezo-surgery, que al discriminar el tejido blando del duro, evita la perforación de la membrana de Schneider, así como la sección de la arteria maxilar que transcurre habitualmente por la localización donde debe hacerse la ventana de acceso, mediante la osteotomía, y provocar hemorragias en ocasiones difíciles de controlar. Una vez tenemos la ventana realizada, el siguiente paso es el despegamiento y la elevación de la membrana de Schneider, que es la parte más delicada del procedimiento, ya que, aunque un desgarro menor de 5mm puede ser corregido con una mediante la aposición de una membrana reabsorbible, en el caso de que sea mayor de 5mm, puede llevar a la suspensión de la cirugía.

Para el despegamiento de la membrana de Schneider, existe instrumental específico, consistente en un juego de cucharillas especiales de la Universidad de Loma Linda de punta roma. Comenzando desde la parte más anterior de la membrana, comienza a despegarse, apoyándose en la cortical ósea vestibular en su parte interna, y a continuación se continúa despegando la membrana del suelo del seno, hacia la región medial y posterior del seno. Para facilitar el despegamiento, es recomendable pedir al paciente que inspire con fuerza, momento que facilitará el despegamiento de la misma, y podremos valorar si esta se encontrara desgarrada.

Además así se evitará un posible colapso de la membrana desde la pared medial, pudiendo desplazar el material de injerto hacia vestibular, resultando en una localización final no deseada del aumento óseo. Una vez se haya despegado suficiente la membrana, si se desea, sería el momento de desplazar la ventana lateral realizada doblándose por su parte más superior para terminar siendo el techo de nuestra zona regenerada, y a su vez en el futuro nuevo suelo del seno maxilar.

El material de injerto particulado se llevará a la preparación mediante unas jeringas especiales acodadas; se debe empezar a rellenar las partes proximales anterior

y posterior, terminando en la parte vestibular en inferior. En el caso de que vayan a colocarse implantes en el mismo acto quirúrgico, se realizarán los lechos de los implantes, y cuando estén preparados, se coloca el injerto particulado, y finalmente se colocarán los implantes.

Cuando se haya terminado de colocar todo el material de injerto, quedará aislar la zona injertada del colgajo vestibular. Para ello se coloca una membrana reabsorbible que cubra la ventana lateral de acceso y la fijaremos con cuatro chinchetas de titanio, asegurando así la estabilidad mecánica del coágulo y la exclusión del tejido blando. La importancia de colocar membrana Vs no colocarla ha quedado bien demostrada en los estudios(68) (69).

Así mismo, el no despegamiento de la membrana de dicha pared mesial, podría favorecer que durante la cicatrización, la propia respiración pueda desplazar el material de injerto hacia la ventana ósea realizada, resultando en un volumen óseo regenerado inferior al previsto, o el desplazamiento del mismo a una zona diferente a la deseada (7,11).

Colocación de implantes en la misma cirugía

La circunstancia que va a llevar a colocar los implantes en la misma cirugía de la elevación de seno, es la disponibilidad ósea apico-coronal al seno, donde si ésta es menor a 5 mm autores como Jensen y Misch recomiendan diferir la colocación de los mismos (6)(70).

Por último, se suturará inicialmente la descarga vertical realizada, comenzando con el vértice de la misma, y se continuará por la incisión crestal mediante puntos colchoneros horizontales y puntos simples.

2-Elevación del suelo del seno con osteotomos. Técnica de Summers

Robert Summers presentó una técnica en 1994 que revolucionó el manejo del sector posterior del maxilar desdentado. Este autor propone realizar la elevación del suelo del seno desde un acceso crestal, a la vez que realizaba el lecho para la colocación de los implantes. Además, otra gran revolución que presentó esta técnica era el hecho de poder colocar implantes en crestas estrechas de 3-4 milímetros, sin tener que realizar regeneración ósea guiada previa o simultánea a la colocación de los implantes.

Ambos objetivos eran conseguidos mediante el uso de un instrumental que presentó el autor junto a su técnica. Dicho instrumental se denominan osteotomos, y consisten en un set vástagos metálicos de diámetro progresivo, que permiten compactar y realizar la preparación del lecho quirúrgico del implante. Además, una vez alcanzan la cortical del suelo del seno, permiten realizar la fractura de la misma de manera “controlada”, para así desplazarla hacia apical, elevando así junto a ella la membrana de Schneider. De esta manera, se puede conseguir aumentar la disponibilidad ósea apico-coronal al suelo del seno, ya que será el propio implante el que mantenga elevada dicha cortical, permitiendo colocar el implante en la misma cirugía en la que se realiza el desplazamiento apical del suelo del seno (51).

El paso de los osteotomos de manera progresiva dilatará ambas corticales, permitiendo colocar implantes en crestas de 3-4 mm de anchura inicial. Además, una de las grandes ventajas que presenta esta técnica, es la mejora que se consigue en la calidad del hueso que rodeará el implante, ya que en situaciones de hueso de calidad tipo IV, muy trabeculado, el contacto hueso-implante era bajo, afectando a la supervivencia de los implantes. Mediante el paso secuencial de los osteotomos, el hueso se compacta, disminuyendo así el volumen de espacio entre las trabéculas, lo que produce un aumento del contacto hueso implante en las primeras 4 semanas de la colocación del implante, aumentando la supervivencia de los implantes (71,72) (56).

A parte de las mencionadas, otras ventajas que el autor comenta en su artículo son: A) Mayor sensibilidad durante la preparación del lecho. B) Mejor control visual de la axialidad de la preparación. C) No hay sobrecalentamiento óseo durante la preparación, posible factor de riesgo para la fibrointegración del implante. D) Permite

expandir la cresta en la misma cirugía, disminuyendo la probabilidad de sufrir una dehiscencia o fenestración durante la preparación. E) Menor morbilidad (52,53).

Mediante esta técnica se conseguía elevar el suelo del seno evitando así la técnica de ventana lateral así como su molesto postoperatorio, reduciendo el tiempo el tiempo de espera de cicatrización del injerto colocado (en el caso de que se haya colocado) ya que los implantes se colocan a la vez que el injerto.

La peculiaridad de esta técnica reside en la ausencia de fresado, ya que la totalidad de la preparación se realiza con los osteotomos. Esto evita la pérdida de hueso durante el fresado, y permite mejorar la calidad ósea de la región y la estabilidad primaria. Además incluso se podía regenerar hasta 2mm de hueso sólo con el uso de osteotomos, sin necesidad de utilizar ningún tipo de injerto. Si se quería obtener un aumento superior a 2mm, se podía añadir un injerto a través de la preparación, preferiblemente hueso autólogo (51-53).

Técnica

Durante la planificación de la cirugía, se debe medir la distancia desde la cresta alveolar hasta el suelo del seno maxilar, así como la anchura de la misma, y a esa distancia le restaremos entre 1 mm. A esa medida se le llama longitud tentativa de trabajo.

La técnica original, descrita por Robert Summers está pensada para no utilizar técnica de fresado, salvo en hueso más duros donde el autor recomienda pasar la fresa piloto que haga de guía a los osteotomos.

Tras anestesiarse la zona, se realiza una incisión a nivel crestal, ligeramente desplazada a palatino, no siendo necesario condiciones normales, la realización de descargas verticales. Una vez remarcada la incisión, se levanta un colgajo espesor a total que permita un acceso amplio a la cresta donde se colocarán los implantes. Como se ha comentado anteriormente, en principio no se va a utilizar fresa alguna, de manera que la preparación se llevará a cabo mediante osteotomos. Se comienza con el osteotomo número 1, que es el más estrecho de todos, y se golpeará con un martillo hasta que el

osteotomo alcance la longitud de trabajo establecida, quedándonos así aproximadamente a 1 mm del suelo del seno. Una vez alcanzado este punto, se utiliza el osteotomo número 2, hasta alcanzar de nuevo la longitud de trabajo.

Se realizará la secuencia de osteotomos, obteniendo la preparación progresiva del lecho del implante, hasta llegar al osteotomo que sea compatible con el diámetro del implante a colocar.

A continuación, en el caso de que se quisiera elevar el suelo del seno más de 2 mm, se introducirá material de injerto a través de la preparación, y se compactará utilizando el último osteotomo, cuyo diámetro sea el más favorable para el implante que se vaya a colocar. La mezcla de injerto y sangre, provocaría por presión hidráulica la dilatación de la cortical sinusal hacia la luz del seno, o provocaría una pequeña fractura de la misma que permitiría alcanzar con el osteotomo la longitud final de trabajo. En último lugar se coloca el implante, y se suturan los colgajos mediante puntos simples.

Es importante remarcar que el osteotomo debe ser golpeado con un martillo, incluso en huesos tipo IV donde se pudiera realizar la preparación con la mano empujando el osteotomo, para mantener siempre la axialidad de la preparación, evitando así un posible ensanchamiento excesivo del lecho que disminuyera la superficie de contacto del implante con el hueso, y por consiguiente la estabilidad primaria.

3-Modificación de la técnica de Summers

Algunos autores han sugerido que la compactación de hueso que se realiza en la técnica de elevación del suelo del seno con osteotomos propuesta por Summers, donde no se utiliza material rotatorio, sino que la preparación se realiza por compactación podría no ser inocua. El autor hace referencia a las ventajas de no utilizar fresas, ya que compacta el hueso, y evita la posibilidad de sobrecalentar el hueso más apical. Pero durante esta preparación, no se deberían sobrepasar los 20 MPa de presión, puesto que por encima de esta fuerza, se alteraría la función de los osteocitos, así como se comprometería la angiogénesis. Por esto, si la resistencia que encuentra el osteotomo para avanzar durante la preparación del lecho, es recomendable el uso parcial de algún instrumento rotatorio.

Por este motivo, Cavicchia publicó una modificación de la técnica de Summers, y utiliza el protocolo de fresado estándar, hasta 1 mm de la cortical del seno. En lugar de utilizar la última fresa de diámetro compatible al implante a colocar, se utiliza el osteotomo de diámetro equivalente, donde además de terminar la preparación, se fractura el suelo del seno.

A continuación se añaden una serie de esponjas hemostáticas, previas a la colocación del injerto, con el fin de elevar y separar la membrana de Schneider de dicho injerto, y del ápice del implante. Se colocaron 97 implantes mediante esta técnica, donde 11 implantes no se osteointegraron (88,6% de supervivencia). El autor explica viendo los casos donde los implantes fracasaron, la importancia de evitar el fresado en huesos tipo IV para mejorar la calidad del hueso, así como evitar ganancias mayores a 5 mm por la probabilidad de desgarro de la membrana, y realizar esta técnica cuando al menos el hueso crestal residual al seno es de 5 mm (73).

Mediante esta modificación se consigue mejorar 2 aspectos de la técnica original:

El primero es la dificultad encontrada en realizar esta técnica en hueso tipos III, donde la dureza del hueso no permite la preparación del lecho con facilidad. Además a no ser que la cantidad de hueso residual al la cortical del suelo del seno sea delgada, resulta difícil la fractura de la misma con el osteotomo.

La segunda ventaja es que al fresar durante parte de la preparación, se puede obtener una cantidad variable de hueso autólogo que puede ser utilizado con material de injerto en el seno.

Técnica

Tras anestesiar la zona a intervenir, se realiza una incisión crestal que permita un correcto acceso a la zona quirúrgica, y se levanta un colgajo a espesor total. Mediante fresa redonda, se descorticaliza el hueso para facilitar el paso de la fresa piloto.

A continuación se pasará la fresa piloto hasta quedarse a 1 mm de la cortical del suelo de seno. Para este paso el autor recomienda reducir las revoluciones del fresado para discriminar una pequeña resistencia al fresado, que podría indicar que hemos llegado a la cortical del seno.

Seguidamente, se realiza el protocolo de fresado estándar teniendo como límite ese milímetro de hueso cortical residual del suelo del seno.

En este punto, se introducirá un medidor de profundidad, y se realizará una radiografía periapical con un paralelizador para cerciorarse de que la preparación se ha quedado a 1 mm. Una vez esto comprobado se realizará toda la secuencia de fresado a esa distancia.

Para terminar la preparación, se sustituirá la última fresa por un osteotomo de diámetro similar, que romperá el suelo del seno, desplazándolo hacia apical, elevando así la membrana de Schneider. Previo a la colocación del implante, se introduce una o varias esponjas de colágeno reabsorbible con el fin de elevar la membrana sin tener que introducir el osteotomo más allá del límite original del seno. De esta manera se reduce la posibilidad de desgarrar la membrana con el osteotomo. En el caso de que esto sucediera, no se colocaría material de injerto (73).

El autor recomienda el uso de hueso autólogo que pueda favorecer la regeneración por su capacidad osteoinductiva y osteogénica. Finalmente se introduce el implante, cuyo ápice mantendrá elevada la membrana, favoreciendo el fenómeno de tienda de campaña que permitirá la formación de hueso.

Actualmente varios autores cuestionan el uso de injertos cuando se realiza la técnica de osteotomos, puesto que se tratan de técnicas ciegas, donde no se puede comprobar de manera visual si se ha producido un desgarro en la membrana (30,31,59,60,74).

Los falsos negativos que se producen durante la maniobra de Valsalva observados por sinuscopia cuestionan el uso de dichos injertos por el riesgo de provocar una sinusitis aguda (62). A finales de 2009, Pjetursson en un estudio prospectivo observa que la probabilidad de ganar 2mm de nuevo hueso sin utilizar ningún injerto de un 39,1% respecto a un 77,9% cuando si se utilizaba (63).

Esto sugiere que el uso de injertos favorece el mantenimiento del espacio a regenerar. El problema observado en este estudio es que no discrimina ni asocia la disponibilidad vertical inicial de hueso en relación a la longitud de implante colocado, así como tampoco se utiliza un criterio objetivo para la colocación de injerto, quedando a criterio del clínico.

4- Elevación del suelo del seno mediante abordaje oclusal

Tatum fue el primer autor en intentar realizar la elevación del suelo del seno desde crestal evitando la elevación de seno abierta utilizando unos instrumentos quirúrgicos llamados “socket formers”. Los resultados que obtuvo no fueron del todo satisfactorios, ya que durante los años ochenta publicó diversos estudios utilizando la técnica de ventana lateral al igual que Boyne and James (11,50).

El acceso al interior del seno con el fin de aumentar la disponibilidad ósea apico-coronal para la colocación de implantes ha sido realizada tradicionalmente mediante un enfoque lateral, utilizando la técnica propuesta por Boyne & James Tatum (11,50).

En la última década, diferentes autores han propuesto realizar la elevación de una menor porción del suelo del seno, pero desde un acceso crestal, lugar de trabajo más usual para los clínicos, donde se puede conseguir el mismo objetivo final que mediante la técnica de ventana lateral, pero con un morbilidad menor. Pero tras revisar la literatura, la técnica de elevación del suelo del seno desde un acceso crestal, fue propuesta y se llevó a cabo antes que la de ventana lateral.

El primer autor en proponer una técnica de acceso crestal fue Tatum a mediados de los años setenta, mediante el uso de un instrumento quirúrgico específico llamado “socket former” y un prototipo específico de implantes para esta localización. Los resultados iniciales no fueron los esperados, y durante la década de los ochenta publicó diferentes series de casos de elevación de seno utilizando la técnica de ventana lateral, técnica que se estableció como procedimiento estándar.

En 1994, Robert Summers, publicó una técnica específica de elevación del suelo del seno desde crestal llamada Osteotome Sinus Floor Elevation(OSFE),(Elevación del Suelo del Seno con Osteotomos), y una modificación de la misma donde se añade material de injerto Bone Added Osteotome Sinus Floor Elevation(BAOSFE) comentadas previamente(51,52).

Posteriormente, han aparecido diferentes autores que proponen técnicas varias para lograr este objetivo. Estas difieren entre sí por la disponibilidad ósea apico - coronal

donde se aplican, el uso o no de material rotatorio, la posibilidad de introducir material de relleno a través de la preparación, o usar trépanos para el desplazamiento del cilindro óseo hacia el interior del seno maxilar que provocará un aumento de la disponibilidad ósea vertical.

Técnicas de abordaje oclusal:**Preparación del lecho futuro implantario. Summers, 1995.**

Summers propuso un método para aumentar la disponibilidad ósea vertical del maxilar superior, cuando esta es inferior a 5 mm.

En esta técnica se incorporó el uso de una trefina para realizar la ostectomía de acceso al seno, y la denominó "Future Site Development" (FSD) ("desarrollo del futuro del lecho implantario")

Esta técnica consiste en el desplazamiento al interior del seno una porción de la cresta ósea que elevará la membrana de Schneider, y la colocación de un injerto que mantendrá el volumen de la tienda de campaña. Tras unos meses, se realiza la cirugía de colocación de implantes.

Técnica

Medición de la disponibilidad ósea apico-coronal a la cortical del seno. Se resta 1 mm a la disponibilidad medida, y esta será la longitud inicial de trabajo.

Se levanta un colgajo a espesor total, y se expone la cresta ósea para un correcto acceso a la misma. Mediante una trefina de 6 mm de diámetro, se realiza un fresado hasta llegar a la longitud inicial de trabajo.

Tras realizar una incisión a nivel crestal y despegar los colgajos vestibular y palatino a espesor total, mediante el uso de una trefina de 5 mm de diámetro interno, se fresa hasta llegar a 1 – 2 mm de la cresta sinusal. Mediante un osteotomo se desplaza el cilindro óseo demarcado hacia el interior del seno, no llegando nunca al interior del seno.

Posteriormente se añade hueso autólogo o algún sustituto óseo a través de la preparación, y se va compactando con el osteotomo. El autor explica que el hecho de no despegar el cilindro óseo desplazado hacia apical de la membrana de Schneider, por un lado facilita la elevación de la membrana, y por otro lado mantiene la vascularización del segmento de hueso desplazado, favoreciendo la formación de nuevo hueso alrededor

del ápice del implante (75). Tras la cicatrización del injerto se colocan los implantes en un segundo acto quirúrgico

Manejo localizado del suelo del seno y colocación de implante. Bruschi, 1998.

Bruschi, en 1998 propone una técnica para localizaciones con escasa disponibilidad ósea apico – coronal al seno, donde además las crestas son estrechas, denominada Manejo Localizado del Suelo del Seno (“Localized Management of Sinus Floor”, LMSF). Mediante este procedimiento, además de elevar el suelo del seno, expande la cresta y coloca el implante en el mismo acto quirúrgico (76). Se colocaron 495 implantes mediante esta técnica, obteniendo una supervivencia del 97,5% de los mismos.

Técnica

En primer lugar levanta un colgajo vestibular a espesor parcial, y el palatino a espesor total, permitiendo una ganancia de tejido que permita un correcto cierre por primera intención, que compense el futuro aumento de volumen entre las dos corticales. Con un instrumento de compactación cuya parte activa cónica permite compactar y comenzar el lecho implantario, quedándose a 1 mm de la cortical del seno.

Mediante un elevador radicular de Heidbrink, se ensancha la preparación, así como la cortical vestibular. Para el resto de la preparación se utilizan una serie osteotomos de punta convexa con calibre progresivo, que por compactación, se va alcanzando el diámetro del lecho deseado, así como rompiendo el suelo del seno en sentido vertical. Finalmente se coloca una esponja hemostática previa a la colocación del implante, favoreciendo la separación del ápice del implante de la membrana de Schneider. Una vez colocado el implante, se suturan ambos colgajos, que cicatrizarán por primera intención gracias al colgajo de espesor parcial vestibular realizado.

Elevación del suelo del seno tras la extracción de un molar superior. Fugazzotto, 1999

En ocasiones, cuando se realiza la extracción de un molar superior, la disponibilidad ósea desde el alveolo a la cortical del seno es escasa o inexistente. Esto hace prever que no existirá hueso suficiente para la futura colocación de implantes, obligando a una futura técnica de aumento del mismo.

Fugazzotto publicó un artículo a propósito de una serie de casos, donde propone aumentar la disponibilidad ósea vertical al suelo del seno desde un acceso crestal tras la extracción de un molar superior. Esta técnica está indicada en situaciones en las que exista una divergencia suficiente de las raíces del diente extraído, que permita un anclaje satisfactorio del implante en el tabique óseo remanente.

Técnica

Tras la exodoncia de del molar, se demarca en el tabique inter-radicular del alveolo un cilindro óseo mediante una trefina, que va a ser desplazado al interior del seno con un osteotomo. Esto se hará con suma suavidad para proteger la membrana de Schneider (77).

El autor comenta que el cilindro de hueso desplazado protege la membrana del seno, ya que actuará como protector de la misma ante el osteotomo. A continuación se introduce un xenoinjerto cortical bovino inorgánico, que se va compactando suavemente para ir elevando la membrana y el cilindro óseo, y se coloca una membrana que recubra el injerto, y unas chinchetas que fijen dicha membrana.

Finalmente se suturan los colgajos y se espera a la cicatrización del injerto. xenoinjerto Tras dejar cicatrizar el injerto 6-8 meses dependiendo del biomaterial utilizado, se colocan los implantes en una segunda fase quirúrgica.

Modificación de la técnica de elevación de seno mediante trefina/osteotomo.**Fugazzotto 2001.**

En el año 2001, el mismo autor publica un artículo donde realiza la elevación del suelo del seno maxilar, desde un acceso crestal, con una técnica parecida a la propuesta por Summers en el año 1995.

Técnica

Tras anestesiar la zona a operar se elevan los colgajos vestibular y palatina a espesor total. Mediante una trefina de de 2,5 mm de diámetro externo demarca un cilindro óseo hasta llegar a 1 mm de la cortical del seno en una brecha desdentada del sector posterior del maxilar. Con el osteotomo de diámetro similar, se desplaza el cilindro óseo hacia el interior del seno, 1 mm menos que en la técnica similar propuesta por Summers (78). De esta manera el autor argumenta que la membrana del seno se encuentra más protegida durante el desplazamiento del cilindro óseo a su interior.

A continuación, con un osteotomo de diámetro mayor, se termina de realizar la preparación. Posteriormente se rellena la cavidad formada con un hueso cortical bovino inorgánico. Finalmente se suturan los colgajos y se espera una segunda cirugía para colocar los implantes

Para ello utiliza una trefina con la que fresa hasta 1 mm de la cortical interna del seno, y se desplaza el cilindro óseo demarcado hacia el interior del seno, mediante el uso de un osteotomo elevando así la membrana del seno. A continuación introduce hueso cortical bovino inorgánico, y finalmente pone una membrana en silla de montar y la fija con chinchetas.

Colocación de implante tras la técnica modificada de elevación de seno mediante trefina/osteotomo. Fugazzotto 2002.

Después de observar que se podía conseguir una correcta estabilidad primaria con disponibilidades óseas verticales al seno de al menos 4 mm, Fugazzotto propone colocar un implante en la misma cirugía en la que se realiza la técnica de elevación de seno mediante trefina/osteotomo. De esta manera se acortaba sensiblemente el tiempo de rehabilitación del paciente.

Técnica

Tras delimitar el segmento óseo con una trefina hasta 1 mm del seno, se golpea con un osteotomo hasta fracturarlo de la cortical interna del seno. Una vez se ha desplazado el cilindro óseo elevando la membrana del seno, en lugar de introducir un material de injerto, se coloca el implante, que será el que mantendrá elevada el cilindro y la membrana. El mantenimiento de la “tienda de campaña”, favorece la formación espontánea de hueso alrededor del ápice del implante, aunque esta formación no se produce de manera predecible.

El autor propone una fórmula para elegir la longitud del implante a colocar, que sería $2X - 2$, siendo “x” la distancia apico – coronal de la cresta ósea al seno (79). De esta manera evita superar la tolerancia en la elasticidad de la membrana de Schneider, que algunos autores han observado mediante técnicas de sinuscopia, que estaría en una media aproximadamente de 5 mm (62).

La tasa de supervivencia de 116 implantes colocados mediante esta técnica con un seguimiento de 4 años es del 98% (79). Los resultados del seguimiento de 137 implantes colocados mediante esta técnica a los 3 años es del 97,8%.

Elevación de seno indirecta asociado a implantes cortos. Deporter, 2005.

Deporter es uno de los primeros autores en proponer el uso de implantes cortos para la rehabilitación mediante prótesis implanto-soportada de la región posterior del maxilar. Las primeras modificaciones de las superficies mecanizadas de los implantes hacia superficies de adicción, permitían un mayor contacto hueso implante con implantes más cortos (80,81).

El autor propone alguna modificación de la técnica original propuesta por Summers. La primera de ellas es colocar implantes desde un acceso crestal incluso en localizaciones con 2 mm de disponibilidad ósea al seno. La segunda es que entierra el cuello pulido del implante, ya que al ser de diámetro superior al cuerpo del mismo, incrementa la estabilidad primaria del mismo. La tercera es que según introduce material de injerto, Deporter si introduce la parte activa del osteotomo en el interior del seno, para desplazar el biomaterial, así como la membrana al interior del mismo.

Técnica

Tras levantar un colgajo a espesor total, se realiza la preparación exclusivamente con osteotomos hasta 1mm de la cortical ósea. Tras añadir un xenoinjerto de origen bovino, lo compacta hasta romper el suelo del seno con el osteotomo de mayor diámetro, compatible con el diámetro del implante. Para esto se utilizan unas puntas específicas que se introducen digitalmente. Finalmente coloca los implantes y sutura los colgajos.

Tras más de 3 años de seguimiento a 104 implantes colocados mediante esta técnica, sólo se perdieron 2 (98,5%), concluyendo que implantes de 7 mm de longitud son suficientemente largos para el mantenimiento de la osteointegración a largo plazo.

Elevación del suelo del seno tras la extracción de un molar superior y colocación inmediata de implante. Fugazzotto 2006.

Tras la modalidad publicada por el mismo autor en el año 1999, Fugazzotto publica una evolución de la técnica consistente en colocar un implante en el tabique inter-radicular de un molar superior extraído, en sustitución del biomaterial.

Técnica

Una vez realizada la exodoncia del molar superior, el cual, debe tener una divergencia radicular lo suficientemente amplia, para que se pueda anclar un implante en el tabique óseo inter-radicular. Se mide la disponibilidad ósea desde el tabique óseo inter-radicular hasta la cortical del suelo del seno.

Mediante una trefina, se fresa hasta 1 mm de la cortical del seno. Una vez delimitado este fragmento óseo, se fractura el milímetro residual respetado en el momento del fresado, y con un osteotomo se desplaza al interior del seno, introduciendo el osteotomo hasta alcanzar la longitud del implante a colocar. Finalmente, se coloca el implante en la preparación realizada, sin la necesidad de incorporar material de injerto, ya que el ápice del implante mantendrá elevada la membrana del seno, favoreciendo la cicatrización de la “tienda de campaña”.

Elevación de la membrana del suelo del seno mediante balón intrasinusal

En líneas generales, existen dos enfoques opuestos acerca de utilizar o no biomaterial a modo de injerto para realizar la elevación de seno desde un acceso crestal. Hay autores que defienden que al incorporar injerto a través de la preparación, ya que, cuando se junta con la sangre, facilita la compactación mediante un osteotomo, ejerciendo una presión homogénea sobre el hueso residual y la membrana de Schneider, que por la ley de Pascal, facilitaría su despegamiento y desplazamiento apical.

Algunos clínicos prefieren introducir esponjas reabsorbibles de colágeno a través de la preparación, previa a la colocación del injerto, por si existiera algún desgarro no diagnosticado, para que ejerza de agente reparador (73,76).

Por otra parte hay otros autores que sugieren que la colocación de un injerto a través de la preparación, debido a la macro-estructura de la partícula, de bordes afilados, podría provocar el desgarro de la membrana de Schneider, pudiendo entrar posteriormente a la luz del seno, resultando en un riesgo añadido para el desarrollo de una futura sinusitis.

Así mismo, al ser una técnica ciega, donde es difícil diagnosticar desgarros en la membrana sinusal, todos los autores coinciden que ante un desgarro diagnosticado o cuando se sospecha que pudiera existir, recomiendan no incorporar material de injerto alguno.

Elevación del suelo del seno mediante balón intrasinusal.

La presencia de septos de Underwood, dificulta las cirugías de elevación del suelo del seno, independientemente de la técnica que se utilice. Para estas situaciones, donde el despegamiento de la membrana resulta más complejo, se ha propuesto utilizar un balón intrasinusal para el despegamiento de la misma.

Este dispositivo está compuesto por un balón hinchable conectado a una jeringa que, mediante la presión de su émbolo, rellena de suero salino estéril el balón del extremo. Con el relleno del balón, se produce el despegamiento de la membrana. Esta técnica presenta la ventaja de disminuir la incidencia de desgarros de la membrana del seno, así como cuantificar el volumen de relleno óseo necesario, en función del volumen de espacio que se ha conseguido despegar con el suero salino previamente medido en la jeringa.

El dispositivo puede utilizarse tanto en la técnica de acceso lateral, como en las diferentes propuestas de acceso crestal, reduciendo el tiempo del procedimiento quirúrgico.

Técnica quirúrgica

- Desde acceso lateral: Tras levantar un colgajo de espesor total, se realiza la osteotomía para conformar la ventana lateral. Para despegar la membrana, se comienza con una cucharilla para obtener el espacio necesario para introducir el extremo del dispositivo, de unos 3 mm de diámetro, donde se encuentra el globo vacío. A continuación se introduce de una manera secuencial unos 3 - 4 centímetros cúbicos de suero salino en el interior del globo, despegando la membrana con el inflamiento del mismo. Una vez conseguido el espacio, se introducen los mismos centímetros cúbicos de biomaterial que los de suero salino utilizados para el despegamiento. Finalmente se suturan los colgajos.

- Desde acceso crestal: Una vez realizado la preparación del lecho mediante fresado, se fractura el milímetro residual a la cortical de suelo del seno con un

osteotomo. A continuación se introduce el extremo del dispositivo donde se encuentra el globo, activándolo varias veces con unos 2 centímetros cúbicos de suero salino, consiguiendo el espacio necesario para introducir el sustituto óseo. Finalmente se suturan los colgajos.

Kifir y cols, han realizado varios estudios donde tras utilizar este dispositivo para el despegamiento de la membrana, se consiguió aumentar la disponibilidad ósea vertical 10 mm. La supervivencia de los implantes es del 95, 2% a los 7 meses de seguimiento. Otro estudio de este autor, donde se trataron 112 pacientes con este dispositivo, 3 de ellos sufrieron desgarro durante el despegamiento de la membrana y sólo 1 presentó infección del injerto. Con un 95% de supervivencia en los implantes.

El uso de esta técnica reduce el tiempo quirúrgico y minimiza la incidencia de desgarros de la membrana sinusal, con resultados similares a los obtenidos con la técnica convencional. Algunos autores han observado que este despegamiento no es homogéneo, lo que conlleva a una distribución irregular del injerto.

j) Valoración visual de las técnicas de elevación de seno crestal mediante endoscopio

Debido a la presencia de un gran número de falsos negativos obtenidos al realizar la maniobra de Valsalva, cuando esta es observada mediante sinuscopia, hay autores que abogan por realizar las elevaciones del suelo controladas mediante técnicas endoscópicas.

Nkenke y colaboradores, defienden la teoría de que compactar el injerto introducido contra la membrana del seno podría provocar el desgarro de la misma; por esta razón, prefieren elevar la membrana de la misma, empujando los 2 últimos milímetros de hueso residual mediante un osteotomo de punta cóncava. Tras fracturar la cortical, el despegamiento de la membrana se realiza mediante despegadores específicos, y se incorpora el injerto a través de la preparación utilizando el osteotomo más ancho. Todo el procedimiento controlado siempre mediante dicha técnica (82).

El hecho de poder observar lo que sucede dentro del seno cuando se fragmenta la cortical, y se despegan la membrana, pueden observarse diferentes fenómenos, como la capacidad elástica que tiene la membrana del seno, los desgarros que pueden producirse en la misma, siendo baja esta incidencia (62). Las causas más frecuentes de desgarro observadas en un estudio en cadáveres fueron:

- La presencia de membranas finas, a las que se les exige una gran dilatación
- Compresión brusca o excesiva de material de injerto sobre la misma
- Presencia de septos dentro del seno que dificultan el despegamiento
- Dejar más de 2 mm de hueso residual al seno para romperlos mediante osteotomos
- Elevación de la membrana más de 5 mm de la cortical original, o 4 mm más apical que los ápices de los dientes adyacentes

(73,83)

Se ha sugerido que en senos de morfología interna plana se tienen más dificultades para conseguir un despegamiento más fácil, y una mayor elevación de la membrana que en senos oblicuos, donde una mayor proximidad entre las paredes mesial y distal, o vestibular y palatina (73).

Parece ser que la colocación de implantes cuando se ha producido un desgarro en la membrana del seno no tiene trascendencia en la supervivencia de los mismos, siempre y cuando no se haya colocado material de injerto alguno, ya que se observa la cicatrización total de las mismas a las 6 semanas (84).

También han observado mediante técnica endoscópica, como se colocaban implantes tras fracturar el suelo del seno con osteotomos en pacientes que presentaban pólipos intrasinales, sin observándose complicación alguna. Es evidente que se necesitarían más estudios para verificar los datos mencionados (61,62).

Cuando se colocan varios implantes adyacentes mediante técnica de osteotomos, se piensa que el despegamiento de la membrana, debido a que se realiza en varios tramos, puede resultar más fácil que cuando se realiza una sola preparación. Pero estudios realizados con sinuscopia demuestran la baja predictibilidad de un despegamiento de la membrana en los espacios de hueso interimplantarios (61).

k) Materiales de injerto

Tatum, Boyne y James fueron los primeros clínicos en realizar la técnica de elevación de seno, y el material de injerto utilizado fue el hueso autólogo. Este injerto presenta características ideales que debe tener un biomaterial, ya que su biocompatibilidad es óptima, y su capacidad osteoinductora, osteogénica y osteoconductora permiten una rápida integración en el seno, y su maduración permite la colocación de los implantes tras un menor tiempo cicatrización.

Esto se debe principalmente a que el hueso autólogo incorpora células vivas que formarán hueso desde el interior del injerto, junto con proteínas morfogénicas de hueso (BMPs) que inducirán a células mesenquimales a diferenciarse a osteoblastos, y la mejor osteoconducción posible, haciendo que la cicatrización y maduración del injerto sea más rápida que con cualquier otro biomaterial Jensen (7).

Sin embargo, no se han encontrado diferencias en términos de supervivencia de implantes cuando se compara con otros biomateriales como el hueso bovino inorgánico (54,55).

Injerto óseo autólogo en bloque

En las primeras elevaciones de seno realizadas en los años 70, el injerto onlay en bloque de cresta ilíaca fue el material empleado como injerto. La condición más trascendente para el éxito de la elevación de seno era conseguir una adecuada estabilidad del bloque, especialmente cuando se colocaban los implantes en el mismo acto quirúrgico, puesto que los micromovimientos podían llevar al fracaso tanto la osteointegración del bloque así como la de los implantes. La revascularización del injerto en bloque va a ser diferente al resto de materiales de injerto, ya que estos últimos se emplean de forma particulada.

La resistencia mecánica que ofrece el bloque óseo a la revascularización, hace que años después de su colocación, sólo la base del mismo haya sido colonizada por los nuevos vasos sanguíneos, debido a una mayor dificultad para la remodelación ósea interna y su posterior sustitución por nuevo hueso vital. El resto del bloque permanece no vital al cabo de varios años, presentando una alta mineralización, lo que puede

favorecer la fractura y separación de su base en el momento de la colocación del los implantes (85).

Hueso autólogo particulado

El uso de autoinjerto óseo particulado permite una fácil adaptación a la base del seno, especialmente cuando este se utiliza con algún “carrier” específico como puede ser el plasma rico en plaquetas. Además las partículas de hueso autólogo, denominadas “chips” óseas transportan en su interior células vivas formadoras de hueso así como BMPs, principales responsables de la regeneración ósea.

Estas “chips” óseas se encuentran rodeadas por hueso woven que envuelve el injerto colocado, ya a las 4 semanas, proveyendo una rápida cicatrización al compararla con la de materiales aloplásticos o xenoinjertos (86).

El problema de este formato de injerto lo plantea su rápida reabsorción, que obliga a una colocación más temprana de los implantes para evitar una pérdida de volumen (87). La supervivencia de implantes colocados en senos injertados con 100% hueso autólogo mostrada en “The sinus conference” del año 1996 era del 92,6% a los 3 años de seguimiento (7).

Sin embargo, cuando se utilizó hueso autólogo en bloque, esta fue del 84,6%. En general, la conclusión obtenida en esa reunión fue achacada a la rápida reabsorción de los injertos colocados, ya que estos eran de cresta ilíaca en su mayoría. También se intenta justificar la menor tasa de supervivencia de implantes colocados en senos injertados con hueso autólogo respecto a xenoinjertos, debido a que en el grupo de autoinjertos la mayor parte de implantes colocados fueron de superficie lisa, y en el de xenoinjertos eran superficies mejoradas.

Aloinjerto descalcificado liofilizado particulado

El aloinjerto descalcificado congelado y deshidratado (DFDBA) presenta una ventaja a priori respecto a los injertos aloplásticos, que es la capacidad de osteoinducción gracias a las BMPs que presenta en su interior, sin embargo estudios

histológicos han demostrado una baja osteoconductividad, y una lenta reabsorción de sus partículas (88).

Estas partículas están presentes varios años tras su colocación integrándose en el nuevo hueso formado pero sin ser sustituidas por nuevo hueso vivo. A pesar de su poder osteoinductivo, estudios han cuestionado su eficacia debido a la poca cantidad de nuevo hueso vivo encontrado al cabo de los años comparado con otros injertos, incluso los aloplásticos.

Además las tasas de supervivencia de implantes colocados en senos injertados con 100% DFDBA fueron menores que con otros materiales de injerto, de alrededor de un 85%, y estos fueron aun peores cuando este se mezcló con autoinjertos o xenoinjertos.

Algunos autores han sugerido tras sus estudios que, el hueso liofilizado podría dar lugar a una cicatrización alterada del injerto, por lo que no se considera un injerto de elección en la cirugía de elevación de seno (7,89).

Cuando el DFDBA se mezcló con un Xenoinjerto, los porcentajes de supervivencia mejoraron respecto cuando se utilizó DFDBA al 100%, siendo la tasa de supervivencia de los implantes colocados en este hueso del 96% y 90% respectivamente. Parece que el armazón que forma el Xenoinjerto favorece la formación ósea del DFDBA, incluso con mejores resultados que utilizando el aloinjerto puro.

A pesar de haber mejorado respecto a estudios previos, todavía puede observarse valores inferiores para el grupo del DFDBA (90).

Xenoinjerto de hueso cortical bovino inorgánico

Probablemente el hueso cortical bovino inorgánico sea el material de injerto más utilizado después del hueso autólogo, y tras revisar la literatura, se puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas en las tasas de supervivencia de implantes colocados en senos maxilares previamente regenerados con estos injertos (91,92).

Son varios los estudios comparativos que coinciden en resultados más favorables cuando se utilizó Xenoinjerto respecto a hueso autólogo (93,94).

De hecho, la supervivencia de implantes en senos injertados con 100% xenoinjerto fue de 95,6%, 93,3% con aloinjerto, y entre 88 y 91% en hueso autólogo, según su origen y formato (95).

Los resultados tan favorables que presentan los xenoinjertos, pueden deberse a diversos factores, de los cuales, su osteoconductividad sea la más importante. Esta se ve favorecida por su composición química, similar al hueso humano, su macroestructura, que favorece la estabilidad del coágulo, y su microestructura, por la que los osteoblastos muestran buena apetencia. Esto se ha comprobado en diferentes estudios histológicos donde se observa contacto directo en la superficie de la partícula del Xenoinjerto m así como “puentes de hueso vivo” entre dichas partículas (96,97).

Por otra parte, la aportación de los minerales que estos contienen, son necesarios para la formación del hueso facilitando el desarrollo y maduración del mismo (98,99). Además la densidad de los mismos favorecen la estabilidad del coágulo para la formación ósea, así como la de los implantes que se coloquen en esta nuevo hueso formado, hasta el punto de que parte de este injerto se ha identificado en biopsias a los 9 años de su colocación (100). Quizás esta la presencia de este mineral en el injerto sea la responsable de una menor re-neumatización del seno cuando se comparan con otros senos maxilares donde el material de injerto que se utilizó fue hueso autólogo (7).

Materiales aloplásticos

La mayoría de los materiales aloplásticos consisten en hidroxapatita, fosfato tricálcico beta y fosfato cálcico bifásico. El fosfato cálcico puro es menos estable que la hidroxapatita (HA) y por tanto puede ser disociado con más facilidad en iones con potencial de estimulación ósea.

El fosfato tricálcico (TCP) puede ser sintetizado en un material uniforme, fosfato tricálcico beta, material ampliamente utilizado en implantología moderna.

El inconveniente del TCP- β es una rápida tasa de reabsorción, aunque algunos estudios sugieren que no se reabsorbe completamente.

En un estudio se comparó el hueso autólogo con el TCP- β utilizado en elevaciones de seno, mostrando resultados histológicos e histomorfométricos a los 6 meses. Cuando se realizó la re-entrada para la colocación de implantes, se recogieron muestras del hueso regenerado, y no se observaron diferencias en cuanto a calidad y tasa de osificación ni en cuanto al área total regenerado (101).

En otro estudio longitudinal se concluyó que tanto TCP- β al 100% como hueso autólogo, resultan materiales adecuados para procedimientos de elevación de seno maxilar y no encuentran diferencias entre los mismos (102).

Cabe destacar que los autores de este estudio encuentran una ligera reducción en ganancia vertical hasta 1.5 años, pero que posteriormente se estabiliza hasta los 4,5 años. En un interesante estudio prospectivo de Zerbo et al, comparando histológicamente a los 6 meses del relleno del seno con TCP- β que debido a sus propiedades únicamente osteoconductoras, en comparación con senos rellenos con hueso autólogo, la densidad ósea es peor conteniendo mayoritariamente hueso trabecular (103).

En otros estudios, la tasa de supervivencia de implantes en casos donde la elevación de seno se realiza con TCP- β parece estar en concordancia con los estudios de colocación de implantes en sectores posteriores sin atrofia maxilar, siendo esta tasa de 98,46% (101,104).

El sulfato cálcico se reabsorbe rápidamente y es sustituido por hueso, aunque su tasa de reabsorción rápida es un gran inconveniente, ya que el volumen del injerto no es mantenido durante el tiempo necesario (105).

Un estudio reciente concluye que, aunque el material sulfato cálcico es reabsorbido de manera rápida es un material viable en cuanto a tasa de supervivencia de implantes en casos de moderado-severo atrofia del maxilar posterior (106).

Estudios con cristales bioactivos demuestran una alta actividad osteoblásticas. Los cristales son reabsorbidos lentamente, pudiendo llegar hasta los 12-16 meses. Turunen compara la mezcla de hueso autólogo de cresta ilíaca y cresta bioactivo en elevaciones de seno abiertas. Encontraron que a las 49-62 semanas no había diferencias en cuanto a la cantidad de hueso formado (107).

En otro estudio donde se utilizó este biomaterial, los resultados sugieren que la en casos de mínima presencia de hueso residual, una combinación de 80:20 de cristal bioactivo y hueso autólogo, puede ser una alternativa prometedora en situaciones extremas. Cabe destacar que en caso de mayor porcentaje de material aloplástico, mayor tiempo de espera en cuanto a tiempos de cicatrización, de aproximadamente 12 meses (108).

I) Maduración y reabsorción del injerto

Durante la cicatrización tras una cirugía de elevación de seno, se produce un proceso de osteogénesis donde se liberan de una gran variedad de mediadores de la inflamación, factores de crecimiento, interleukinas, etc.

Estas proteínas van a provocar a iniciar el proceso de cicatrización, formándose nuevos vasos sanguíneos que nutrirán el coágulo óseo que se transformará en hueso woven, y finalmente resultará en hueso maduro (109).

Todos estos componentes de la cicatrización vendrán de las paredes óseas adyacentes al defecto. Por esta razón se ha observado mayor regeneración en zonas donde existe mayor número de paredes óseas que compongan el defecto, y una mayor formación de hueso vivo en la base de la zona injertada, en la parte del injerto adyacente a las paredes óseas, y en las paredes del defecto (66).

En este momento la estabilidad del coágulo permitirá la colonización y la adhesión de los osteoblastos a la matriz ósea en cicatrización. Una vez se haya conseguido esta estabilidad, la osteogénesis se extenderá desde las paredes del seno maxilar, hacia el centro y la zona más apical del injerto (86,89,110). La expansión de la nueva red de vasos y de los osteoblastos a través del injerto dependerá de diferentes factores.

Cuanto mayor número de paredes óseas existan en contacto con el injerto, mayor sea la superficie de pared expuesta, y menor el espacio entre las paredes medial y vestibular, más predecible será la formación de nuevo hueso (86).

La propiedad osteoconductoras que tenga el injerto permitirá un avance más rápido de los osteoblastos y una mejor adhesión a la partícula. Se han observado una mayor osteoconductividad de la partícula de hueso cortical inorgánico bovino respecto a la del fosfato tricálcico beta (111).

El uso de xenoinjertos y materiales aloplásticos al carecer de propiedades osteoinductivas, hacen que la regeneración se inicie exclusivamente en la base y paredes del defecto (7). Sin embargo, el uso de hueso autólogo como material de

injerto, aporta osteoblastos al coágulo óseo, así como factores osteoinductivos que permiten la formación de hueso desde el centro del defecto, y una colonización más rápida por parte de los osteoblastos.

El uso de membranas que cubran la ventana ósea lateral realizada, permite la exclusión del tejido conectivo y epitelial del coágulo óseo en formación.

Este hecho ha mostrado resultados de mayor supervivencia de implantes, y el doble de nuevo hueso formado respecto a cuando no se colocaba membrana (68,69).

El injerto utilizado mantendrá el espacio a regenerar; por esta razón, la reabsorción del injerto así como su capacidad osteoconductora, jugarán un papel importante en el volumen de hueso a conseguir. Si la reabsorción del injerto colocado en las zonas más alejadas de las paredes óseas es más rápida que el tiempo que tardan los osteoblastos en colonizar dicha zona, se producirá una pérdida del volumen a regenerar.

Elevaciones de seno donde se utilizaron injertos de reabsorción rápida como el fosfato tricálcico beta respecto a las realizadas con hueso bovino inorgánico, mostraron una mayor pérdida de volumen vertical de injerto, aunque estos resultados no fueron constantes en otros estudios (109).

En los casos donde se utilizó hueso autólogo del paciente como material de injerto, se apreció una rápida **reabsorción** del mismo en su zona más apical. Esta remodelación se enlenteció cuando se colocaron los implantes, y sobre todo cuando estos se cargaron (112,113).

La remodelación del injerto colocado, y su sustitución por nuevo hueso vivo va a depender de como se ha comentado anteriormente de varios factores. Cuanto más tiempo transcurra desde su implantación, mayor será la proporción de nuevo hueso vivo en el injerto cicatrizado, pero a su vez, mayor será la reabsorción del volumen del mismo.

Cuando por ejemplo sólo se utilice hueso cortical bovino inorgánico comparándolo con el hueso autólogo, a los 7 meses se puede encontrar un 30% del

nuevo hueso vivo. Sin embargo, al año y medio ya no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en términos de nuevo hueso vivo (109,114).

A parte del tiempo y tipo de injerto, la remodelación del hueso alrededor de un implante están íntimamente relacionados con la carga del mismo. Frost propuso una teoría acerca de unos mecanostatos presentes en el hueso, mediante por los cuales, éste es capaz de adaptarse a las cargas que recibe, aumentando su densidad o el tamaño de su cortical, así como en situaciones de ausencia de carga, este se reabsorbe puesto que no se le exige función.

Tras 12 meses de cicatrización de implantes sin carga, el porcentaje de remodelación era de un 36% anual. Cuando estos se cargaron, se observó un 676% más de formación ósea alrededor del mismo (115).

m) Tiempos de cicatrización

El tiempo que debe dejarse cicatrizar el injerto hasta que se coloquen los implantes, o el tiempo de osteointegración de los mismos una vez colocados hasta su carga dependerá de diversos factores. Uno de los más importantes es el tipo de superficie del implante colocado, así como el tipo de injerto utilizado. También influye el momento de colocación de los implantes, ya que cuando se colocan en una sola fase, no haría falta esperar a la completa cicatrización del injerto, ya que al haber colocado estos en suficiente hueso residual donde adquirieron una correcta estabilidad primaria, los implantes podrían cargarse a los 3 meses cuando se utilicen implantes de superficies mejoradas.

Cuando el tipo de injerto utilizado en la elevación de seno ha sido hueso particulado, y se ha diferido la colocación de los implantes, se recomienda un tiempo de maduración del injerto de entre 4 y 6 meses (89,93,100,116,117). Un tiempo de espera menor, podría resultar en una cicatrización incompleta con una zona regenerada poco compacta. Si se esperaran más de 6 meses, el seno tendería a la re-neumatización por reabsorción del injerto.

Cuando se trata de un xenoinjerto cortical bovino inorgánico, se debe esperar entre 6 y 12 meses para cargar o para colocar los implantes (con un promedio de 8-9 meses) tanto en la técnica simultánea como en la diferida, respectivamente.

Lee, usando hidroxiapatita bovina, realiza biopsias a los 6 y a los 12 meses y encuentra hueso inmaduro a los 6 meses y hueso maduro a los 12 meses (118).

En el caso de materiales aloplásticos, tanto de forma simultánea como diferida, la media de espera en el tiempo de maduración ronda los 6 meses. En ocasiones, los materiales particulados pueden combinarse entre sí, siendo los tiempos de maduración muy variables, desde los 6-9 meses a los 10-12 meses.

n) Características del nuevo hueso formado y su relación con los implantes

Una vez se haya conseguido regenerar hueso mediante la cirugía de elevación de seno, llegaríamos a la fase de colocación de implantes tras haber esperado la cicatrización de nuestro injerto. Cuando se haya utilizado un biomaterial que no sea 100% hueso autólogo como injerto en el seno maxilar, la composición del nuevo hueso formado será histológicamente diferente al hueso nativo. Esto implica que la osteointegración del implante colocado en este hueso regenerado va a diferir a la del proceso convencional.

Se ha observado tras estudio histológico a los 5 meses de un seno maxilar injertado con mezcla de hueso cortical bovino inorgánico, que la composición del hueso regenerado está compuesta por 25% de nuevo hueso vivo, 50% de tejido conectivo, y 25% de partículas del injerto biooss (119,120). Por esta razón diferentes autores abogan por diferir la colocación de implantes entre 6 y 8 meses para obtener un hueso más maduro y para poder estabilizar con mayor firmeza el implante (121,122).

Además cuando se colocaban implantes de superficie lisa en una fase junto con la cirugía de elevación de seno, se observó tan sólo un 2.5% de contacto hueso implante. Sin embargo se han mostrado resultados mucho más favorables cuando el implante empleado presentaba superficies mejoradas, como las de sustracción, observándose alrededor de un muy superior tras el mismo periodo de cicatrización.

Se comprobó en otro estudio que el porcentaje de contacto hueso-implante de un implante con estas características era del 70% respecto al 30% de otros implantes con superficie lisa tras 6 meses de cicatrización de los mismos (109,123).

Diferentes autores sugieren la importancia de que el injerto sea sustituido en un buen porcentaje por hueso vivo para garantizar la viabilidad de la osteointegración de los implantes a largo plazo. Este debe ser de al menos un 25% para resultados exitosos a largo plazo (124).

En el hueso de pacientes con osteoporosis se ha observado que el contacto hueso – implante es de entre un 10 y un 16%, que es el porcentaje de osteointegración

mínimo, y que por debajo del cual este susceptible de sufrir la fractura. En otros estudios de elevación de seno maxilar, se estipuló que por debajo del 20% de hueso vivo, el riesgo de fractura de la osteointegración es alto (69).

En estudios realizados para comprobar la resistencia al contra-torque de implantes con 3 meses de osteointegración en senos injertados con hueso autólogo fue mayor que en los que se había utilizado hueso cortical inorgánico bovino. Al cabo de 6 meses de cicatrización, la fuerza requerida fue el doble que a los 3 meses cuando se había utilizado hueso cortical inorgánico bovino s, igualándose a la de los senos injertados con hueso autólogo (110).

Cuando se utilizó DFDBA como material de injerto, a las 12 semanas, no hubo diferencias a las 12 semanas de osteointegración cuando se comparó con injerto de hueso autólogo, que fue el grupo test; sin embargo, a las 26 semanas los valores de torsión fueron el doble para el grupo test (89). Parece que el tiempo y el tipo de injerto son un factor decisivo en la calidad de la osteointegración.

En otro estudio histológico, a los 6 meses de la colocación de un implante, en un seno maxilar regenerado tras 1 año de cicatrización con hueso cortical bovino inorgánico, se observó un contacto hueso-implante del 73%, respecto a un 62% de una localización ósea nativa de la región posterior del maxilar, donde no se había hecho regeneración. Esto podría explicarse debido a la composición de este Xenoinjerto, y al mantenimiento de las partículas en la estructura del nuevo hueso formado. Esto podría modificar la calidad ósea de la región de un tipo III – IV a una II – III según la clasificación de Lekholm y Zarb (112,120).

Así mismo no serán las partículas del Xenoinjerto las que queden en contacto directo con el implante en el proceso de osteointegración, ya que la nueva matriz ósea y los osteoblastos serán los que se unirán a la superficie de dicho implante (125).

o) Resultados histológicos y clínicos de los injertos colocados en la elevación del seno maxilar

Una de las características histológicas de los injertos colocados en senos maxilares que han sido aumentados es la presencia de un hueso nuevo mucho más mineralizado comparado con hueso que no ha sido regenerado, ya que la mayoría de estos, son ricos en minerales porque proceden de hueso cortical, y tras la cicatrización quedan integrados en el injerto. Otra característica en la composición del nuevo hueso, es la presencia de una menor cantidad de médula ósea, debido a esta mayor presencia mineral (126).

Estudios histológicos han mostrado que tras usar xenoinjerto de cortical bovino inorgánico como injerto, parte de este queda embebido en el hueso lamelar cicatrizado, observándose además osteoclastos adheridos a la superficie de las partículas residuales, sugiriendo un posible proceso de reabsorción de la partícula de injerto y posterior sustitución por nuevo hueso vivo (116,117,127).

El porcentaje de contacto de nuevo hueso – implante en este caso a los 18 meses de cicatrización del injerto, fue de entre un 37 y un 57%, inferior al porcentaje del grupo control donde no se necesitó hacer regeneración, pero suficiente para el mantenimiento de la osteointegración largo plazo. Cuando se utilizó este tipo de injerto, se observó que el mantenimiento de la altura del injerto se conservaba a los 3 años de la cirugía, sin observarse una pérdida de la altura del injerto, probablemente debido a la persistencia de restos de partículas del xenoinjerto residual en el nuevo hueso formado.

Diversos estudios han mostrado la integración favorable de las partículas de hueso natural cortical en el nuevo hueso formado, observándose puentes de nuevo hueso por encima de dichas partículas, así como osteoblastos en contacto directo con las partículas, así como una reabsorción parcial de las mismas, quedando integradas en el injerto óseo, aumentando la densidad y mineralización del mismo (120).

Como se ha comentado anteriormente, es importante el factor tiempo en la formación y maduración de la zona del injerto, puesto que a las 20 – 22 semanas,

todavía se observa una gran proporción de colágeno en la zona injertada. Sin embargo, a las 28 semanas de la cirugía, las biopsias mostraron un hueso más maduro, e

interconectado entre sí por una red de trabéculas óseas, donde se apreciaba ya hueso maduro; por este hecho, se recomienda dejar al menos 6 meses para tener un estructura más madura y mineralizada, donde obtener un anclaje primario del implante más favorable.

En una muestra histológica realizada a los 9 años de la elevación de seno con ventana lateral, se observó que casi la mitad de la totalidad del injerto era hueso vivo, en torno a un 46%. El resto del injerto era en un 17% de restos de partículas de injerto, y un 38% de espacios medulares (100).

Cuando se compara el uso de injerto 100% hueso autólogo con un 80% de Xenoinjerto de cortical bovino inorgánico mezclado con un 20% de hueso autólogo, no se observan diferencias estadísticamente significativas a los 9 meses en relación a contacto hueso – implante, o a la supervivencia de los implantes (93).

p) Re-neumatización del seno maxilar (Slumping)

Diferentes autores han observado variaciones a nivel radiográfico del volumen del injerto en sentido vertical, donde se ha descrito una reducción del mismo con el paso de los años (128,129).

En un estudio retrospectivo, se observó dicha reducción de 0,8 a 2 mm de media en la altura del injerto independientemente del tipo utilizado. También se pudo comprobar que a los 7 meses de la cirugía, la altura de injerto inicial había disminuido en casi un 50% en varios de los pacientes a los que se les había realizado una elevación de seno mediante acceso lateral (130).

Parece ser que al cabo de 3 años, todos los senos donde se aumentó la disponibilidad apico-coronal, sufrieron una reducción de la altura del injerto. Esta disminución fue mayor en tanto en cuanto menor era la disponibilidad ósea inicial, así como cuanto más se elevó la membrana (131).

También se observó el mismo fenómeno cuando la elevación de seno se hizo desde un acceso crestal, difiriendo la colocación del implante. Esta reducción del volumen se comparó con implantes colocados mediante la técnica de Summers en las que se añade injerto a través de la preparación, previa a la colocación del implante, obteniendo una mayor estabilidad del mismo con esta técnica a lo largo del tiempo (80). Esta pérdida podría explicarse por un desplazamiento del injerto particulado hacia los lados, así como la reabsorción y la contracción del mismo.

q) Complicaciones

Al margen de las complicaciones inherentes a las de cualquier cirugía oral, la elevación de seno, tanto cuando se desarrollan desde un acceso lateral como desde un acceso crestal, pueden presentar problemas de índole similar.

Las complicaciones quirúrgicas que con más frecuencia se producen en ambos procedimientos son el desgarro de la membrana de Schneider durante su manipulación, y la infección del seno durante la cicatrización. A posteriori, de manera inmediata o mediata pueden producirse problemas infecciosos o incluso la pérdida del implante.

Desgarro de la membrana de Schneider

Dentro de las complicaciones que se producen durante la cirugía, la más frecuentes es el desgarro de la membrana de Schneider durante el despegamiento de la misma, o durante la realización de la ostectomía de la ventana lateral (132,133) (Timmenga 2001, Karabuda 2006).

Otra causa que puede provocar el desgarro de la membrana es un despegamiento insuficiente de la misma, de manera que una tensión excesiva durante la colocación y compactación del material de injerto puede superar su límite de elasticidad. Se debe tener cuidado al introducir el injerto, ya que la macro-estructura afilada de las partículas, podrían provocar la perforación de la membrana, y el paso del mismo al interior del seno, pudiendo provocar episodios de sinusitis.

Otro motivo por el que el injerto particulado puede penetrar a la luz del seno sería, una excesiva presión dentro del seno, que por acción de la inflamación y el sangrado, empujaría el material a través de posibles perforaciones o desgarros de la membrana. También debe avisarse al paciente que evite sonarse la nariz de manera brusca. Esta presión también puede provocar la dehiscencia de la sutura, el desplazamiento del injerto dentro del seno o a través de los bordes de la herida, perdiendo volumen de injerto.

Cuando la membrana colocada en la ventana lateral para la exclusión del tejido blando ha sido fijada mediante chinchetas, se minimizará el riesgo de desplazamiento del injerto a través de la misma.

El tamaño de la ventana lateral de acceso, se relacionan de forma inversamente proporcional con el riesgo de perforación de la membrana. Diferentes autores observan desde un 40% a un 58% de perforaciones al hacer ventanas de pequeño tamaño. Sin embargo, cuanto mayor es la ventana, menor es la incidencia. La tasas de aparición de la misma, según diferentes autores, oscilan alrededor de un 23%, aunque los resultados de los estudios difieren (134-137)

Lesión de la arteria maxilar

Durante la realización tanto del diseño y levantamiento del colgajo, como de la realización de la ventana lateral con material rotatorio, existe la posibilidad de lesionar alguna arteria. La arteria que mayores problemas puede originar, es la arteria maxilar, en la zona de anastomosis de la rama inferior de la arteria alveolar postero-superior con la arteria infraorbitaria que en su recorrida intra-óseo, pasa por la cortical vestibular donde habitualmente se realiza la ostectomía para delimitar la ventana lateral.

En ocasiones, las hemorragias de esta arteria impiden continuar la intervención hasta que se controle el sangrado. Utilizando piezo-surgery es posible realizar la antrostomía sin lesionar los vasos sanguíneos de la pared lateral ya que estos dispositivos no cortan los tejidos blandos (138,139).

Elian analizó cincuenta tomografías computarizadas, donde pudo encontrar radiográficamente dicha arteria en al menos la mitad de ellos. Se observó que la arteria discurría aproximadamente a 16 ± 3 milímetros de la cresta alveolar (23).

Para evitar estos problemas, o disminuir su tasa de aparición, pueden realizarse los procedimientos de ostectomía, así como el despegamiento de la membrana del seno mediante dispositivos de ultrasonido. De esta manera el porcentaje de desgarro de la membrana se ve reducido a un 11%. Además, la probabilidad de lesionar la arteria maxilar, y tener un sangrado profuso también desciende a un 2% con el uso de este dispositivo (138,140).

Sinusitis

La manipulación de la membrana de Schneider durante la cirugía de elevación del suelo del seno, puede provocar reacciones inflamatorias diversas en la misma, pudiendo aparecer en forma de sinusitis.

La que con mayor frecuencia se produce es la sinusitis aguda, que puede aparecer a los 3 días de la cirugía o incluso tras una semana de aparición. La frecuencia de aparición de la misma es de un 3 a un 20% de las intervenciones realizadas, siendo tras el desgarro de la membrana, la complicación más frecuente. Esta disparidad de porcentajes, puede deberse a los diferentes métodos empleados para el diagnóstico de esta, como el radiográfico, clínico, endoscópico.

La realización de este tipo de cirugía, produce la alteración del ambiente local, encontrándose a los 3 meses cultivos positivos a determinadas bacterias al compararlos con las recogidas de manera pre-quirúrgica. Sin embargo, a los 9 meses los resultados se igualan a los iniciales

También se reduce el tamaño del seno, y se modifica el sistema de transporte epitelio-ciliar de drenaje a través del ostium, donde este puede obstruirse como se ha descrito anteriormente, favoreciendo la aparición de infecciones.

Otras causas de aparición suelen ser el traslado de bacterias al interior del seno, bien mediante la realización de la cirugía, al utilizar instrumental contaminado, o que estas se encuentren en el biomaterial que se utiliza como injerto.

En ocasiones, cuando el injerto utilizado es hueso autólogo obtenido mediante filtros de aspiración durante la cirugía, la aspiración de saliva y posterior contacto con el injerto, puede provocar la contaminación del mismo. Se debe tener cuidado durante la manipulación de cualquier injerto que se utilice, evitando su posible contaminación.

El uso de antibióticos de manera profiláctica puede disminuir el riesgo de aparición de una infección. En caso de que esta se produzca, los tratamientos

antibióticos suelen ser prolongados, y en ocasiones es necesario la apertura del seno, la eliminación del material contaminado y el drenaje del mismo.

Sus principales síntomas son: Congestión nasal, aparición de moco purulento a través de la fosa nasal, rinitis, disminución de la capacidad olfativa, halitosis, fiebre, dolor, sensibilidad intensa y malestar en la zona del seno maxilar, rinitis, tos...

Obstrucción mecánica del ostium

Esta complicación está relacionada con la migración de material de injerto a través de la membrana del seno, y su desplazamiento hacia la zona más apical de la pared medial. Como se ha mencionado previamente, el ostium es el conducto por el que el seno maxilar drena a la fosa nasal. Esto podría provocar episodios de sinusitis durante la cicatrización del injerto.

Durante los primeros días de la cicatrización de la herida, tanto cuando se utilizan las técnicas de elevaciones del suelo del seno, bien con osteotomos, o con técnica de ventana lateral, puede provocar pequeños desgarros de la membrana de Schneider, que junto con pequeñas hemorragias, la sangre puede pasar a la luz del seno, y tras acumularse en su interior, puede pasar a la fosa nasal a través del ostium, llegando a originar episodios de epistaxis, aunque no hay estudios que hablen de porcentajes de incidencia de la misma.

Vértigo paroxístico posicional

El trauma generado por la percusión del martillo con el que golpeamos los osteotomos junto a la hiperextensión del cuello del paciente, podría ocasionar un desplazamiento de los otolitos (estructura ubicada en el laberinto vestibular del oído interno, formada por cristales de carbonato cálcico suspendidos en un medio gelatinoso, que proporciona información acerca de la posición del cuerpo esencial para el equilibrio). Este desplazamiento de los otolitos podría ocasionar el vértigo paroxístico posicional (141).

Fracaso de la osteointegración del implante

Parece ser que los principales factores relacionados con el fallo en la osteointegración de los implantes colocados en senos regenerados, serían principalmente: (29,73,79,142)(7):

- Utilizar técnicas de fresado en lugar de técnicas de compactación con osteotomos en hueso tipo IV, donde no se mejoraría la calidad del mismo, y existiría un menor contacto hueso – implante durante las primeras 6 semanas de cicatrización.
- Pacientes fumadores de más de 20 cigarrillos diarios.
- Sobrecarga oclusal.
- Falta de estabilidad primaria del implante, factor muy relacionado con la disponibilidad ósea desde la cresta hasta la cortical del seno.
- Acortamiento de la maduración del injerto previo a la colocación del implante.

Presencia de quistes dentro del material de injerto

Misch y Lockhart han informado de la presencia de quistes dentro del material de injerto, con hallazgo casual en la radiografía panorámica y cuyo tratamiento fue la extirpación del mismo, sin observarse otras complicaciones a posteriori (143,144).

Hipótesis de trabajo y justificación del estudio

La rehabilitación mediante prótesis implanto-soportada se considera un tratamiento predecible desde hace ya más de dos décadas. Como ya se ha comentado, en ocasiones el sector posterior del maxilar presenta una disponibilidad ósea reducida para la colocación de implantes dentales, lo que obliga a realizar técnicas de regeneración ósea previas a la colocación de los implantes, o simultánea a este. La técnica considerada durante muchos años como “gold standard” para el aumento de la disponibilidad ósea vertical cuando esta es inferior a 4 mm al suelo del seno ha sido la elevación de seno mediante ventana o acceso lateral.

Sin embargo, esta técnica presenta con frecuencia complicaciones como el desgarro de la membrana de Schneider durante el despegamiento, o la lesión de la arteria maxilar, provocando sangrados profusos u obligando a abortar el proceso de regeneración. Además el postoperatorio de esta técnica suele ser complicado, originando dolor, edema e inflamación.

La técnica de elevación del suelo del seno con osteotomías, conocida como técnica cerrada, permite desplazar hacia apical el suelo del seno maxilar, evitando el acceso lateral al mismo, permitiendo colocar los implantes en la misma cirugía los implantes. Esta técnica está a priori indicada en situaciones donde al menos existen 4-5 mm de hueso residual al suelo del seno, basado en la última clasificación propuesta por Jensen en 1998.

Las mejoras obtenidas en el desarrollo macroscópico de los implantes, y la mejora de las superficies, permite obtener resultados satisfactorios en términos de mejorar la estabilidad primaria intra-quirúrgica, durante la elevación de seno mediante una técnica cerrada, mejorando significativamente el postoperatorio, y reduciendo el tiempo de tratamiento.

El uso de implantes de longitud reducida ha ido desplazando a lo largo de los años al uso de implantes más largos, ya que los denominados implantes cortos (incluso de 6 mm) han demostrado resultados y supervivencia de los mismos igual a la de los implantes de longitud mayor. Además ya existen estudios prospectivos donde estos

implantes cortos se utilizan de manera unitaria, sin ferulizarlos a otros de longitud superior, habiendo sido colocados en la región posterior del maxilar.

De hecho, el grupo ITI avala en su consenso del año 2009 la utilización de un implante de hasta 5mm de longitud siempre que tenga un diámetro ancho como unidad funcional posterior, pudiendo evitar así molestas y complejas cirugías de regeneración ósea.

Además, el cómodo postoperatorio presentado por el paciente, la reducción del tiempo de tratamiento a la mitad, así como su coste económico, mostrando resultados clínicos y radiográficos similares a los colocados mediante la técnica convencional.

Por estos motivos, nos planteamos realizar un estudio prospectivo donde se evalúe la supervivencia de 30 implantes colocados la zona posterior del maxilar donde la disponibilidad ósea desde la cortical del suelo del seno a la cresta ósea sea menor o igual a 5 mm utilizando la técnica de fresado con trefina, colocar un implante de 4,3 o 5mm de diámetro y 9 mm de longitud, en función de si es un premolar o un molar, sin utilizar ningún biomaterial de injerto, así como medir radiográficamente el nuevo hueso formado de manera espontánea a los 18 meses desde su colocación.

Objetivos

Objetivo principal:

Evaluar la supervivencia de implantes colocados mediante la técnica de trefina en la región posterior del maxilar, donde la disponibilidad ósea apico-coronal al suelo del seno maxilar era inferior o igual a 5 mm, con un seguimiento de 18 meses desde su colocación.

Objetivos secundarios

- Valorar la ganancia ósea conseguida a los 18 meses.

- Relacionar los resultados obtenidos con la proximidad del implante con la cara más mesial del seno, así como con la forma del seno.

- Valorar el recubrimiento de la parte apical del implante

- Valorar la estabilidad del nuevo hueso formado a los 18 meses?

Material y método

- Material

Se seleccionarán 32 pacientes que acudan de manera consecutiva al Departamento de Estomatología y Cirugía Maxilofacial del Hospital San Rafael (C/ Serrano, 199. C.P. 28035. Madrid). Estos deben estar parcialmente desdentados en el sector posterior del maxilar, y presentar una escasa disponibilidad ósea vertical al suelo del seno maxilar (valorada en una radiografía periapical), que deseen ser rehabilitados con prótesis fija sobre implantes dentales de una o más unidades dentarias posteriores

Los pacientes debían de cumplir una serie de criterios para su inclusión en el estudio:

En primer lugar, se entrega a los pacientes un dossier con toda la información necesaria al respecto así como de un consentimiento informado. Dichos pacientes deben leer, entender y firmar dicho consentimiento informado. El paciente debe firmarlo al menos un día antes de la cirugía, día "0" del estudio.

Se debe explicar al paciente que cualquiera de ellos puede abandonar el estudio en cualquier momento sin ningún perjuicio y le será ofrecido un tratamiento alternativo a su situación dental.

Este estudio ha sido presentado y aprobado por el **Comité de Ética de la Universidad de Sevilla**. Se adjuntó dicho informe como anexo al final de este trabajo.

Se debe advertir a los pacientes de la necesidad de asistir a las visitas de seguimiento para la recogida de los datos necesarios para el estudio.

Los pacientes se deben comprometer a asistir a las visitas de control.

Los pacientes serán seleccionados por los investigadores en base a los siguientes criterios:

Criterios generales de inclusión:

- Hombres y mujeres de al menos 18 años de edad.

- Presentar al menos 1 ausencia dentaria en posición según nomenclatura de la FDI 4-5-6-7 en el maxilar superior, siempre que se encuentre en relación con el seno maxilar.

- Que el paciente desee una restauración sobre implantes en la zona desdentada.

- Los dientes en la localización a tratar deben haber sido extraídos al menos 4 meses antes del día de la cirugía de colocación de los implantes y estar sus alvéolos completamente cicatrizados.

- Debe existir una disponibilidad ósea en altura entre el suelo del seno maxilar y la cortical crestal de 2 a 5 mm, medida mediante radiografía periapical. Dicha disponibilidad ósea limitaría la colocación de implantes de manera estándar.

- La anchura de la cresta ósea debe ser tal que permita la instalación de un implante Camlog[®] de 4,3 mm ó 5 mm de diámetro coronal. Una vez colocado, debe quedar un tabique óseo de al menos 1 mm que rodee el implante en todo su contorno.

- Los pacientes no serán portadores de prótesis removibles provisionales, evitando de esta forma que la carga prematura incontrolada de los implantes colocados en el seno maxilar.

- Los pacientes deben comprometerse a asistir a las visitas de control durante toda la duración del estudio.

Criterios de exclusión:

A.- Con respecto al paciente.

- Pacientes adultos que padezcan enfermedades que afecten a su capacidad inmunitaria y/o al metabolismo óseo.
- Pacientes en tratamiento con Bifosfonatos previa o actualmente.
- Pacientes con alteraciones en la coagulación.
- Historia de radioterapia en cabeza o cuello.
- Presencia de patología sistémica sin control.
- Abuso de drogas y/o alcohol.
- Pacientes infectados con VIH.
- Pacientes bruxistas severos o con signos de patología de la ATM o de dolor muscular.
- Pacientes fumadores de más de 10 cigarrillos diarios o su equivalente.
- Pacientes que presenten una oclusión inestable, ya que puede aumentar la probabilidad de aflojamiento de tornillos y pilares, así como la fractura de la misma

B.- Con respecto a la localización:

- Presencia de cualquier patología de carácter local que contraindique el tratamiento con implantes dentales.
- Alvéolos sin cicatrizar.
- Localizaciones donde se realizaron procedimientos de regeneración ósea previa.
- Disponibilidad ósea en altura entre el suelo del seno maxilar y la cortical crestal del maxilar menor de 1 mm o mayor de 5 mm (hueso residual).
- Existencia de una anchura de cresta ósea tal que no permita la instalación de un implante Camlog® de 4,3 mm ó 5 mm de diámetro corona, que no quedara una tabla ósea de al menos 1 mm rodeando el implante en todo su contorno, o que necesitara de la realización de una regeneración ósea guiada (ROG)
- Pacientes con inadecuada higiene oral.
- Existencia de patología sinusal visible mediante radiografía, o por la anamnesis del paciente
- Pacientes que no hayan tenido un seguimiento mínimo de 18 meses, o que no sea posible su localización para realizar las mediciones radiográficas periapicales pertinentes de los implantes colocados.

- Presencia de septos o tabiques de Underwood en la zona donde se realizaría la preparación del lecho implantario.

En este estudio el uso de implantes se restringe a aquellas posiciones de dientes ausentes descritos en el apartado anterior, tomando impresiones 3 meses después de la cirugía de colocación de los implantes y colocándolos en el transcurso de 2-3 semanas después. Los pacientes se identificaron con las iniciales de sus nombres y dos apellidos. Las radiografías periapicales se tomaron de forma previa, postquirúrgica, a los tres, seis y doce meses. Las radiografías panorámicas se hicieron antes de la cirugía de implantes y a los 18 meses.

Todas las radiografías periapicales se harán utilizando un sistema de radiografía paralela (Anillos de Rinn®, XCP). Se individualizará cada bloque de mordida utilizado en cada caso, marcándolos con las iniciales del paciente, mediante silicona pesada, y se tomará con dichos materiales una huella de los dientes adyacentes para que cada vez que se realice una radiografía con este posicionador, tenga siempre la misma proyección del haz de rayos. Estos bloques se guardarán durante todo el estudio y serán utilizados cada vez que venga el paciente para realizar el control radiográfico. De esta manera las mediciones serán lo más fidedignas posibles.

Las mediciones de la disponibilidad ósea inicial y a los 18 meses de la cirugía, se harán exclusivamente en las radiografías periapicales, ya que la definición y la proporción 1:1 es netamente superior a la de las radiografías panorámicas.

Las radiografías periapicales utilizadas son de la marca Kodak®, "ultraspeed", para una menor radiación al paciente, utilizando la radiación y técnica de revelado recomendada por el fabricante.

Los osteotomos que se utilizarán para la fractura de la cortical del suelo del seno durante la cirugía son de la misma casa del sistema de implantes (Camlog®) y son de forma cónica al igual que los implantes. Para mantener una correcta estabilidad primaria de los implantes en lecho creado, se utilizará el osteotomo de diámetro 3,8 para los implantes de 4,3 y el osteotomo de 4,3 para los implantes de 5 mm de diámetro, con el fin de mantener la técnica de infra-instrumentación del lecho.

Los implantes utilizados serán de longitud 9 mm y de 4,3 mm de diámetro cuando se desee reponer un premolar, o de 5 mm de diámetro cuando sea un molar.

Métodos

I- Método Radiográfico:

Se tomarán **radiografías periapicales individualizadas** con técnica de la paralela en los siguientes momentos del estudio.

- De forma previa a la cirugía.
- Postquirúrgica.
- cuatro meses.
- Doce meses.
- Dieciocho meses.

Las radiografías deberán ser de alta calidad y definición de tal forma que se puedan identificar los contornos óseos. Es esencial que se observe la parte apical de los implantes en las radiografías, así como la posición del suelo del seno maxilar.

Estas radiografías se usarán para la determinación de la posible ganancia ósea.

Método de realización de la toma de radiografías:

Para la realización de radiografías periapicales individualizadas es necesario usar en todas las visitas del mismo paciente el mismo soporte-férula para el posicionamiento de la radiografía (sistema de anillos XCP®). Las radiografías se realizarán con la película colocada paralela a los implantes y el cono del aparato emisor de rayos X perpendicular a los implantes.

Se debe fabricar una férula a medida, individualizada, con silicona pesada, para el posicionamiento correcto de la radiografía, de forma que se pueda reproducir la proyección en cada una de las visitas en que sea necesario. El resultado será la

obtención de una serie de radiografías fácilmente comparables, permitiendo la detección de cambios mínimos en el contorno óseo.

Para la fabricación de la férula de posicionamiento se usará un posicionador radiográfico XCP, individualizándose la posición merced al registro de la huella del borde oclusal de la restauración o de los dientes adyacentes con silicona pesada para registro de mordida. Las huellas registradas deben ser de la arcada en la que se colocaron los implantes. Las férulas de posicionamiento para las radiografías, se modificará una vez colocadas las restauraciones, con el fin de poder utilizar el mismo bloque de mordida, y que este no interfiera en la colocación de la férula de la medición. Esto se hará eliminando la parte de la silicona de la huella de la brecha desdentada, para que la férula encaje sólo con los dientes existentes previamente a la colocación de los implantes.

De esta manera no será necesario retirar la corona ni el pilar de la restauración para las mediciones, evitando el perjuicio que esto supone tanto para mucosa periimplantaria como para el hueso osteointegrado más marginal del implante. Así se conseguirá realizar radiografías con la misma proyección, y las mediciones serán lo más fidedignas posibles.

Fabricación de la férula:

Una vez colocada la película en el soporte XCP, se colocará una cantidad generosa de silicona pesada en el bloque de mordida o soporte del dispositivo XCP. Posteriormente se llevará a boca y se colocará de manera que la silicona quede cubriendo parte de las coronas del diente en la mejor posición posible para obtener el máximo paralelismo posible entre el implante y la película radiográfica.

Una vez la silicona ha fraguado, se retirará el bloque de mordida con la silicona y podrán verse las caras oclusales de los dientes adyacentes a la zona donde se colocará el implante. Así se valorará la reproducibilidad en la colocación del bloque de mordida individualizado con la silicona, para que cada vez que se realicen radiografías con ese soporte de mordida, la posición del mismo, y por tanto la proyección radiográfica sea la misma.

Una vez fraguada la silicona se, se obtendrá la primera radiografía.

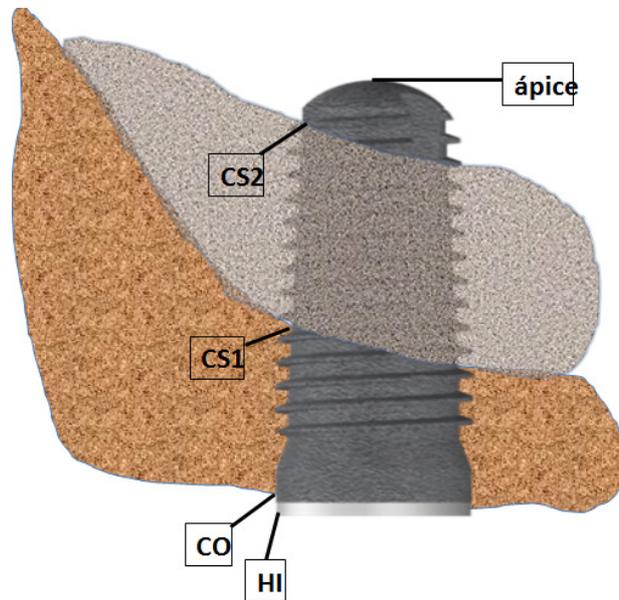
Tras la retirada el soporte individualizado de la boca se almacenará de forma cuidadosa para su uso en futuras visitas de control

Puntos de referencia

Para realizar las mediciones en las radiografías, se utilizarán una serie de puntos de referencia de la figura 1. Estas distancias se irán midiendo en función del momento del estudio en el que nos encontremos, ya que algunos de estos puntos irán apareciendo con el paso del tiempo, como la nueva cortical del suelo del seno, que no será visible de manera óptima hasta al menos pasados 10 meses.

Con estos puntos de referencia se podrán obtener diferentes mediciones, como la ganancia ósea producida por la nueva configuración del suelo del seno maxilar que se produce por la cicatrización ósea de la cirugía. Hasta que este nuevo hueso no se mineralice y madura, no será valorable en la radiografía, por esta razón establecemos un plazo de 18 meses para la medición de la misma.

Figura 1: Esquema de la formación ósea espontánea observable a los 12 y a los 18 meses. Puntos de referencia para realizar las mediciones



Puntos de referencia:

- **DO:** Disponibilidad ósea inicial
- **HI:** Hombro del implante
- **CO:** Cresta ósea
- **CS1:** Cortical del suelo del seno inicial
- **CS2:** Cortical del suelo del seno neoformada a los 18 meses de la colocación del implante

II. Procedimientos previos al tratamiento:

- Es necesaria una evaluación previa del paciente en la que se compruebe si el paciente cumple o no los criterios de inclusión. Esta evaluación incluye un examen clínico, adecuada historia médica, debe registrarse la medicación usada actualmente por el paciente, y toma de radiografía panorámica. Se entregará el consentimiento informado tal y como se refleja en el apartado correspondiente.

- La primera visita incluye:

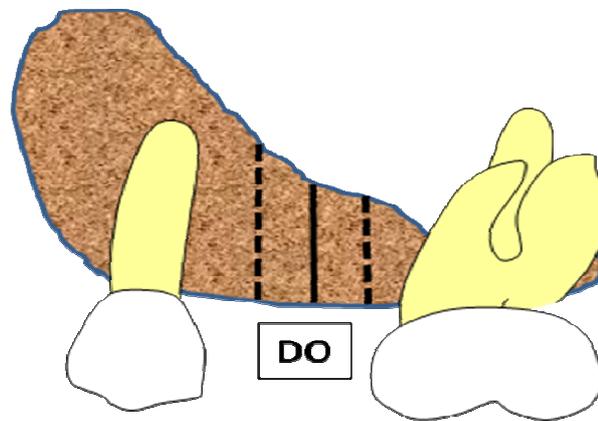
- 1.- Radiografías de los dientes remanentes o implantes en el caso de existir.
- 2.- Radiografías de las áreas propuestas para recibir implantes en el estudio. Se tomarán radiografías periapicales individualizadas (ver apartado correspondiente) de las zonas donde se alojarán los implantes.
- 3.- Descripción de las zonas desdentadas candidatas a rehabilitarse dentro del estudio así como de las áreas adyacentes incluyendo, si existieran, cualquier situación patológica..
- 4.- Instrucciones de higiene oral.
- 5.- Acuerdo del paciente en cumplir los requerimientos del estudio y firma del consentimiento informado.

La medición más importante que se realizará en la fase de diagnóstico previa al procedimiento quirúrgico, será la de la disponibilidad ósea apico-coronal desde la cresta ósea hasta la cortical del suelo del seno, y se medirá en 3 zonas diferentes. La primera se hará desde el centro de la localización donde se realizará el centro de la preparación, y se anotará en la casilla disponibilidad ósea inicial. Esta radiografía que se realizará utilizando los dispositivos de paralelismo XCP[®], donde se individualizará (férula individualizada) con silicona pesada la relación de esa primera proyección, con el bloque de mordida del dispositivo y los dientes adyacentes a la brecha desdentada a tratar (Véase apartado de fabricación de férula individualizada). Se tratará de que la zona donde se colocará el implante quede en el centro de la radiografía periapical.

Es importante valorar la morfología interna del suelo del seno maxilar en la radiografía, ya que en la mayoría de los casos, esta no es plana ni paralela a la cresta

ósea, con lo que en ocasiones se debe fresar con la trefina más en mesial, en el caso de que se encuentre próxima la pared mesial del seno, o en distal, cuando sea la pared distal la que esté involucrada en la preparación del lecho.

Figura 2: Medición de la disponibilidad ósea apico-coronal desde la cresta ósea a la cortical del suelo del seno maxilar en la radiografía periapical prequirúrgica.



Como se observa en la imagen, se medirá en el centro de la brecha desdentada, la disponibilidad ósea existente (DO), pero además se deberá tener en cuenta, que en mesial existe una disponibilidad ósea superior que en el centro de la cresta, con lo que durante el fresado, esto se tendrá en cuenta para tratar de fresar hasta el milímetro aproximado equivalente a la cortical del suelo del seno maxilar, y así facilitar su fractura con el osteotomo.

Procedimiento quirúrgico:

- La cirugía de colocación de implantes se realizó en condiciones de asepsia, mediante la preparación de un campo estéril en un gabinete dental preparado para cirugía oral.

- Se administró profilaxis antibiótica compuesta por 2 gramos de amoxicilina ó 600 mg de clindamicina + 500 de metronidazol en casos de alérgicos, 1 hora antes de la cirugía.

- Tras la cirugía, se prescribió a todos los pacientes tratamiento antibiótico (amoxicilina 500 mg/8h ó clindamicina 300 mg/8h + Metronidazol 250 mg/8 horas), antiinflamatorio (ibuprofeno tabletas de 600 mg/8h) junto con un protector gástrico (omeprazol capsulas 20 mg/24h). Se comenzará con el tratamiento médico 90 minutos antes del comienzo del procedimiento quirúrgico.

III. Cronograma de trabajo

Procedimiento

Cita previa a la Cirugía

- Entrega del consentimiento informado que deben leer y comprender, así como traer firmado el día de la cirugía.
 - Realización de radiografía periapical con posicionador (Anillos de Rinn®, XCP). Se individualizará cada bloque de mordida mediante silicona pesada, y se tomará con dichos materiales una huella de los dientes adyacentes para que cada vez que se realice una radiografía con este posicionador, tenga siempre la misma proyección del haz de rayos. Estos bloques se guardarán durante todo el estudio y serán utilizados cada vez que venga el paciente para realizar el control radiográfico. De esta manera las mediciones serán lo más fidedignas posibles.
 - Se medirá en la radiografía periapical la disponibilidad ósea existente comprendida entre la cortical del suelo del seno y la cresta ósea en la localización donde se vaya a colocar el implante. De esta manera conoceremos la disponibilidad ósea disponible para la futura colocación del implante.
- Se le prescribirán 2 gramos de amoxicilina o 600 mg de clindamicina + 500 de metronidazol (en caso de alergia) para que la tomen 90 minutos antes de la cirugía.

Día 0

Procedimiento quirúrgico:

Tras recibir el consentimiento informado leído, entendido y firmado por el paciente, nos aseguramos de que se haya tomado el antibiótico establecido.

- La cirugía se realiza bajo anestesia local infiltrativa periapical.
- Se realiza incisión crestal en mucosa queratinizada siempre que sea posible, y levantamiento de colgajo a espesor total.
- A continuación se mide la anchura de la cresta ósea utilizando una sonda periodontal PCP 15 UNC, para seleccionar el implante de 4,3 mm o el de 5 mm de diámetro, en función de ésta, para salvaguardar 1 mm de hueso en la periferia del lecho quirúrgico.

- Se elige la fresa tipo trefina de 3,5 mm de diámetro externo para la colocación de un implante de 4,3 mm de diámetro, y una trefina de 4 mm de diámetro externo para la colocación de un implante de 5 mm de diámetro. Ç

- La longitud de trabajo consistirá en restar 1 mm a la distancia desde la cresta ósea hasta la cortical del suelo del seno maxilar medido con anterioridad (X-1). Se pasara la trefina a esta longitud a 800 RPM de manera suave, tratando de percibir la sensación de resistencia al fresado que se produce al alcanzar la cortical del suelo del seno, al cambiar de densidad ósea. Se extraerá la fresa del hueso con esta en movimiento, y manteniendo la axialidad de la preparación para no aumentar el diámetro de la misma.

- Posteriormente, se desplazará el cilindro óseo demarcado con la trefina hacia el interior del seno maxilar, utilizando osteotomos cónicos de la marca Camlog®, de punta cóncava de de 3,8 mm (3,3 mm de diámetro en el extremo del osteotomo) para la trefina de 3,5 mm, y el de 4,3 mm (3,6 mm de diámetro en el extremo del osteotomo).

- Se desplazará el suelo del seno hasta la longitud final de trabajo (longitud del implante en su parte activa), comprobándose entonces la integridad de la membrana de Schneider mediante la maniobra de Valsalva. Si existiera resultado positivo en esta maniobra, se anotará en la hoja clínica.

Posteriormente, se introducirá el implante en lecho creado hasta enterrar completamente la superficie Promote de Camlog®, dejando el anillo del cuello pulido de manera supraósea. El implante se introducirá colocado en el transportador de implantes mecánico, para favorecer la introducción axial del mismo. Una vez introducido, se colocará un tapón de cierre de 0 mm (plano) para permitir la cicatrización submucosa del mismo.

-Por último se suturan los colgajos para una cicatrización en dos fases de los implantes.

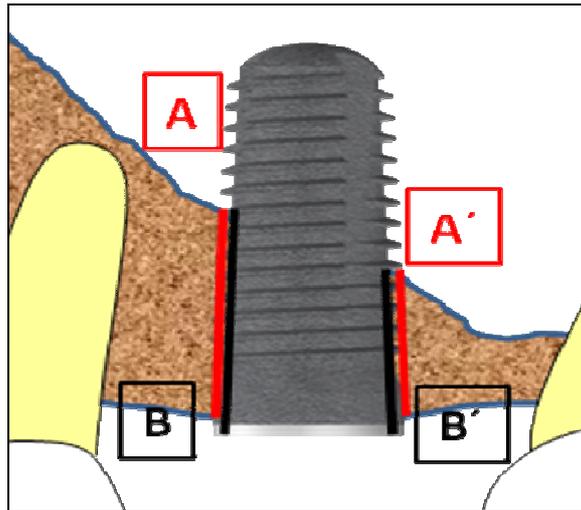
- Tras la cirugía, se prescribirá a todos los pacientes tratamiento antibiótico (amoxicilina 500 mg/8h ó clindamicina 300 mg/8h + Metronidazol 250 mg/8 horas), antiinflamatorio (ibuprofeno tabletas de 600 mg/8h) junto con un protector gástrico (omeprazol capsulas 20 mg/24h). Se comenzará con el tratamiento médico 30 minutos antes del comienzo del procedimiento quirúrgico. Como tratamiento antiinflamatorio se prescribirá

ibuprofeno 600 mg/ 8 horas/ 5 días, y un antiséptico, clorhexidina al 0,2% cada 12 horas durante 14 días, hasta que el paciente instaure de nuevo su higiene mecánica de la zona.

Radiografía postquirúrgica

- Se realizará radiografía periapical postquirúrgica (utilizando la férula individualizada del soporte radiográfico) para valorar la correcta colocación del implante en relación a estructuras adyacentes, y para realizar diferentes mediciones, y se anotará el diámetro de implante colocado, 4,3 o 5 mm, que dependerá de la disponibilidad ósea horizontal (anchura de la cresta existente), respetando siempre al menos un milímetro de hueso alrededor de la preparación para el implante.

Figura 3: Radiografía postquirúrgica. Se medirá la distancia desde el hombro del implante para conocer la cantidad de implante en contacto inicial con hueso, y al conocer la longitud del implante, el resto de implante será susceptible de poderse cubrir con el nuevo hueso formado.



- Longitud **A**: Es la distancia existente entre la cresta ósea (CO) y la cortical del suelo del seno (CS1) en el aspecto **mesial** del implante. (CO-CS1 **M**)
- Longitud **B**: Es la distancia existente entre el hombro del implante (HI) y la cortical del suelo del seno (CS1), en el aspecto **mesial** del implante. (HI-CS1 **M**)
- Longitud **A'**: Es la distancia existente entre la cresta ósea (CO) y la cortical del suelo del seno (CS1) en el aspecto **distal** del implante (CO-CS1 **D**).
- Longitud **B'**: Es la distancia existente entre el hombro del implante (HI) y la cortical del suelo del seno (CS1), en el aspecto distal del implante (HI-CS1 **D**).

Cita a los 10 días

- Se revisará zona quirúrgica, y se retirarán los puntos de sutura

Cita a las 12 semanas

- Se hará segunda fase quirúrgica para la exposición del tornillo de cierre del implante, se cambiará el tornillo de cicatrización por uno transgingival, lo suficientemente alto para que no sea cubierto por la mucosa al suturar los colgajos.

Valorar la **Movilidad del implante**. (Osteointegración)

-Se comprobará de forma directa en cada visita. Se medirá por el contacto directo sobre los implantes o las restauraciones. Si el implante muestra movilidad es un tratamiento fracasado y el paciente deberá abandonar el estudio registrándose la salida del mismo, salvo que se den las circunstancias descritas más adelante.

-Si aparece uno de los síntomas antes descritos o la prótesis presenta movilidad, ésta debe ser retirada. Si el problema que origina la movilidad está a nivel de la prótesis, ésta se reparará y se colocará de nuevo, registrándose la circunstancia como un **episodio adverso**. Si el problema se sitúa a nivel del implante se instaurará tratamiento, buscando el mayor interés para el paciente. Si el paciente debiera salir del estudio, se podría reclutar un nuevo paciente para incluir en el estudio.

- Se prescribe ibuprofeno 600 mg/ 8 horas/ 5 días, y un antiséptico, clorhexidina al 0,2% cada 12 horas durante 14 días, hasta que el paciente instaure de nuevo su higiene mecánica de la zona.

Cita a las 14 semanas.

- Se retiran los puntos de sutura, se quita el pilar de cicatrización transgingival, y se procede a la toma de impresión directa al implante utilizando pilares de impresión de cubeta cerrada de la marca Camlog® y silicona pesada y fluida de la marca Impregum 3M- ESPE®, utilizando la técnica de una sola fase.

- Una vez retirada la cubeta, se vuelven a colocar los pilares de cicatrización.

La toma de impresión de los implantes se realizarán mediante el uso de cofias de impresión atornilladas para cubeta cerrada de la marca Camlog®, usando poliéteres de viscosidad media como material de impresión (Impregum 3M- ESPE®). Se confeccionarán prótesis metal-cerámica, con arreglo a los criterios convencionales de construcción de coronas y puentes sobre implantes

Cita a las 15 semanas

- Se realizará prueba de metal de la estructura
- Radiografía periapical para comprobar el ajuste de la estructura de metal con el/los implantes

Cita a las 16 semanas

- Se colocará la prótesis implanto-soportada, y se ajustará la oclusión. El pilar utilizado para atornillar la corona al implante será el modelo VARIO SR® de Camlog®, y se atornillará al implante con un torque 30 N/cm; el tornillo transoclusal se atornillará a 10 N/cm. En el caso de que sean cementadas, se utilizará un pilar tipo ESTHOMIC® de Camlog®, utilizará un cemento de ionómero de vidrio.

- Radiografía periapical del ajuste de la prótesis con los implantes.

- Cierre de la chimenea de la corona con material provisional.

- El ajuste oclusal se realizará manteniendo contacto en máxima intercuspidación durante un apretamiento fuerte y estando libre de contacto durante un apretamiento suave. Se comprobará la falta de contacto de las prótesis en cualquiera de los movimientos excursivos.

- Se eliminará la parte del bloque de mordida que ocuparía la zona de la nueva corona colocada, con el fin de poder colocar el bloque de mordida de la misma manera que antes de la colocación de la restauración. De esta manera podrá seguir utilizándose el

mismo bloque de mordida de la férula individual, para una óptima estandarización de las radiografías y las mediciones.

Cita a los 6 meses

- Revisión de la prótesis en cuanto a oclusión y aflojamiento de tornillos. En caso de no aflojamiento ni avistamiento de problemas, se cambiará el material de la chimenea por composite fotopolimerizable.

- Índice de placa (Mombelli 1987) Se determinará en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

0: Ausencia de placa.

1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.

2: Placa visible.

3: Abundante materia alba.

- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987). Se determinará en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

0: Ausencia de sangrado.

1: Sangrado aislado.

2: La sangre forma una línea roja en el margen.

3: Sangrado profuso.

- Profundidad de sondaje mediante la sonda periodontal PCP 15 UNC. Se registrará en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

Estos exámenes periodontales son los utilizados en las visitas de mantenimiento de pacientes periodontales y/o que lleven implantes como método diagnóstico de control periodontal o periimplantario de los mismos. Cualquier aumento en los resultados de los mismos, no tendría interacción con los resultados del estudio, ya que las mediciones que se realizan en este estudio son desde referencias mecánicas estáticas como el cuello del implante, para la medición de la cantidad de nuevo hueso formado alrededor del ápice del implantes. De esta manera, cualquier episodio breve de mucositis o periimplantitis que pudiera haber, no influiría en la lectura de resultados del estudio.

Cita a los 12 meses

- Realización de radiografía periapical estandarizada con la férula individual modificada.

- Examen del implante y de la prótesis atornillada.

- Revisión de la prótesis en cuanto a oclusión y aflojamiento de tornillos.

- Índice de placa (Mombelli 1987) Se determinará en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.
 - 0: Ausencia de placa.
 - 1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.
 - 2: Placa visible.
 - 3: Abundante materia alba.

- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987). Se determinará en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.
 - 0: Ausencia de sangrado.
 - 1: Sangrado aislado.
 - 2: La sangre forma una línea roja en el margen.
 - 3: Sangrado profuso.

- Profundidad de sondaje mediante la sonda periodontal PCP 15 UNC. Se registrará en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

Cita a los 18 meses

- Realización de radiografía periapical estandarizada con la férula individual modificada.

- Examen del implante y de la prótesis atornillada.

- Revisión de la prótesis en cuanto a oclusión y aflojamiento de tornillos.

- Índice de placa (Mombelli 1987) Se determinará en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

0: Ausencia de placa.

1: Determinación de la presencia de placa al pasar una sonda.

2: Placa visible.

3: Abundante materia alba.

- Índice de sangrado del surco (Mombelli 1987). Se determinará en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

0: Ausencia de sangrado.

1: Sangrado aislado.

2: La sangre forma una línea roja en el margen.

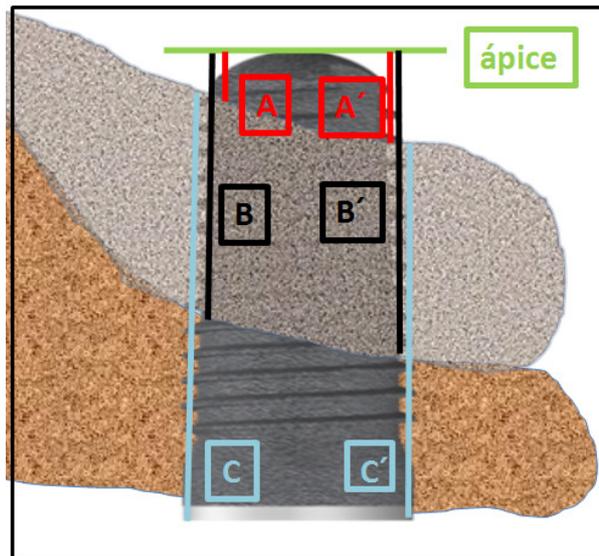
3: Sangrado profuso.

- Profundidad de sondaje mediante la sonda periodontal PCP 15 UNC. Se registrará en la superficie mesial, distal, vestibular y lingual o palatina.

Radiografía a los 18 meses

- Se realizará una radiografía periapical a los 18 meses de la colocación del implante, utilizando la férula individualizada radiográfica. Se colocará dicha férula realizada con silicona, asegurándonos de que la restauración realizada sobre el implante no interfiere en el asentamiento de la férula sobre los dientes adyacentes, eliminando parte de la silicona hasta su correcto asentamiento.

Figura 4: Mediciones que se realizarán a los 12 y a los 18 meses, donde se observará la cantidad de nuevo hueso formado, y la cantidad de porción apical del implante que no se ha recubierto por nuevo hueso



IV. Medición del nuevo hueso formado de manera espontánea

Las mediciones se realizarán utilizando las radiografías periapicales obtenidas de manera prequirúrgica, postquirúrgica y a los 18 meses de la cirugía. Las radiografías se realizarán de manera estandarizada e individualizada. Se utilizará una regla milimetrada, para las mediciones, que se harán en mesial y en distal del implante, estas serán realizadas por el mismo clínico que hará las cirugías. Se relacionarán los datos obtenidos entre sí, para ver la relación que puede existir entre las variables de la figura 3.

- Longitud **A**: Es la distancia que existe entre la nueva cortical del suelo del seno (CS2) maxilar observada a los 18 meses, en el aspecto **mesial** del implante (CS2 – ápice).
- Longitud **B**: Es la distancia que existe entre la cortical del suelo del seno maxilar inicial (CS1), y el ápice del implante, en el aspecto **mesial** del implante (CS1-ápice).

- Longitud **C**: Es la distancia que existe entre el hombro del implante y la nueva cortical del suelo del seno maxilar observada a los 18 meses, en el aspecto **mesial** del implante (HI-CS2).
- Longitud **A'**: Es la distancia que existe entre la nueva cortical del suelo del seno (CS2) maxilar observada a los 18 meses, en el aspecto **distal** del implante (CS2 – ápice).
- Longitud **B'**: Es la distancia que existe entre la cortical del suelo del seno maxilar inicial (CS1), y el ápice del implante, en el aspecto **distal** del implante (CS1-ápice).
- Longitud **C'**: Es la distancia que existe entre el hombro del implante y la nueva cortical del suelo del seno maxilar observada a los 18 meses, en el aspecto **distal** del implante (HI-CS2).

V. Método estadístico

Variables analizadas

- Diente: *PM* cuando sea un premolar a reponer, o *M* cuando sea un molar
- Disponibilidad ósea inicial: Cantidad de hueso medida en una radiografía periapical realizada con un posicionador individualizado con anillo de Rinn®
- Diámetro del implante: Corresponde al diámetro del implante en milímetros. Se utilizará en condiciones normales un implante de 4,3 mm de diámetro cuando se pretenda reponer un premolar, y de 5 mm cuando se pretenda reponer un molar. Esto se llevará a cabo cuando las condiciones del hueso, del espacio protético mesiodistal, y el perfil de emergencia lo permitan.
- Longitud del implante: La longitud del implante utilizada será de 9 mm, ya que es la longitud mínima que presenta la casa de implantes Camlog® en el momento del inicio del estudio
- Atornillada / Cementada: El tipo de retención de la corona sobre el implante será de una de estas maneras, en función de diferentes variables, como el espacio vertical existente al diente antagonista, la axialidad del implante respecto a los dientes adyacentes...
- Valsalva: La maniobra de Valsalva consiste en la exploración clínica de la integridad de la membrana de Schneider tras la fractura de la cortical del suelo del seno con el osteotomo, antes de la colocación del implante. Se le tapaná la nariz al paciente, y se le pedirá que intenté soplar por ella. Si existiera perforación en la misma, el aire se escaparía por dicha perforación y por la preparación ósea del lecho del implante, observándose burbujas de aire entre la sangre que brota por dicha preparación. Cuando se observe este fenómeno, se anotará como Valsalva positiva (+), y si no sucediera se anotaría como Valsalva negativa (-).

- Distancia CO-CS1: Es la distancia que existe entre la cresta ósea y la cortical del suelo del seno inicial. Se trata de la disponibilidad ósea inicial, y se tratará de los milímetros disponibles para la estabilización primaria del implante, y se medirá en Mesial y en Distal.
- Distancia HI-CS1: Es la distancia existente entre el hombro del implante y la cortical del suelo del seno inicial. La referencia HI es una referencia estable en el tiempo y no puede sufrir modificaciones. Estas mediciones se realizarán en mesial y en distal.
- Distancia HI- CS2: Es la distancia existente entre el hombro del implante y la nueva cortical del seno formada en contacto con el implante a los 18 meses. Se esperará a los 18 meses para una óptima formación y mineralización de la misma. Estas mediciones se realizarán en mesial y en distal.
- Distancia CS1-ápice del implante: Es la distancia existente entre la cortical del suelo del seno inicial tras la colocación del implante, hasta el ápice del mismo. Estas mediciones se realizarán en mesial y en distal.
- Distancia CS2-ápice del implante: Es la distancia existente entre la nueva cortical del suelo del seno neoformada y claramente visible a los 18 meses, y el ápice del implante, pudiendo ser 0 cuando coincidan, negativa cuando la nueva cortical del suelo del seno se encuentra apical al ápice del implante, o positiva cuando la cortical del suelo del seno se encuentre coronal al ápice del implante.

Relación de la forma del seno maxilar con la localización del implante en el mismo

Este estudio, además pretende valorar las diferencias en términos de ganancia ósea alrededor del ápice del implante conseguidas al colocar un implante en diferentes situaciones anatómicas del seno maxilar, pudiendo el implante estar en contacto directo con las paredes mesial y distal del mismo, sólo con una de ellas, y en todos estos casos, si esta pared tiene una pendiente hacia el implante mayor o menor de 45 grados, o en última situación, que se tratara de un seno plano, y que el implante no tuviera un contacto con ninguna de estas paredes óseas. Por lo tanto se proponen las siguientes situaciones:

Clasificación anatómica del seno maxilar en relación con un implante colocado con técnica de osteotomos

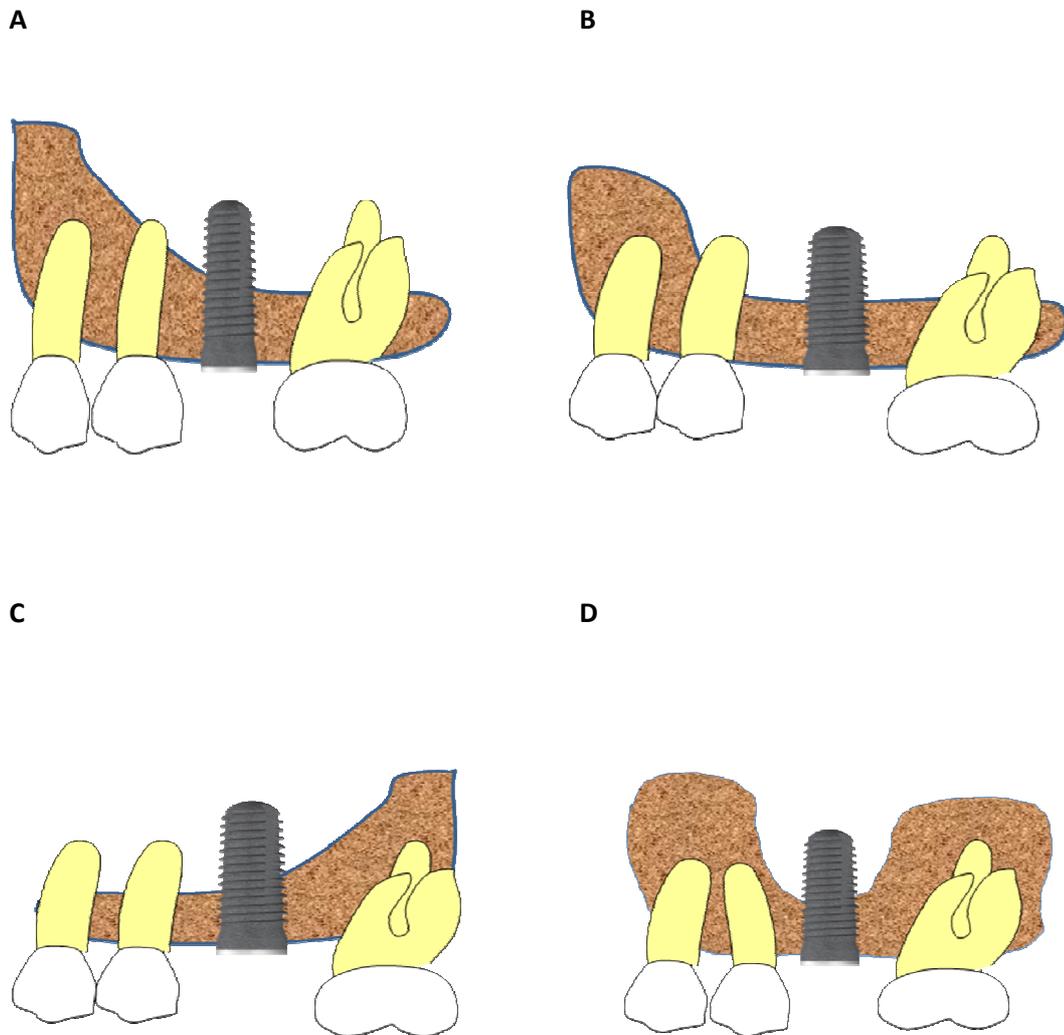
- A- El implante se encuentra en relación con la pared mesial del seno maxilar

- B- El implante se encuentra en una localización donde el suelo del seno maxilar es plano

- C- El implante se encuentra en relación con la pared distal del seno maxilar

- D- El implante se encuentra en contacto con ambas paredes mesial y distal del seno maxilar, puesto que es un seno estrecho mesio-distalmente, o con un tabique de Underwood.

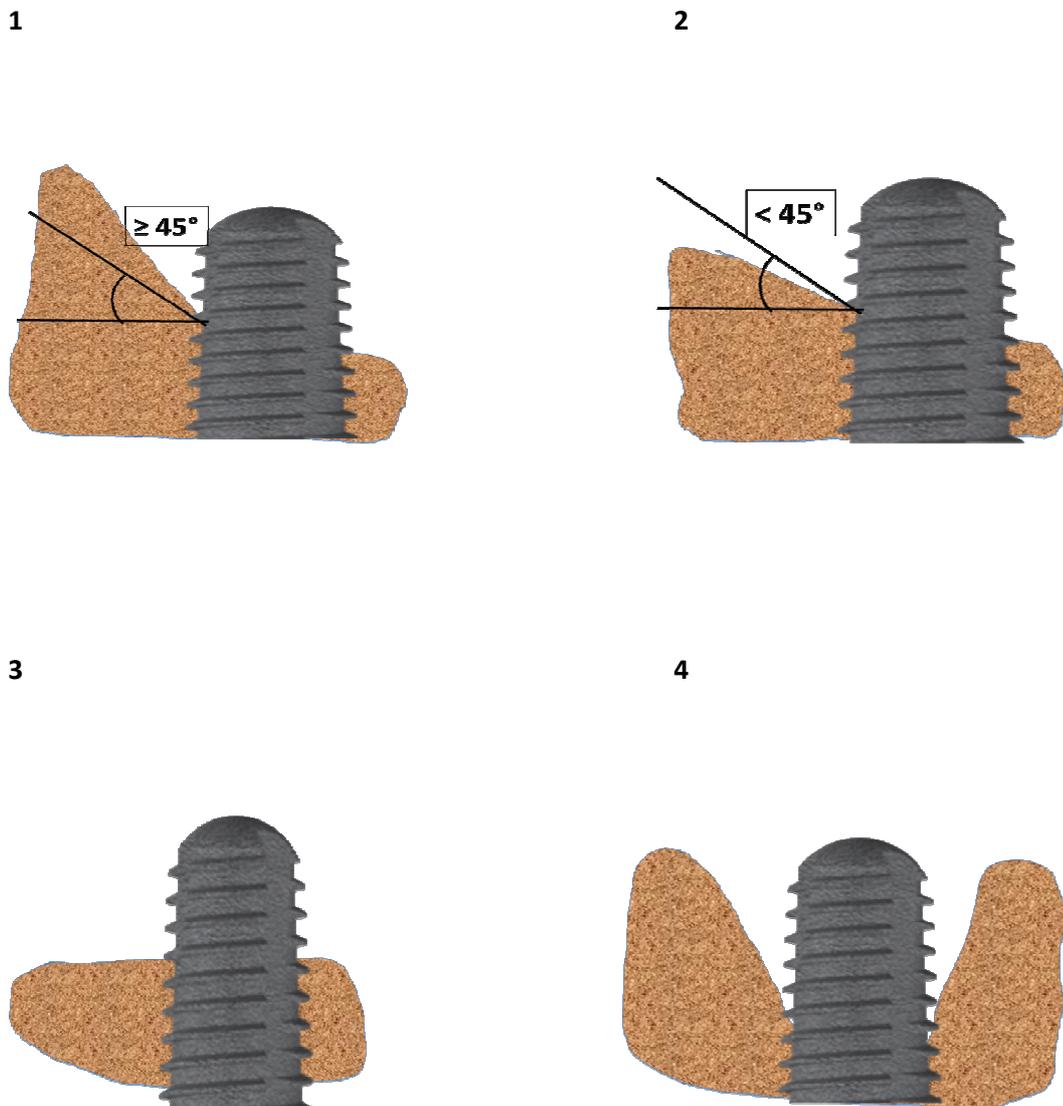
Figura 5. Relación de la forma del seno maxilar con la localización del implante en el mismo



- 1. La pared del seno maxilar en contacto con el implante tiene una inclinación mayor de 45 grados o más respecto a la horizontal
- 2. La pared del seno maxilar en contacto con el implante tiene una inclinación menor de 45 grados respecto a la horizontal

- 3. El implante se encuentra en un zona donde el suelo del seno maxilar es de una angulación respecto a la horizontal de menos de 15 grados, o no está en contacto con la pared mesial o distal del seno maxilar
- 4. El implante se encuentra en un seno estrecho en "U", en contacto directo con ambas paredes mesial y distal del seno maxilar

Figura 6. Inclinación de la pared del seno maxilar respecto a la horizontal en relación con el implante



Mediciones

Estos ángulos se medirán con un porta-ángulos, tomando como referencia la horizontal y una línea recta que marque la trayectoria de la pared del seno maxilar.

Las mediciones de distancias serán realizadas con una regla milimetrada. Previamente se habrá comprobado la relación de tamaño entre el implante y su imagen en la radiografía. Al medir siempre 9 mm, va a ser la referencia para comprobar la proporción de la magnificación en el caso de que la hubiera. Posteriormente se realizará la medición, con una sensibilidad del operador de medio milímetro. De esta manera, el redondeo se hará al medio milímetro más próximo.

Mediciones

- La resta de la distancia HI-CS1 y CO-CS1, nos dará la distancia existente entre el margen del cuello del implante y la cortical de la cresta ósea.
- La resta de la distancia HI-CS2 y HI-CS1, nos va a dar la ganancia ósea vertical obtenida a los 18 meses, o la nueva parte de implante osteointegrada, que inmediatamente después de la cirugía es coronal a la cortical del suelo del seno maxilar.
- La resta de CS1-ápice del implante y CS2-ápice del implante, nos dará la distancia de la nueva cortical del suelo del seno maxilar al ápice del implante. Cuando sea negativa, la nueva cortical del suelo del seno maxilar será apical al ápice del implante, habiendo recubierto la totalidad del implante. Si esta es igual a cero, coincidirán, y si esta es positiva, dicha distancia será la cantidad apical de implante que no se encuentra osteointegrada, y se encuentra en contacto con membrana de Schneider, o dentro de la luz del seno maxilar.

Posteriormente se evaluará la relación de la forma anatómica del seno maxilar, con especial atención a sus paredes mesial y distal en contacto con el implante, y como esto puede favorecer o dificultar la formación de nuevo hueso alrededor del ápice del implante, utilizando la clasificación anteriormente descrita.

Método Estadístico

Evaluación estadística de cambios significativos en los niveles del hueso, valorando la posición del suelo del seno maxilar, a partir de radiografías periapicales estándar individualizadas. Se evaluará el aumento de la disponibilidad ósea (ganancia ósea) desde el momento posterior a la colocación del implante, y luego a los 4, 12 y 18 meses tras la cirugía.

En cada radiografía se calculará el factor de distorsión real, estableciendo la relación entre el tamaño de la imagen radiográfica del implante y el tamaño real del implante. Sobre cada radiografía se trazará una línea que una la parte mesial y distal del hombro del implante. Se trazará unas líneas paralelas a la anterior en la zona más apical de contacto óseo a nivel del suelo del seno tanto en mesial del ápice del implante como en distal de este en cada una de las radiografías obtenidas, calculando tanto en mesial como distal cual es la distancia que separa la línea del hombro del implante de la línea apical.

Los datos obtenidos se introdujeron en una hoja de cálculo Microsoft Excel Version 14.0.6129.5000 (32 bits) (Microsoft Office Professional Plus 2010 – Microsoft Corporation). En primer lugar se realizó una depuración estadística de los datos (exploración) mediante métodos numéricos y gráficos.

Las variables cuantitativas se resumieron con medias y desviaciones típicas, o en caso de distribuciones asimétricas con medianas y percentiles $p(25)$ y $p(75)$. Esta descripción se completó con las correspondientes representaciones gráficas. Las variables cualitativas se expresaron en porcentajes.

Se analizaron bajo esta perspectiva las mediciones reflejadas anteriormente y las demás variables: Tipo de diente, Diámetro del implante, Longitud del implante, Tipo de prótesis, Maniobra de Valsalva, Forma de seno y Pared mesial de seno.

Se construyó una nueva variable 'Ganancia Media' (suma de la ganancia mesial + distal /2) y se estableció su relación con la maniobra de Valsalva mediante una T de Student (tras comprobar su normalidad con el test de Shapiro-Wilk)

Se correlacionó la maniobra de Valsalva con la forma del seno (Chi Cuadrado) y a su vez la forma del seno con la ganancia media (test de Kruskal-Wallis para muestras independientes).

Se estableció la correspondencia entre la variable Maniobra de Valsalva y la disponibilidad ósea inicial mediante la prueba U de Mann-Whitney tras comprobar su normalidad con el test de Shapiro-Wilk

Finalmente, se analizó la relación entre la distribución de la disponibilidad ósea inicial y las distintas categorías de seno (Prueba de Kruskal-Wallis) tras comprobar su normalidad (Shapiro-Wilk)

RESULTADOS

Transcurridos los 18 meses, se ha podido observar un 100% de supervivencia de los implantes. No se han observado complicación alguna a nivel quirúrgico, ni a nivel de infecciones bien en los implantes, o a nivel del seno maxilar en forma de sinusitis. A nivel prostodóntico, la única complicación observada fue el aflojamiento a los dos meses de 2 coronas sobre implantes, que tras reapretarlas y reajustar la oclusión, no se volvieron repetir.

El diámetro de implante utilizado fue de 4,3 mm en 6 de los casos (18,7%), y de 4,3 mm en 26 de los casos (81,3%). La longitud utilizada fue siempre de 9 mm.

El tipo de retención de prótesis utilizado, en 18 casos fueron coronas atornilladas, y en 14 fueron cementadas. El 81,3% de los casos rehabilitados fueron molares (26), y el 18,7% (6) restante fueron premolares.

La media de disponibilidad ósea inicial medida en el centro del comienzo del fresado, fue de $3,69 \pm 0,89$, en un rango de 2 a 5 mm. Si realizamos la medición, desde el punto de contacto más coronal del implante en su aspecto **mesial**, es de $3,85 \pm 1,15$ mm (**CO-CS1**), en un rango de 2 a 6 mm, y de $3,84 \pm 1,27$ mm (**CO-CS1D**) en un rango de 2 a 6 mm en el aspecto **distal** del implante. Al realizar la medición desde el hombro del implante (HI), hasta la cortical del suelo del seno, en el aspecto mesial del implante ésta es de $4,29 \pm 0,9$ mm (**HI-CS1M**) en un rango de 2 a 6 mm, y de $4,45 \pm 1,09$ mm (**HI-CS1D**) en un rango de 2 a 7 mm en el aspecto distal del implante. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

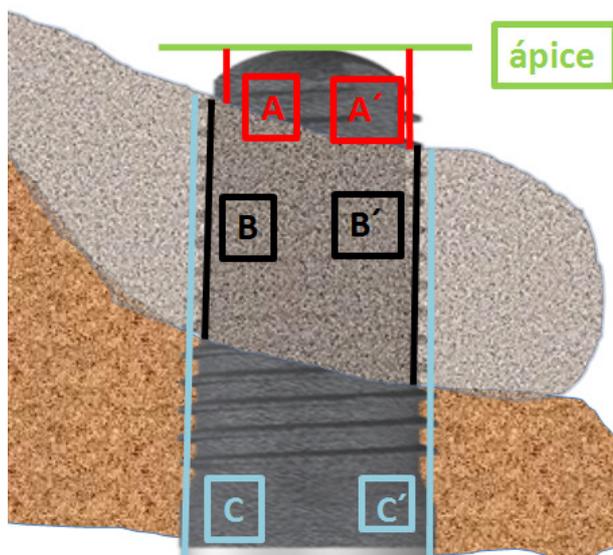
La maniobra de Valsalva realizada tras la fractura del suelo del seno maxilar con el osteotomo, dio resultado negativo en 23 casos, y positivo en 8 de ellos. En uno de los casos no se registró esta variable, considerándose perdido este dato.

En relación a la ganancia ósea conseguida, se midió la distancia del hombro del implante a la nueva cortical formada del suelo del seno maxilar en el aspecto **mesial** del implante, y ésta fue de $8,29 \pm 1,6$ mm (**HI-CS2M**), en un rango de 4 a 11 mm, y de $8,12 \pm 1,47$ mm (**HI-CS2D**), en un rango de 4 a 11 mm en el aspecto **distal** del implante. La

distancia de la cortical del suelo del seno maxilar inicial al ápice del implante en el aspecto **mesial** del implante es de $4,70 \pm 0,9$ mm (**CS1-ápice M**) en un rango de 3 a 7 mm, y de $4,54 \pm 1,15$ mm (**CS1-ápice D**) en un rango de 2 a 7 mm en el aspecto **distal** del implante.

La cantidad de porción apical de implante que queda apical a la nueva cortical de suelo de seno formada y el ápice del implante en su aspecto **mesial** es de $0,7 \pm 1,69$ mm (**CS2-apice M**), en un rango de -2 a 5 mm y de $0,87 \pm 1,47$ mm (**CS2-apice D**), en un rango de -2 a 5 mm en el aspecto **distal** del implante. La presencia de números negativos, corresponden a una formación ósea por apical al ápice del implante. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Figura 7: Esquema del implante osteointegrado y de la formación de una nueva cortical del suelo del seno. A y A' equivalen a la parte del implante que queda sin recubrir por nuevo hueso. B y B' corresponden a la distancia desde la cortical del suelo del seno original hasta la nueva cortical del suelo del seno formada. C y C' equivale a la distancia desde el hombro del implante a la nueva cortical de suelo de seno formada.



La ganancia ósea media obtenida es de 3,89 mm. Esta medida se obtiene al restar la distancia desde el hombro del implante a la nueva cortical del suelo del seno

maxilar formada y desde el hombro del implante hasta la cortical del suelo del seno maxilar original, obtenemos la ganancia ósea media obtenida. Si realizamos las mediciones desde los laterales del implante la ganancia ósea obtenida sería de 4 mm en mesial y de 3,67 mm en distal (B y B' respectivamente). Esta ganancia es prácticamente el doble de la disponibilidad ósea inicial, por lo que se obtiene una ganancia aproximadamente del 100%. La diferencia de ganancia ósea en el aspecto mesial respecto a la del distal en el ápice del implante resultó ser estadísticamente significativa ($p < 0,026$).

Lo más destacable del estudio, es que en todos los casos se observó formación ósea espontánea, independientemente de la disponibilidad ósea inicial, la forma del seno maxilar, o el tipo de Valsalva obtenida.

El caso donde menor fue la ganancia, ésta fue de 1,5 mm, y en el caso donde más formación ósea se observó fue de 6,75 mm. En 8 de los casos se observó incluso una formación de hueso apical al ápice del implante de entre 1 y 2 mm. En el 37,5% (12) de los casos, la formación de la nueva cortical del suelo del seno llegó al nivel del ápice del implante, o incluso fue apical a éste, y en el 65,6% (21) de ellos la distancia entre el ápice del implante y la CS2 era menor a 1 mm.

La cantidad media de implante, que queda apical a la nueva cortical del suelo del seno formada es de $0,7 \pm 1,69$ en mesial y $0,87 \pm 1,47$ en la parte distal. Esta será la parte del implante que no quedaría cubierta por hueso osteointegrado del implante. La media de esta distancia fue de 0,89 mm.

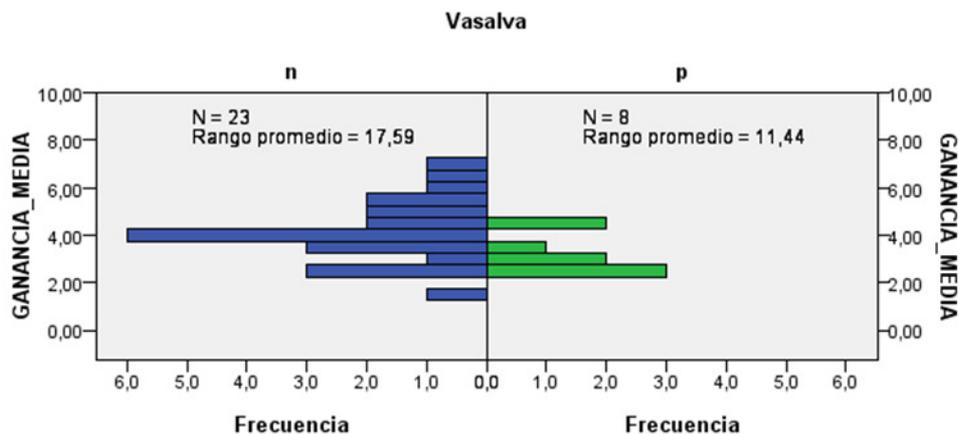
Si analizamos la forma de los senos maxilares tratados en relación a la posición del implante dentro del mismo, observamos que la situación más frecuente fue de 12 de ellos (37,5%) el implante se encontraba en un seno tipo **B** (suelo del seno plano), 8 (25%) se encontraban en un seno tipo **A**, (en contacto con la pared mesial del seno), 4 (12,5%) se encontraban en un seno tipo **C** (en contacto con la pared distal del seno), y 8 (25%) se encontraron en un seno tipo **D** (en contacto con ambas paredes mesial y distal del seno maxilar, o existía la presencia de algún tabique de Underwood que delimitaba el seno maxilar en diferentes compartimentos, y en uno de estos se encontraba el implante.

En cuanto a la inclinación de la pendiente de la pared del seno maxilar en contacto con el implante, en 13 de los 32 casos era mayor o igual a 45 grados. Se observó un solo caso en este estudio donde el implante se colocó en una localización de seno estrecho, en este caso delimitado por la pared mesial del seno y un tabique de Underwood.

La diferencia en distancia media que existe entre la disponibilidad ósea inicial, y la distancia entre el hombro del implante y la cortical del suelo del seno es de 1 mm tanto en mesial como en distal del implante. Esto se observó tras la colocación de la prótesis a los 12 y a los 18 meses.

Al relacionar la variable de maniobra de Valsalva con la formación de hueso espontánea en términos de ganancia ósea media, pudo observarse que cuando ésta era positiva, se producía una menor formación ósea en comparación a cuando era negativa, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$)

Figura 8: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, donde se relaciona la Maniobra de Valsalva negativa/positiva en relación con ganancia ósea media.



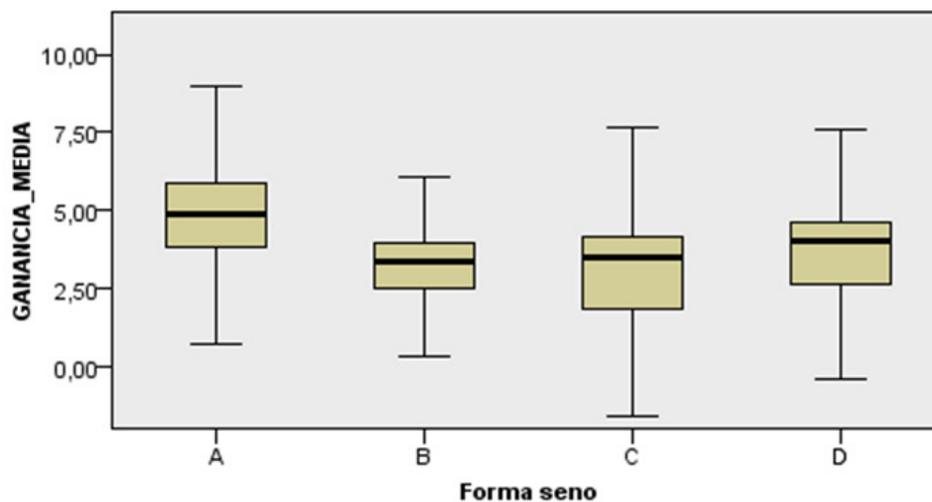
Al relacionar la Maniobra de Valsalva en relación a las diferentes formas de la clasificación de seno propuesta, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Sin embargo se observó una mayor incidencia de Valsalvas positivas cuando la relación del implante con el seno era tipo "B", es decir, el implante se encontraba en un seno plano, donde se dieron el 50% de las mismas. A su vez, en este

mismo tipo de seno es donde se dieron el mayor número de Valsalvas negativas (34,8%). Seguidamente, el segundo tipo de seno donde más se observó la presencia de Valsalvas positivas fue el seno tipo "A", con un 25% del total de las positivas. En el tipo "C" y "D" sólo se produjo en una ocasión en cada uno.

La formación ósea espontánea obtenida alrededor del ápice de los implantes, empezó a ser ligeramente visible a partir del cuarto mes. A continuación se observó una mineralización progresiva, donde se hacía más visible a los 12 meses, y a los 18 meses esta nueva formación ósea era todavía más radiopaca.

Al comparar las diferentes formas del seno maxilar en relación con la formación ósea espontánea, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$). Pero si pudo observarse una mayor formación ósea en la forma de seno tipo "A", donde el implante está próximo a la pared mesial del seno maxilar, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Figura 9: Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes, relacionando la ganancia ósea media con las diferentes formas de seno en relación con la posición del implante.

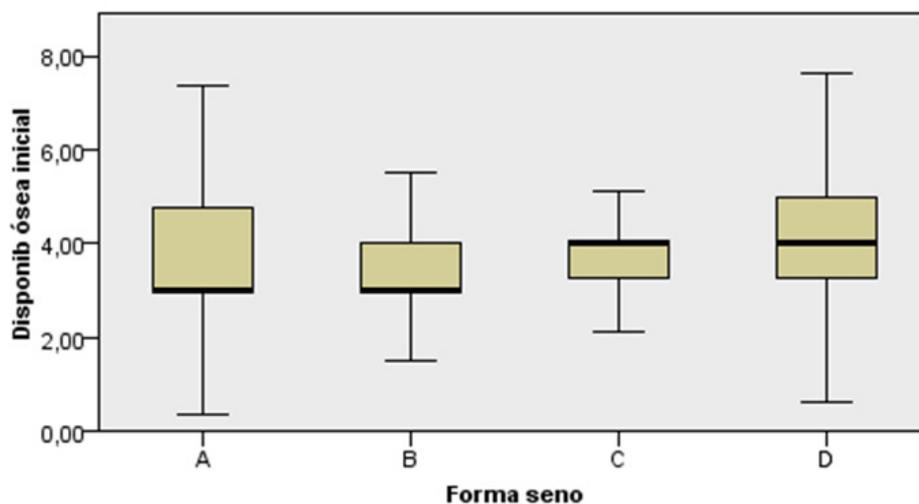


Pudo observarse que en la forma de seno tipo “A”, se obtuvo una formación media de 5 mm, en las formas “B” y “C”, 3,25 mm, y en la forma tipo “D”, la ganancia media fue de 4 mm.

Cuando relacionamos la disponibilidad ósea inicial con los resultados de la Maniobra de Valsalva, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas, independientemente de que ésta se 2 o 5 mm en el rango de disponibilidad ósea inicial ($p>0,05$). Sin embargo si se observa una mayor tendencia a una Valsalva positiva cuanto menor es la disponibilidad ósea inicial.

Tampoco se observó relación entre una menor o mayor disponibilidad ósea inicial con las formas del seno propuestas ($p>0,05$), aunque donde mayor variabilidad se observó fue en las formas de seno tipo “A” y “D”.

Figura 10: Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes, donde se relaciona la disponibilidad ósea inicial con las diferentes formas de seno propuestas.



En términos de ganancia ósea, al compararlo con la disponibilidad ósea inicial media, en mesial y en distal, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$)

Discusión

En los primeros años de la Implantología, existía una tendencia a colocar un implante por diente a reponer cuando se rehabilitaba al paciente con prótesis fija. De esta manera, podían observarse casos de rehabilitaciones totales de primer molar a primer molar donde se habían utilizado diez o doce implantes. Con el paso del tiempo, las mejoras que ha aportado la industria implantológica, como la mejora de la superficies, la aparición de nuevas aleaciones de titanio, las nuevas conexiones internas, etc, ha permitido ir reduciendo el número de implantes con el que soporten las rehabilitaciones fijas de los pacientes. Este cambio ha sucedido debido a la ausencia de un protocolo de actuación que pudiera orientar a los clínicos a la hora de rehabilitar a sus pacientes.

Este vacío de directrices, ha provocado que diferentes autores o escuelas tuvieran diferentes maneras de enfocar un mismo caso. Diferentes pacientes que presentan una situación clínica similar como puede ser un maxilar completamente desdentado, para ser rehabilitados mediante 12 coronas de metal porcelana, podían retenerse en un caso sobre 10 o 12 implantes, y en otro sobre 6, con resultados clínicos similares al cabo de x años. De hecho cada enfoque clínico va a tener unas ventajas y unas desventajas:

Si miramos la opción 1, donde se colocan 10 implantes para 12 coronas, se trataría de reponer prácticamente una corona con cada implante. La principal ventaja que va a tener este enfoque, sería una distribución óptima de las fuerzas oclusales(145-147)

El hecho de utilizar prácticamente un implante por corona, se podría decir que este enfoque clínico se relaciona con los principios de la implantología, donde la superficie (lisa) de estos implantes otorgaban porcentajes de supervivencia de entorno al 90%, especialmente en huesos tipos IV. Además, la forma inicial que tenían estos implantes era cilíndrica, lo que le aportaba una pobre estabilidad primaria, que se trataba de compensar a base de aumentar la longitud de los mismos, así como buscar anclajes bicorticales. Dichos resultados, llevaban al clínico a aumentar el número de implantes para realizar una prótesis fija implantoportada, debido a una falta de

confianza de la osteointegración de los implantes, y a tener diferentes alternativas en el caso de que uno o varios de estos fracasaran.

Otra de las razones que llevaban a los clínicos a aumentar el número de implantes era el tipo de conexión que se iniciaba inicialmente, que era de tipo “externo”, lo que facilitaba que se produjeran aflojamientos con relativa frecuencia, especialmente cuando estos eran coronas unitarias, y a medida que esto se aumentaban en número y se ferulizaban entre ellos, disminuían dichos aflojamientos.

También existen desventajas inherentes a la colocación de un número elevado de implantes. En primer lugar no existen muchas alternativas de localizaciones donde se puedan elegir colocar los implantes, ya que debe de ponerse un implante donde irá cada corona. También existe un problema de espacio, ya que los implantes tienen que ir muy juntos, y en ocasiones no es posible separar los implantes al menos los 3 mm necesarios para mantener la integridad del hueso interimplantario (148). Mediante este enfoque, existen diferentes posibilidades a la hora de confeccionar la prótesis, donde podría realizarse una estructurada única a modo de “herradura”, o podría hacerse de manera sectorial, lo que permitiría modificar la prótesis en un futuro de manera incluso individual, si las coronas fueran unitarias.

Además, la proximidad de estos implantes, dificulta el mantenimiento de la higiene interproximal por parte del paciente. Y probablemente la mayor desventaja que encuentre el paciente es el coste de la misma, que aumenta en función que se añaden implantes a la rehabilitación.

El otro enfoque posible, consistente en utilizar los mínimos implantes posibles para rehabilitar a un paciente completamente desdentado serían 6 implantes, que en esta época parece la mínima cantidad de implantes que parece necesaria para soportar una rehabilitación de 12 coronas, rehabilitando de primer molar a primer molar. Para este cometido, existen diferentes alternativas donde colocar los implantes. Estas distribuciones, a diferencia del apartado anterior, donde al utilizar 10-12 implantes, estos tienen que ceñirse a la posición de la futura corona. La colocación de los implantes suelen variar de posiciones 6-4-3-3-4-6, ó 6-3-1-1-3-6, en función de diferentes factores del diagnóstico previo.

En este caso, las posibilidades de sectorizar la prótesis disminuyen, pudiendo realizarse en 1, 2 ó 3 tramos a los sumo. Aquí se abre un amplio debate acerca del reparto de las cargas al unir la prótesis en uno o varios tramos. En estos casos, la principal desventaja de utilizar menos implantes, sería una mayor carga de cada implante, y la presencia de tramos pónico de mayor longitud, sin pilares de soporte. En estos casos la sobrecarga de los implantes, y los diferentes módulos de flexión de la cerámica y el metal, podrían provocar la fractura de estos.

Sin embargo, las ventajas que presenta el uso de un menor número de implantes, radicaría principalmente en tres:

- Mayor alternativa a la hora de seleccionar localizaciones donde colocar los implantes; si tenemos que colocar un implante a la altura de los futuros dos premolares, y uno de ellos presenta un defecto óseo, podremos elegir la otra que no presenta dicho defecto, evitando así tener que regenerar dicho defecto, disminuyendo los costes, y mejorando el postoperatorio del paciente
- Espacio mayor entre implantes. El hecho de no tener que colocar implantes en posiciones adyacentes, nos garantiza la posibilidad de dejar troneras higienizables por parte del paciente, y evita pérdidas óseas de implantes muy próximos. Además, cuando uno de estos implantes adyacente, desarrolla un proceso de periimplantitis, en muchas ocasiones terminan afectándose ambos dos.
- Menor coste del tratamiento. El hecho de reducir el número de implantes de nuestra rehabilitación, repercute directamente en el presupuesto de nuestro pacientes, siendo mucho más económico.

Como hemos comentado anteriormente, el uso de un mínimo de 6 implantes para la realización de una prótesis fija, se trata de una percepción clínica. No existen estudios que muestren que una rehabilitación sobre 12 implantes no pudiera estar correctamente soportada por 5 implantes. De hecho, Maló utiliza una técnica denominada "all on four", donde la rehabilitación se encuentra soportada por sólo 4 implantes, aunque la prótesis no es de metal porcelana, sino tipo "híbrida", y al ser de resina, su comportamiento biomecánico es diferente (48,49).

La elección del número de implantes para la confección de cada prótesis, no debe generalizarse, y debería individualizarse a las necesidades de cada paciente. La planificación del número de implantes será mayor en función del tamaño de los maxilares, de los dientes, de las fuerzas oclusales que generará cada paciente, o de situaciones tales como casos de carga inmediata o implantes inmediatos con carga inmediata, donde se podría justificar la búsqueda de un mejor soporte del provisional inmediato, sobre todo cuando sean casos además de implantes inmediatos, donde estos se colocan en alveolos que no permiten un completo contacto inicial hueso-implante.

No sólo no existen protocolos acerca del número de implantes necesarios para la realización de una prótesis fija implanto-soportada, sino que tampoco existe consenso acerca de la longitud del implante necesaria para que este sea viable a largo plazo para soportar una corona.

Inicialmente, esto estaba condicionado principalmente por el tipo de hueso que existiera en relación a su calidad. Así como en la zona anterior de la mandíbula, nos solemos encontrar con hueso duros, de calidad I-II, que permiten una adecuada estabilidad primaria, en la zona posterior del maxilar suele existir lo que se conoce como hueso blando, de calidad III-IV, donde resulta menos frecuente conseguir una adecuada estabilidad primaria del implante. Para resolver estos problemas de estabilidad, se recurría a la utilización de implantes de gran longitud, ya que la forma cilíndrica de los mismos no permitía un correcto anclaje con implantes de una longitud menor. Además se buscaba el anclaje bicortical para lograr ese propósito. El problema residía cuando los implantes debían colocarse en la zona posterior del maxilar, donde la calidad ósea era tipo IV, y la disponibilidad ósea desde la cresta ósea hasta la cortical era inferior a la longitud de lo que se había considerado un implante de longitud reducida, que en esa época rondaba los 12 mm. Para solventar este problema, se realizaba una técnica de regeneración del seno maxilar, denominada elevación de seno abierta o lateral, que consistía en realizar un acceso lateral al mismo, despegar la membrana de Schneider que lo tapiza, e introducir un biomaterial, o en este caso hueso autólogo del paciente, procedente normalmente de la cresta ilíaca.

El uso de la técnica de elevación de seno abierta, propuesta por los autores Boyne & James o Tatum a mediados de los años ochenta, se convirtió en la técnica establecida como estándar para regenerar hueso en el seno maxilar, cuando la

disponibilidad ósea vertical desde la cresta ósea a la cortical del suelo del seno no era de al menos 12 mm, que permitiera la colocación de un implante de al menos esta longitud. Tras revisar la literatura científica existente, no se han encontrado estudios que demuestren una longitud mínima de implante necesaria para el éxito de dicho implante a largo plazo, así como tampoco existe evidencia científica del número de implantes necesarios para la rehabilitación de una arcada completa. Esto es debido principalmente a la dificultad existente para la realización de dicho estudio, ya que no resultaría ético elaborar una prótesis fija sobre un número de implantes inferior a 4 ó 5, que es lo que hoy por hoy consideramos que son los mínimos implantes necesarios para una correcta biomecánica.

Hoy por hoy, existe una tendencia a realizar tratamientos menos invasivos. La cirugía guiada por ordenador, los implantes colocados de manera transmucosa, o los implantes colocados mediante osteotomos son una muestra de ello. Estos últimos revolucionaron el manejo del sector posterior del maxilar. En la primera década desde que Summers publicó sus artículos donde colocaba implantes en la misma cirugía que elevaba el suelo del seno mediante osteotomos, se proponía el uso de un biomaterial que se añadía al lecho del implante. Inicialmente, Summers incorporaba el biomaterial si quería ganar más de 2 mm de hueso al suelo del seno, y lo incorporaba a la preparación antes de comenzar a fracturar la cortical del suelo del seno, argumentando que según la ley de Pascal, la presión sobre dicho material y los fluidos existentes, favorecerían la fractura de la misma, así como ayudaría al despegamiento de la membrana de Schneider que tapiza el seno (51-53). En el año 2001, Cavicchia propone invertir este orden, de manera que primero el autor fracturaría el suelo del seno, y, tras comprobar la integridad de la membrana sinusal, incorporaría el biomaterial y lo compactaría suavemente con el mismo osteotomo con el que ha realizado la fractura para despegar dicha membrana más fácilmente (73). La literatura muestra una supervivencia del 96 al 98% en los implantes colocados mediante la técnica de osteotomos en los dos últimos meta-análisis publicados (55)(54).

A partir de aquí, se han publicado diferentes variantes de la técnica como se han explicado en la introducción, donde se utilizan diferentes accesorios para elevar la membrana de Schneider, como balones hinchables, cucharillas, etc, desde la preparación crestal, para preparar el espacio que albergará el material de regeneración. Otra maniobra que se repite en algunas técnicas es la de una vez se ha realizado la

fractura de la cortical del suelo del seno, se introducen esponjitas hemostáticas, o cualquier elemento de colágeno, o celulosa de reabsorción rápida, que separen el ápice del implante de la membrana del seno, o incluso antes de introducir el material de regeneración para que los bordes afilados de las partículas del mismo pudieran desgarrar dicha membrana (76,80,81).

En el año 2006, Nedir publicó un estudio prospectivo donde colocaba implantes de superficie SLA® de 10 milímetros donde tenía una disponibilidad ósea inicial máxima de 6 milímetros mediante osteotomos, pero con la diferencia de que no introducía material de regeneración alguno. Los resultados al año mostraron un 100% de supervivencia de los mismos, ninguna complicación de tipo biológica, salvo que un implante rotó, y se alargó su tiempo de osteointegración, logrando su objetivo meses después. Cuando la membrana era perforada durante la colocación del implante, se colocaba uno de longitud 8 milímetros para evitar que el ápice de este se colara en la luz del seno. El dato más importante de este estudio fue que los 4 últimos milímetros del seno que inicialmente se encontraban apicales a la cortical del suelo del seno, “sujetando” la membrana de Schneider, se habían cubierto de hueso de manera “espontánea” (58,60,149). Posteriormente publicó otro artículo donde mostraba que la supervivencia de estos implantes, seguía siendo del 100%, y que el hueso que se había formado de manera espontánea permanecía estable, libre de “slumping”.

Esta formación espontánea puede explicarse debido a que al despegar la membrana del seno con los osteotomos, e introducir el implante, el ápice del mismo sujetaría dicha membrana, y el espacio residual que quedara entre el implante y la membrana, lo rellenaría un coágulo de sangre que sería colonizado por los osteoblastos de las paredes óseas adyacentes, transformándose en hueso radiográficamente visible ya a los 3-6 meses. A este fenómeno se le conoce como “tienda de campaña”.

Además, este hueso permanece estable con el paso del tiempo, a diferencia de cuando se introduce un biomaterial, como en la técnica abierta, que tiene una marcada reabsorción (slumping), lo que se conoce como re-neumatización del seno maxilar. Kirmeier mediante un estudio de haz de cono, muestra ya una reabsorción del 26% del biomaterial colocado a los 6 meses de la cirugía (150). Otro estudio de 10 años de seguimiento sobre la re-neumatización del seno publicada por Hatano, divide los

implantes una vez colocados en senos regenerados en tres grupos, en función de la relación del nivel de la nueva cortical del suelo del seno formada tras la elevación de seno abierta y el ápice del implante. En el grupo I, la cortical del suelo del seno se encuentra apical al ápice del implante, en el grupo II, ambas coinciden, y en el grupo III, el ápice del implante está apical a dicha cortical. Inicialmente, el grupo I es ampliamente mayoritario, más de un 95%, no existiendo diferencias entre el grupo II y III. Con el paso de los meses, el grupo I va disminuyendo en beneficio del grupo II y sobre todo del grupo III. A los 6 años, el grupo I ha desaparecido completamente, y a los 9 años, la proporción inicial se invierte, siendo el grupo III ampliamente mayor que el resto, alrededor de un 75-80%, y aproximadamente un 20% para el grupo II (131).

Esto plantea el dilema de la necesidad de introducir grandes cantidades de biomaterial durante la elevación del seno abierta, o incluso a plantearse la necesidad de introducir biomaterial, viendo los excelentes resultados de los estudios donde no se utiliza. La pregunta que se plantea es a partir de qué disponibilidad ósea al suelo del seno podría colocar implantes sin maniobras de regeneración del seno, o cuando introducir biomateriales en el interior del seno, con la posibilidad de desgarrar la membrana del seno, o que este biomaterial pudiera desgarrar dicha membrana o colarse al interior del seno, pudiendo provocar sinusitis agudas o crónicas.

Revisando la literatura existente, Alan Winter publicó un artículo en el año 2001, donde colocaba implantes en localizaciones con disponibilidad ósea con un rango de 0,6 a 4 mm, presentando una supervivencia del 91,2% (31). Este es el artículo donde la disponibilidad ósea es menor, inferior a 1 mm, probablemente por eso los resultados son menores a los de Schmidlin, donde su rango es sensiblemente mayor, de 3,5 a 6 mm, con una supervivencia del 100% de los implantes colocados. En ambos artículos no se utiliza materiales de regeneración (30).

Parece que existe una tendencia en los últimos años a utilizar materiales de regeneración. Cricchio presenta un estudio donde al realizar una elevación de seno con un acceso lateral, sutura la membrana de Schneider para mantenerla elevada y fomentar que el espacio hueco conseguido se rellene con un coágulo de sangre y con el tiempo, el organismo lo transforme en hueso (151). Muestra resultados de supervivencia del 98% a los 6 años.

Otro enfoque es la de evitar el uso de biomaterial particulado que pudiera perforar o desgarrar la membrana del seno, utilizando membranas o esponjas reabsorbibles que hagan de tope para mantener elevada la membrana sinusal. El problema es que estos materiales tienen tasas de reabsorción más rápida que la velocidad de formación de hueso por parte del organismo, perdiendo parte de la altura lograda inicialmente (152).

Aunque Nedir ha sido uno de los autores a los que se le relaciona con la colocación de implantes en la misma cirugía de elevación de seno con osteotomos sin el uso de biomateriales de regeneración, Fugazzotto en el año 2002 publicó una técnica donde tras elevar un colgajo mucoperióstico realizaba una preparación mediante una trefina hasta 1 milímetro de la cortical del suelo del seno; posteriormente, con un osteotomo calibrado con la trefina, fractura y desplaza el núcleo óseo delimitado por la trefina, y finalmente colocaba un implante autorroscante de forma cilíndrica (79,153). La fórmula que utiliza el autor para valorar la disponibilidad ósea mínima con la que se puede hacer la técnica, y elegir la longitud adecuada de implante, es $2x-2$, donde la "x" es la disponibilidad ósea desde la cortical del suelo del seno a la cresta ósea. De esta manera, mediante esta fórmula la longitud mínima con la que podría colocarse un implante utilizando esta técnica, serían 4 milímetros, y el implante a colocar sería de 6 milímetros de longitud.

Probablemente esta limitación esté relacionada con la forma del implante utilizada en este estudio, ya que es cilíndrica, y resulta difícil adquirir una correcta estabilidad primaria con un implante de 6 milímetros.

En los últimos años, existe una tendencia por parte de las casas comerciales a fabricar una nueva línea de producto con implantes de forma cónica, ya que los estudios publicados han demostrado que con los implantes de esta forma, se obtiene una mejor estabilidad primaria que utilizando los implantes cilíndricos (70). El hecho de mejorar la estabilidad primaria permite abordar tratamientos con un mejor pronóstico, ya que se ha demostrado que es un requisito fundamental para la osteointegración de los mismos (154). Además favorece la realización de provisionales de carga inmediata, donde dicha estabilidad primaria también se antoja imprescindible.

Además del diseño cónico de los implantes, la industria ha mejorado el diseño de sus implantes modificando otras partes del implante, disminuyendo el paso de rosca, es

decir una distancia entre espiras menor, o la forma de dichas espiras, con ángulos de unos 25 grados, para que aumentara la capacidad autorroscante de los mismos.

Todas estas mejoras, permiten conseguir una mejor estabilidad primaria en huesos de calidad tipo IV, o en zonas con una disponibilidad ósea reducida, como el sector posterior del maxilar, donde coinciden ambas situaciones. Hasta hace poco tiempo, la menor disponibilidad ósea en la que la literatura avalaba la colocación de implantes en la región posterior del maxilar, limitadas por el seno maxilar era de 4 milímetros (29). Con 4 o más milímetros se podían colocar implantes en el mismo momento de realizar la elevación del suelo del seno con osteotomías, y con 3 milímetros o menos, la supervivencia de los mismos era menor de manera estadísticamente significativa. Pero como hemos comentado, los implantes utilizados eran de forma cilíndrica, y la posibilidad de conseguir una correcta estabilidad primaria para el éxito de los implantes era complicada con menos de 4 milímetros.

Para mejorar estos resultados, se utilizan técnicas de infrafresado, donde el diámetro de la preparación preparada es inferior al diámetro del implante. En condiciones normales, el diámetro del lecho que se prepara con el fresado es igual al diámetro del núcleo del implante, y son las propias espiras y el efecto autorroscante al colocar el implante el que dan la estabilidad primaria al implante. Al preparar un lecho con un diámetro menor al núcleo del implante, por una parte aumentará la estabilidad inicial del implante, y además cuando con frecuencia nos encontramos con hueso tipo III o IV, nos permitirá su compactación, para mejorar este parámetro.

La justificación del uso de estos osteotomías de diámetro inferior al del implante, es la de no ampliar el diámetro de la preparación para que el implante tenga la máxima estabilidad primaria posible. A diferencia de la técnica modificada de Summers, se pretende usar el osteotomo de mayor diámetro posible para minimizar el riesgo de desgarro de la membrana de Schneider cuando se fracture la cortical del suelo del seno, ya que sólo existirá 1 mm de hueso entre la punta del osteotomo y la membrana de Schneider. Sin embargo, cuando utilizamos la técnica de la trefina, el objetivo del osteotomo es empujar ese cilindro óseo demarcado por la fresa hueca. Dicho cilindro óseo será el que fracture la cortical del suelo del seno sin ensanchar el

lecho implantario creado por la trefina, al contrario que en la técnica de Summers modificada, donde el osteotomo de mayor diámetro posible será el que fracture la cortical del seno, mediante su punta activa cóncava “cortante”.

La técnica propuesta por Fugazzotto, utiliza una fresa trefina de 3 milímetros para implantes de 3,75 milímetros, y cuando el implante tiene un diámetro de 4,1 milímetros, el diámetro de la preparación se aumenta a 3,5 milímetros. Con esto el autor consigue una tasa de supervivencia de los implantes colocados del 98% (79).

Este estudio muestra una supervivencia de los 30 implantes colocados de un 100% a los 18 meses de seguimiento. Estos resultados coinciden con los publicados por Schmidlin, donde muestra un 100% de éxito en los implantes colocados en una disponibilidad de 3 a 6 milímetros (30). En nuestro estudio se han colocado implantes en localizaciones con menor disponibilidad ósea, en ocasiones inferior a 2 milímetros. Probablemente, la técnica de infra-fresado utilizada permite conseguir valores de estabilidad primaria correctos para la osteointegración de los mismos.

La supervivencia a largo plazo de los mismos es desconocida, ya que no existen estudios que valoren este parámetro. La cantidad media de implante en contacto con hueso es de 3,69 mm, lo que pudiera ser comparado con implantes denominados cortos. Existen varios artículos que avalan la utilización de implantes de longitud reducida, menores a 8 mm (42,57,155). Rossi en el año 2010 ha publicado un estudio donde hace un seguimiento de 24 meses a implantes colocados en el sector posterior del maxilar para reponer un diente posterior de manera unitaria, con una supervivencia del 95%, los cuales fueron perdidos antes de ser cargados (156). Esto implica que el fracaso de los mismos no fueron por sobrecarga, sino porque no llegaron a osteointegrarse. Los implantes utilizados eran de forma cilíndrica y no cónica.

Strietzel ha publicado un estudio donde no encontró diferencias en los implantes colocados independientemente de su longitud, con un rango de 9 a 13 milímetros (43)(BIBLIO).

Nedir, en otro estudio prospectivo donde realiza un seguimiento a 528 implantes, donde no encuentra diferencias en la supervivencia de los implantes en función de su longitud, en un seguimiento de 1 a 7 años (57). Estos resultados coinciden con los presentados por Bruggenkate, donde tras seguir 7 años 253 implantes de 6 milímetros, no encuentra diferencia en términos de supervivencia con implantes de longitud mayor (157).

Otro aspecto que ha generado controversia durante muchos años es la relación implante - corona que puede tolerar el implante en cuanto a resistencia biomecánica se refiere. Hace años con el uso de implantes de superficie lisa, donde el contacto hueso – implante era significativamente menor, el riesgo de poder perder el implante osteointegrado por tener un relación implante corona superior a 1:1 . Otro problema que podía observarse cuando se superaba la relación 1:1 era a nivel biomecánico. Inicialmente las conexiones que se utilizaban eran denominadas externas, por lo que la restauración tenía una menor retención, y el tornillo que apretaba bien el pilar, o bien la corona, soportaban gran parte de la carga biomecánica. Por esta razón se diseñaron tornillos de oro que tenían una capacidad elástica mayor, y reducían el número de fracturas de los mismos. En los últimos años se utilizan implantes con otro tipo de conexión, la denominada conexión interna, que permite que la mayor parte de las cargas biomecánicas se repartan en el cuello del implante así como en el pilar, y menos en los tornillos, disminuyendo así las tasas de aflojamiento y fractura de estos.

Blanes en el año 2007 publicó un estudio prospectivo donde evalúa diferentes características de implantes cargados y funcionamiento durante 10 años. Uno de los datos más relevantes de este estudio es que relaciones implante – corona de 1:3 no provocaron aflojamiento o fracturas de los componentes protésicos, ni comprometieron la osteointegración del implante (158,159). Los resultados de nuestro estudio han mostrado que una vez la oclusión está ajustada de manera correcta, ninguna de las coronas se volvió a aflojar, ni el tornillo de la corona al pilar, ni el del pilar a la corona. Estos resultados podrían deberse al tipo de conexión del implante utilizado. La conexión de este implante es una conexión interna “tube in tube[®]”, la cual ha demostrado tener una de las tasas de aflojamiento más baja de los sistemas de implantes utilizados (160).

Los resultados de este estudio mostraron una tasa de supervivencia del 100% a los 18 meses de seguimiento, es decir, los 32 implantes se osteointegraron de manera

satisfactoria. Si lo comparamos con el estudio más parecido y reciente que es el publicado por Nedir en 2012, los resultados de este estudio son similares, ya que este autor pierde dos implantes en el grupo que incorpora material de injerto, pero no en el grupo de sin relleno. Una de las razones por la que el autor puede perder estos implantes es que la disponibilidad ósea inicial de la que parte es de menos de 1 mm y de menos de dos milímetros, lo que dificulta la estabilidad de una correcta estabilidad primaria (149).

La longitud de los 32 implantes colocados fue de 9 milímetros, debido a la disponibilidad ósea inicial siempre inferior a 5 milímetros, se quiso reducir la incidencia de desgarros de la membrana de Schneider, utilizando la longitud de implante mínima que dispone el sistema de implantes Camlog®.

En cuanto al diámetro del implante colocado, el más utilizado fue el de 5 milímetros, que se utilizó en el 26 de los 32 casos (81,3%), y en 6 de los casos fueron implantes de 4,3 mm de diámetro (18,7%). Esto principalmente es debido a que en la mayoría de los casos los dientes a rehabilitar eran molares, y en menor número de veces premolares. Sabemos por los estudios de Hirschfield y Mcfall, que los primeros dientes en perderse por Enfermedad Periodontal son los primeros y los segundos molares superiores. Estos resultados son similares a los descritos por Nedir(1,2,60). No es frecuente observar en los estudios el tipo de diente restaurado con los implantes colocados.

Además, la extensión del seno maxilar hacia mesial suele ser hasta el segundo premolar o el primer molar superior, con lo que tras la pérdida de los dientes, y la posterior neumatización del seno maxilar, suele en ocasiones provocar la necesidad de realizar alguna técnica de regeneración del seno maxilar para aumentar la disponibilidad ósea apico-coronal de la cresta ósea al suelo del seno maxilar, para la colocación de implantes. Por estas razones, los dientes rehabilitados con esta técnica han sido principalmente segundos premolares, y primeros y segundos molares.

En cuanto al tipo de corona que se colocó, 17 casos (53,2%) fueron rehabilitaciones atornilladas, y 15 (46,8%) fueron cementadas. La elección del tipo de corona dependió principalmente del criterio del clínico y del espacio protético

disponible. Esto último condiciona las alternativas restauradoras, ya que los pilares para atornillar tienen una altura mínima no reducible en altura por parte del protésico, ya que perdería retención al reducir la rosca interna del mismo. Por esta razón, cuando no existe una altura protética suficiente para la colocación de un pilar y una prótesis para atornillar, la elección será la de restauración cementada. Estos casos son principalmente situaciones de brechas desdentadas de larga evolución, donde los dientes antagonistas se han extruido, reduciendo dicho espacio protético, y obligando a la realización de coronas cementadas sobre implantes.

Para rehabilitar este o estos dientes, se optó por la utilización de implantes del diámetro más favorable para cada diente, a favor del perfil de emergencia más favorable para cada restauración, y así la plataforma del implante y el diente a restaurar fueran los más compatible posible. Cuando el diente a rehabilitar fue un premolar, se optó por la utilización de 4,3 milímetros de diámetro, y si era un molar se utilizó un implante de 5 mm de diámetro, siempre que la anchura de la cresta lo permitiera.

Lo más significativo de este estudio fue la formación espontánea de hueso alrededor del ápice del implante tras el paso de los meses. En los primeros 6 meses ya es apreciable radiográficamente la nueva formación ósea. Con el paso de los meses, y a mineralización progresiva de nuevo hueso formado, permiten que a los 18 meses, el hueso formado sea medible claramente en las radiografías, apreciándose una nueva cortical del suelo del seno, y al mismo tiempo, la desaparición de la previa. La aparición de una nueva cortical del suelo del seno, y su posterior estabilización, muestra la estabilidad del nuevo hueso formado con el paso de los meses, a diferencia de cuando se utilizan materiales de injerto, donde se observa una desaparición radiográfica del mismo del 26% ya a los 6 meses (150). Estos resultados son similares a los presentados por Nedir en el año 2012, donde no sólo no pierde el hueso formado, sino que además este hueso se mineraliza progresivamente en el tiempo (149).

La formación ósea media obtenida es de 3,89 mm, que es similar a los 3,9 mm obtenidos en el estudio de Nedir del año 2012. Si miramos las diferencias en formación en el aspecto mesial y distal del ápice del implante, se observa que en Mesial, la formación media es de 4 mm y en la distal de 3,67 mm, diferencia que es estadísticamente significativa. Probablemente debido a que el mayor número de

implantes se colocan en la zona mesial del seno maxilar, próximos a la pared mesial del mismo, podría favorecer una mayor aportación de osteoblastos, así como una mayor facilidad para que el coágulo óseo se estabilice a nivel apical.

La diferencia en cuanto a formación ósea producida en un caso u otro podrían depender de diferentes factores:

- Disponibilidad ósea inicial:

Se ha observado que la disponibilidad ósea inicial repercute en la cantidad de hueso formado con el paso del tiempo tras la realización de un procedimiento de elevación del suelo del seno maxilar (130)(54). En nuestro estudio se ha podido comprobar estos datos, ya que cuanto mayor era dicha disponibilidad ósea inicial, mayor era a posteriori la formación ósea espontánea obtenida.

La disponibilidad ósea inicial media, medida desde el centro del futuro lecho del implante, fue de 3,69 mm, en un rango de 2 a 5 mm. Se estableció una disponibilidad ósea máxima de 5 mm, ya que por encima de esta distancia son numerosos los estudios realizados, para realizar elevaciones de seno mediante acceso lateral o con osteotomías, con resultados similares (55). Eso es extensible también a 4 mm (29). Sin embargo, por debajo de 4 mm existen muy pocos trabajos que valoren la supervivencia de estos, y ninguno que evalúe la formación de hueso obtenida, o comente algo al respecto. Uno de los estudios más representativos acerca de este tema es el trabajo presentado por Nedir en el año 2006, su posterior revisión a los 3 años confirmando la estabilidad de los resultados obtenidos, y el último publicado en 2012 donde compara la ganancia ósea obtenido comparando dos grupo en los que en uno se utiliza biomaterial de relleno y en el otro no (58,60,149).

La disponibilidad ósea inicial media medida en mesial y distal una vez colocado el implante, varía ligeramente, a 3,87 en mesial y 3,84 en distal. Un problema que podríamos tener al realizar las mediciones es que al tomar como referencia desde el punto de contacto implante – cresta ósea, es que al conectar el pilar y la prótesis, dependiendo de diferentes biotipos gingivales, podemos tener una reabsorción ósea fisiológica por anchura biológica, que dependerá y variará entre diferentes individuos, como demostró la escuela de Gotemburgo encabezada por Abrahamsson (161,162).

Para reducir la posibilidad de que nuestro punto de referencia varíe, tomamos una referencia estable a largo plazo, libre de modificaciones biológicas, como es el hombro del implante (HI). Esta referencia será la más estable porque no se verá afectada por una posible remodelación ósea.

Se realizaron las mediciones desde el HI, hasta la cortical del suelo del seno inicial (CS1), y a los 18 meses, se midió la distancia desde HI hasta la nueva cortical del suelo del seno (CS2). Si restamos estas dos distancias obtendremos la cantidad de nuevo hueso formado en sentido vertical.

La distancia media desde HI a CS1 fue de 4,29 en mesial, y 4,45 en distal. La diferencia entre esta y la disponibilidad ósea inicial, es de aproximadamente 0,7 mm de media, que es la distancia que equivaldría al suma del tamaño del cuello pulido del implante, 0,7 mm y el resto equivaldría a procesos más acentuados de remodelación ósea fisiológica por anchura biológica, que son de cerca de 1 milímetro. Estos resultados coinciden con los presentados por Becker y cols, donde además utiliza el mismo sistema de implantes de este estudio (163).

- Desgarro de la membrana de Schneider:

Para disminuir el riesgo de desgarro de la membrana del seno, se utilizaron casi siempre implantes de 9 milímetros, que son los implantes más cortos que tenía el sistema de implantes Camlog® en ese momento. La elasticidad media de la membrana de Schneider está estimada en unos 5 milímetros según el estudio publicado por Engelke en el año 1997, donde observó la elasticidad de la membrana de Schneider durante procedimientos de elevación de seno mediante técnica endoscópica (164,165). Estos resultados coinciden con los publicados por Reiser en un estudio sobre cadáveres. En este estudio in vitro se observaba la tolerancia al desgarro de la membrana natural durante la técnica de elevación del suelo del seno del cadáver con osteotomos (166). De los 25 casos estudiados, se observó el desgarro de la membrana en 6 casos (24%), de las cuales, en función del tamaño de las mismas, sólo en 3 de ellas (12%) se considerarían graves, y su única contraindicación sería la de colocación de biomateriales para la regeneración del seno, pero en ningún caso contraindicaría la colocación de los

implantes. Esto se debe a que ha que se ha demostrado que no existen diferencias en términos de supervivencia de implantes el hecho de colocar implantes cuando se ha perforado la membrana.

En nuestro estudio se obtuvieron una tasa de desgarro de la membrana de Schneider del 19,3% que se valoró realizando la maniobra de Valsalva. Esto significa que en 6 de 31 casos la maniobra de Valsalva fue positiva. En uno de los casos, este valor se perdió esta información, y no se anotó en la tabla de datos, por lo que en cuanto al tamaño muestral de los desgarros de la membrana sinusal es de 31 en lugar de 32. La tasa de desgarro de la membrana de Schneider obtenida en este estudio, es significativamente superior a los resultados publicados en la literatura de alrededor de un 4% respecto al 19,3% obtenida en nuestro estudio (55). Esto puede explicarse debido a que la disponibilidad ósea media con la que se partía en este estudio era de 3,69 mm, a diferencia de los otros estudios publicados, que es de unos 6 milímetros (55). Además, el rango de disponibilidad ósea inicial oscila de 2 a 5 mm. El único estudio encontrado en literatura publicada donde la disponibilidad ósea es tan limitada es el estudio de Alan Winter, donde el rango es de 0,6 a 4 mm, con una disponibilidad ósea media de 2,87 mm (31). Otro estudio de diseño similar es el de Schmidlin, donde coloca implantes en zona de disponibilidad ósea reducida al seno, donde existe un rango de 3,5 a 6,5 mm con una media de 5 mm. En este estudio se obtiene una supervivencia del 100% de los 24 implantes colocados, resultados similares a los obtenidos en nuestro trabajo, aunque la disponibilidad ósea inicial es sensiblemente superior. En ambos trabajos mencionados no hacen referencia a la presencia de desgarro de membrana de Schneider.

La tasa de desgarro de la membrana encontrada en este estudio es equiparable a la encontrada en las técnicas de elevación del suelo del seno mediante abordaje lateral. La diferencia más importante es que en esa técnica, la aparición de un desgarro de más de 4 mm puede imposibilitar la finalización de la técnica de regeneración sinusal, ya que las partículas de biomaterial introducidas podrían “colarse” a través de la membrana desgarrada, pudiendo originar complicaciones infecciosas tipo sinusitis o la obliteración del ostium, impidiendo el drenaje natural del seno maxilar.

Lógicamente, cuanto menor sea la disponibilidad ósea inicial, mayor será la superficie de membrana que habrá que elevar, aumentando el riesgo de desgarro. Pero

por lo general, en la mayoría de los artículos revisados no se encuentran publicados este dato.

El hecho de que la maniobra de Valsalva de negativo no significa necesariamente que no exista un desgarro de la membrana, ya que este puede existir, pero por su tamaño puede que no se interprete como positivo, como quedó demostrado mediante técnica endoscópica (164,165).

- Técnica utilizada:

En los estudios revisados, la técnica utilizada mayoritariamente es la de Summers modificada o la de Cavicchia, donde además de partir con una disponibilidad ósea mayor, solamente se eleva el milímetro de hueso residual que queda entre la parte más apical del fresado y la cortical del suelo del seno, que será la que se fracture y eleve. En la técnica utilizada en nuestro estudio, se utiliza una trefina que define el cilindro o núcleo óseo que posteriormente se desplazará hacia el interior del seno. Este cilindro tendrá un rango de 2 a 4 milímetro, en función de la disponibilidad ósea existente. Esta distancia se sumará a la cantidad de implante que quede entre el punto de contacto hueso - implante más apical y el ápice del implante (73).

Otro factor que influye en el desgarro de la membrana es la diferencia de grosores de membrana sinusal que puede encontrarse. Janner en 2011 publica un estudio donde mide mediante tomografía computarizada el grosor de la misma, observando que esta puede variar entre 0,16 y 34,61 milímetros, con un rango de 2,16 a 3,11 milímetros (167). Estas diferencias se pueden deber a características anatómicas o a procesos que pueden engrosar esta membrana, como grandes fumadores, pacientes que hayan tenido sinusitis... De cualquier manera, este dato no fue analizado en este estudio.

Estos son los principales factores descritos en la literatura que podrían explicar la alta tasa de desgarro de la membrana del seno encontrada en este estudio. Aún así, esta tasa de desgarro no tuvo repercusión sobre el porcentaje de supervivencia de los implantes que fue del 100%. Estos resultados coinciden con los publicados por Wallace en 2003, donde no encontraron diferencias estadísticamente significativas en términos

de supervivencia de implantes cuando se colocaron los implantes con o sin perforación de la membrana sinusal (68,138).

Otros factores que pueden influir tanto en la formación ósea apical a los implantes como en el desgarro de la membrana del seno son:

- Forma bidimensional del seno maxilar valorable en radiografía periapical:

La técnica de diagnóstico empleada en este estudio ha sido la radiografía periapical. Esta prueba radiográfica aporta imágenes en 2 dimensiones, y a la hora de valorar el seno maxilar, se está obviando la profundidad del mismo. Este dato es importante para la valoración completa tridimensional del seno maxilar y para la cuantificación del volumen de este, así como del volumen de nuevo hueso formado.

En este estudio no se ha utilizado radiografía tridimensional, ya que cuando se comenzó, no existía el “boom” que existe hoy en día. El hecho de poder realizar el estudio de manera satisfactoria utilizando radiografías periapicales con paralelizadores incluso de manera individualizada, es una práctica que puede ser realizada en la consulta dental, de manera más sencilla, más inocua para el paciente, así como más económica, sin tener que mandar al paciente a un centro de radiodiagnóstico, y evitando tener que hacer del orden a dos o tres tomografías computarizadas, reduciendo el coste total del tratamiento al paciente. No se descarta la ampliación o continuación de este estudio, utilizando radiografía tridimensional en un futuro próximo, ya que obtendríamos la información e la dimensión ausente en este estudio, sobre todo por la incorporación paulatina de dispositivos de imagen tridimensional en las consultas privadas de odontología. Pero al margen de esta mejora, las numerosas ventajas observadas utilizando la técnica de osteotomo y trefina, y apoyándonos de radiografías periapicales, permiten la realización de este tratamiento en el día a día de la consulta con un resultado satisfactorio con el 100% de supervivencia de los implantes revisados a los 18 meses, así como de su restauración.

Al utilizar radiografía convencional, pueden observarse diferentes densidades óseas en el interior del seno maxilar, lo que sugiere diferentes pendientes óseas, o lo que sería lo mismo que no son senos completamente planos. Esto es lo que se refiere a la dimensión oculta para la radiografía bidimensional. Esta dimensión sólo sería valorable de una manera concreta utilizando imagen radiográfica tridimensional como la Tomografía Computarizada, que por lo explicado anteriormente en este estudio no se

realizó , ya que no es necesaria para la ejecución del tratamiento, además de una menor radiación al paciente.

Lo que si puede valorarse es la forma bidimensional del seno maxilar, obviando la tercera dimensión “oculta” mediante radiografía panorámica o periapical. A día de hoy no existen clasificaciones que valoren la forma del seno maxilar desde un punto de vista Bidimensional por lo que a continuación se propone una **Clasificación Bidimensional del Seno Maxilar** en función de la futura localización del implante. Recientemente Chan y cols han propuesto una clasificación desde un punto de vista tridimensional en función de la profundidad que presenta el seno desde la pared vestibular a la pared medial de la fosa nasal (168). Por la facilidad de poder realizar una radiografía periapical en lugar de una tomografía computarizada, proponemos una clasificación del seno desde un enfoque bidimensional. Esta clasificación responde al vacío existente en cuanto a las diferentes formas que presenta el seno maxilar y especialmente con la implicación de la misma en la cirugía de implantes. Esta clasificación pretende adaptar la técnica de trefina y osteotomo a cada caso quirúrgico en función de la relación que tendrá el implante con la zona del seno maxilar donde se coloque, y valorar el comportamiento de la formación de nuevo hueso espontáneo que se produce alrededor del ápice del implante en función de cada caso, valorado desde pruebas radiográficas bidimensionales, fácilmente realizables en todas las clínicas dentales.

En esta clasificación se tendrán en cuenta dos variables:

- La forma **general** del seno maxilar en relación con el implante
- La forma de la pared del **mesial o distal** del seno en relación con el implante.

La forma **general** del seno maxilar en relación con el implante, se ha clasificado en 4 posibles formas en relación a la posición del implante:

- A) El implante se encuentra en la pared Mesial del seno
- B) El implante se encuentra en una zona plana del seno maxilar
- C) El implante se encuentra en la pared Distal del seno
- D) El implante se encuentra en un seno estrecho, delimitado por las paredes mesial y distal en un seno muy estrecho, o por tabiques de Underwood.

La inclinación de la pared del **mesial o distal** del seno en relación con el implante

- 1) La pared del seno en la que se encuentra el implante, tiene una inclinación mayor de 45 grados ($> 45^\circ$).
- 2) La pared del seno en la que se encuentra el implante, tiene una inclinación menor de 45 grados ($< 45^\circ$).
- 3) El implante se encuentra en una zona plana en mesial y distal
- 4) El implante se encuentra en contacto con las paredes mesial y distal de un seno "D"

Cuanto más próximo se encuentre el ápice del implante de una de las paredes del seno maxilar, más predecible y en mayor cantidad será la formación de nuevo hueso alrededor del ápice del implante. Por el contrario, cuanto más alejadas se encuentren las paredes óseas del seno maxilar al ápice del implante, a priori menos predecible será la formación ósea, probablemente en menor cantidad y además la probabilidad de que se produzca un desgarro de la membrana aumentará.

Esto se debe a que al existir menos paredes óseas adyacentes, o encontrarse más alejadas del ápice del implante, favorece el posible desgarro de la membrana sinusal, y la posibilidad de que ésta se colapse contra el implante, disminuyendo o desapareciendo el espacio disponible para esta nueva formación ósea. Además, las paredes óseas de las que migrarán los osteoblastos estarán más alejadas.

De los 32 casos presentados, en 12 de ellos (37,5%) el implante se encontraba en un seno tipo **B** (suelo del seno plano), 8 (25%) se encontraban en un seno tipo **A**, (en contacto con la pared mesial del seno), 4 (12,5%) se encontraban en un seno tipo **C** (en contacto con la pared distal del seno), y 8 (25%) se encontraron en un seno tipo **D** (en contacto con ambas paredes mesial y distal del seno maxilar, o existía la presencia de algún tabique de Underwood que delimitaba el seno maxilar en diferentes compartimentos, y en uno de estos se encontraba el implante.

En un mayor número de casos, la forma del seno ha sido tipo B, es decir, un suelo del seno plano en la localización donde se colocó el implante. Esto podría explicarse, porque normalmente el seno tiene una extensión que va desde el primer, o

más frecuentemente segundo premolar, hasta medial o distal del segundo molar, y normalmente los dientes a reponer eran primeros molares o segundos premolares, por lo que tendrían una mayor distancia tanto a las paredes mesial y distal del seno maxilar.

En 8 casos el implante se colocó en un seno tipo A, donde el implante está en contacto con la pared mesial del seno, zona de segundo premolar o primer molar basándonos en el razonamiento anterior.

En otros 8 casos, el implante se colocó en un seno tipo D, donde el implante se encuentra en un seno estrecho o estrechado por tabiques de Underwood.

En cuatro casos, el implante se colocó en un seno tipo C, donde el implante se encontraba en contacto con la pared distal del seno. Esta localización sería para la rehabilitación de segundos molares, o primeros molares donde existe una amplia zona tuberositaria o en senos estrechos con amplia pared distal.

En cuanto a la inclinación de la pendiente de la pared del seno maxilar en contacto con el implante, en 13 de los 32 casos era mayor o igual a 45 grados. Esta situación podría deberse a una zona desdentada de larga evolución, donde la ausencia de diente y por extensión de ligamento periodontal que ejerza una demanda funcional sobre el hueso, según la ley de Wolff, se producirá una atrofia del mismo por desuso. A su vez, el seno maxilar, y la presión que el aire respirado ejerce sobre el hueso, una fuerza de tipo expansiva, provocará la neumatización del mismo, reduciendo desde un vista clínico la disponibilidad ósea apico-coronal desde la cresta ósea a la cortical del suelo del seno maxilar. Cuando dicha brecha desdentada está al lado de un diente con el periodonto íntegro, puede observarse en ocasiones un desnivel óseo mayor de 45 grados, aunque también depende directamente de la macroanatomía del seno maxilar.

Por el contrario, a veces el seno es homogéneo, y el maxilar es corto en altura, lo que permite ver en ocasiones los ápices y en ocasiones una parte importante de la raíz de molares y premolares en el interior del seno. Lógicamente, cuando se produzca la Exodoncia de los mismos, y su posterior reabsorción fisiológica, la disponibilidad ósea será reducida, así como las pendientes de las paredes óseas del seno maxilar, sobre todo

en las zonas de los dientes extraídos no serán excesivamente inclinadas. En este estudio se observaron 6 casos cuya pendiente de la pared ósea del seno era menor a 45 grados .

Siguiendo el razonamiento anterior, cuando el implante se va a colocar en una zona alejada de las paredes mesial y distal del seno, con frecuencia nos encontramos una anatomía plana del seno, donde el implante no está en contacto con ninguna de las paredes del seno maxilar. En este estudio fueron 12 los casos que se observaron que presentaban dicha situación.

Por último, se observó un solo caso en este estudio donde el implante se colocó en una localización de seno estrecho, en este caso delimitado por la pared mesial del seno, y por un septum que delimitaba una “caja estrecha” donde el implante estaba en contacto con ambas paredes. La formación del fenómeno tienda de campaña es mucho más predecible, así como la formación de hueso. En este caso, se observó una formación de hueso espontánea de 2 milímetros apical al ápice del implante, siendo uno de los casos con mayor ganancia ósea.

Los índices de placa y sangrado estudiados, no tuvieron cambios significativos a lo largo de los 18 meses del estudio. Esto se debe a que el primer índice de placa y sangrado fue tomado tras el tratamiento periodontal y las instrucciones de higiene oral.

En este aspecto, en cada visita del paciente se insistía en el control de la placa bacteriana y la importancia para el correcto mantenimiento de los dientes y de los implantes en el tiempo. Por esta razón, una vez los pacientes eran educados, mantuvieron unos índices de placa y sangrado inferiores al 15% durante todo el estudio

Lo más significativo de este estudio es la ganancia ósea conseguida a los 18 meses de seguimiento desde la colocación de un implante utilizando la técnica de trefina y osteotomo. En todos los casos se observó la formación de una nueva cortical equivalente a un nuevo suelo del seno maxilar en la zona donde se colocó el implante. El caso donde menor fue la ganancia, ésta fue de 1,5 mm, y en el caso donde más formación ósea se observó fue de 6,75 mm. En 8 de los casos se observó incluso una formación de hueso apical al ápice del implante de entre 1 y 2 mm. En el 37,5% (12) de los casos, la formación de la nueva cortical del suelo del seno llegó al nivel del ápice del

implante, o incluso fue apical a éste, y en el 65,6% (21) de ellos la distancia entre el ápice del implante y la CS2 era menor a 1 mm.

En cuatro de los casos se observó una formación ósea menor. En 2 de ellos, la nueva CS2 se quedó a 3 milímetros del ápice del implante; en otro caso se quedó a cuatro, y en el que menos ganancia ósea se produjo, la CS2 quedó a 5 milímetros. De estos cuatro casos, sólo uno de ellos tuvo una Valsalva negativa, con lo que en los otros tres, la predicción de una menor ganancia ósea era probable. En el otro paciente donde se realizó el caso donde la CS2 se quedó a tres milímetros y la maniobra de Valsalva fue positiva existía una disponibilidad ósea inicial de 2 milímetros, por lo que podría haberse producido un falso negativo en la valoración de la perforación de la membrana. Sin embargo, a este mismo paciente se le colocó también un implante en zona contra lateral para restaurar el mismo diente perdido. En este caso la disponibilidad ósea era de 3 mm, y la maniobra de Valsalva también fue negativa, obteniendo una ganancia ósea de alrededor de 6 mm. La diferencia principal en este caso es que en el caso de menor ganancia ósea, el seno era tipo **B/3**, que a priori tiene una predicción de formación ósea menor. Pero tras revisar la estadística del estudio, de los doce casos donde la pared del seno tenía una inclinación tipo **3** de la clasificación, donde el suelo del seno es plano, en 10 de ellos la CS2 quedó a 1 mm o menos del ápice del implante o incluso apical a éste. De los dos casos restantes, en uno la Cs2 se quedó a 2 mm y el otro caso a 3 mm.

Por el contrario, en los 3 de los 4 casos donde menos ganancia ósea se observó, existía una inclinación de la pared del seno tipo **1**, donde la pared mesial del seno presenta una inclinación mayor de 45 grados. Esto podría explicarse ya que a la hora de realizar el fresado, el hueso no presenta un recorrido plano en la parte apical, por lo que el cilindro óseo fresado no es homogéneo, y a la hora de fracturarlo puede tener un comportamiento menos predecible. Sin embargo, esto no sucedió en todos los casos, ya que en el resto de casos de seno tipo **3**, se observaron ganancias óseas favorables incluso apicales al ápice del implante. En los casos de seno tipo **2**, los resultados fueron favorables en general; de los 6 casos observados, el que menos formación se observó, la CS2 quedó a 2 mm del ápice del implante, y en el resto a 1 mm, a su mismo nivel o incluso por encima de éste.

La ganancia media encontrada restando las distancias HI-CS1 a la distancia HI-CS2, fue de 3,89 mm, siendo de 4 mm en mesial y de 3,67 mm en distal. Esta ganancia es prácticamente el doble de la disponibilidad ósea inicial, por lo que se obtiene una ganancia aproximadamente del 100%. Estos resultados son prácticamente iguales a los obtenidos por Nedir en el artículo recientemente publicado donde la ganancia media que obtiene en el grupo donde no utiliza material de injerto es de 3,9 mm, por lo que parece ser estos resultados son reproducibles (149). Lo único que difiere en este estudio es la técnica realizada. En el estudio de Nedir, el autor utiliza la técnica de Cavicchia o de Summers modificada, y en nuestro caso se utilizó la mencionada técnica de trefina y osteotomo. La diferencia radica en la cantidad de hueso que se fractura y se eleva apicalmente, que en el primer caso es de alrededor de 1 mm y en el nuestro es prácticamente la totalidad de la disponibilidad ósea en forma de cilindro.

Otro dato a destacar es que cuanto menor es la disponibilidad ósea inicial, mayor fue la ganancia ósea obtenida. En los quince casos donde se partía con 3 o menos milímetros de media, en sólo uno de los casos la CS2 se quedó a más de 2,5 milímetros; en el resto en algunos casos incluso se cubrió la totalidad del implante.

Por lo que tras valorar los datos del estudio, incluso donde menos formación ósea se obtuvo, se observó que al menos entre 4,5 mm y 6 mm de implante se encontraba osteointegrada, y en los casos donde la formación ósea fue mayor, el implante se cubrió completamente de hueso, apareciendo una nueva cortical del suelo del seno maxilar hasta 2 mm apical al ápice del implante. Estos valores son ligeramente superiores viéndolo como media, ya que al compararlos dividiéndolos en mesial y distal. Cuanto más a mesial del seno se estuviera, mayor es la formación en mesial, menor en distal, pero cuando la localización es más distal, la mayor formación ósea es en distal y menor en mesial. Debido a que en la mayor parte de casos de este estudio se colocan los implantes en la región mesial del seno para reponer especialmente primero molares, y segundos premolares, se observa una tendencia a una mayor formación ósea en la región mesial del ápice del implante.

Los 4,5 mm de implante osteointegrado en el caso de menor ganancia ósea del estudio, parecen ser suficientes para su viabilidad funcional. En este estudio dicho caso fue uno de los primeros en realizarse, por lo que el seguimiento ha sido mayor que el del

resto pudiendo observarse la estabilidad ósea radiográfica de la nueva CS2 formada a los 30 meses de seguimiento, tanto a nivel apical como coronal. En este caso, el mantenimiento periodontal y periimplantario de estos implantes se antoja más importante que en el resto si cabe, ya que una pérdida ósea por periimplantitis podría comprometer la supervivencia de este a largo plazo. Estudios de implantes de menos de 6 mm de longitud, denominados implantes cortos, muestran unos resultados similares a los obtenidos con implantes de longitud superior (42,57,155). Incluso funcionando como implantes unitarios si estar ferulizados a otros de longitud superior. De hecho podemos encontrar en el mercado implantes de longitud inferior a 6 mm.

La formación ósea espontánea observada en este estudio ha permanecido estable en el tiempo, incluso se ha observado una mineralización mayor progresiva en los meses de seguimiento. En las técnicas donde se realizó una elevación de seno abierta con acceso lateral, se coloca un biomaterial de relleno, que, con el paso de los meses se observa cómo va disminuyendo en altura. Este fenómeno se conoce como “Slumping” o reneumatización del seno maxilar.

Hatano observó como con el paso de los años en prácticamente todos los casos una parte de la porción más apical del implante, inicialmente en contacto radiográfico con el biomaterial colocado, va quedándose alejado de éste, y la CS2 desplazada manualmente durante la cirugía va acercándose a CS1 y alejándose del ápice del implante (131).

Kirmeier observa en un estudio como el 26% del material colocado en una cirugía de elevación del suelo del seno mediante acceso lateral se pierde en los 6 primeros meses. Este es uno de los pocos datos concretos encontrados en la revisión de este fenómeno. Esto provocaría que una porción apical del implante quedaría sin osteointegrar perdiendo el sentido de colocar implantes de longitud mayor (150).

El fenómeno de “slumping” es el opuesto al observado en nuestro estudio, donde en todos los casos la CS2 se aleja de CS1, y se acerca al ápice del implante. Además, esta CS2 sí es estable en el tiempo, y carece de fenómeno “slumping”. Además al no colocar un biomaterial durante la cirugía, se reducen las posibles complicaciones inherentes a ello, reduciendo el coste y la duración del tratamiento.

Pjeturson y cols en el año 2009 presentaron un estudio donde comparaban elevaciones de seno realizadas desde crestal con osteotomos donde en unos casos se colocaba material de injerto y en otros no, a criterio del clínico, con lo que los resultados del estudio no son directamente comparables entre sí o con este estudio, y tampoco mide la ganancia ósea obtenida comparándola con la disponibilidad ósea inicial. El autor concluye que cuando se utiliza un material de injerto, la probabilidad de ganar 2 milímetros es del 79,9%, a diferencia de cuando no utilizó material de injerto, donde la probabilidad de ganar esos dos milímetros es del 39,1% (63).

Resumen

Introducción

La necesidad de un aumento de la disponibilidad ósea para la colocación de implantes en la región posterior del maxilar, hizo que Tatum y Boyne, en los años 80, propusieran la realización de una técnica de regeneración ósea del seno mediante acceso lateral. Esta técnica sigue utilizándose casi 30 años después. Sin embargo, diferentes autores han propuesto otras técnicas de regeneración del seno maxilar, mediante acceso crestal, con resultados satisfactorios. Alguno de ellos como Fugazzotto o Nedir, han demostrado la formación espontánea de hueso sin utilizar materiales de regeneración, donde el propio ápice del implante mantiene elevada la membrana sinusal, favoreciendo el fenómeno llamado “tienda de campaña”. Esta técnica además reduce significativamente el tiempo de tratamiento así como el dolor y las molestias postquirúrgicas.

Objetivos

El objetivo del estudio es evaluar la formación ósea obtenida mediante la colocación de implantes utilizando la técnica de trefina y osteotomo, así como la supervivencia de los mismos en zonas con una disponibilidad \leq a 5mm.

Material y método

Se colocaron 32 implantes en localizaciones donde la disponibilidad ósea era \leq a 5mm. Mediante el uso de una trefina, se fresó hasta 1 mm de la cortical sinusal, y se fracturó con un osteotomo, introduciendo apicalmente el cilindro óseo delimitado. Posteriormente se colocó el implante. Se realizaron radiografías periapicales estandarizadas de manera pre y postquirúrgica, a los 6, 12 y 18 meses para la medición del nuevo hueso formado, y se relacionaron los datos con distintas variables clínicas y radiográficas como la disponibilidad ósea inicial, la forma del seno o la maniobra de Valsalva.

Resultados

Los 32 implantes se osteointegraron satisfactoriamente. La disponibilidad ósea inicial media fue de 3,69 mm, con un rango de 2 a 5 mm, y se consiguió una ganancia media de 3,84 mm. En 8 de los casos la maniobra de Valsalva fue positiva, influyendo en

la formación ósea, especialmente en la zona distal del ápice del implante. En todos los casos se observó formación ósea espontánea, y ésta fue estable en el tiempo.

Discusión

La formación ósea espontánea observada en todos los casos, especialmente cuando la maniobra de Valsalva es negativa, simplifica el enfoque quirúrgico del seno maxilar, evitando técnicas de regeneración más complejas, reduciendo la duración del tratamiento, y mejorando el postoperatorio de los pacientes. La supervivencia del 100% de los implantes de longitud reducida, coinciden con los publicados en la literatura. La ganancia de 3,89 mm de este estudio es similar a los resultados obtenidos por Nedir, de 3,9 mm, con un diseño de este estudio similar en el año 2012.

CONCLUSIONES

- La colocación de implantes en localizaciones del maxilar posterior donde existe una disponibilidad ósea igual o menor a 5 mm es predecible y no presenta diferencias en términos de supervivencia de implantes cuando se compara con los resultados observados en los estudios colocando implantes mediante técnica convencional
- En todos los casos de este estudio se obtuvo una formación ósea espontánea alrededor del ápice del implante, de 3,89 mm de media, manteniéndose estable en el tiempo, independientemente de la disponibilidad ósea inicial.
- La maniobra de Valsalva parece no tener repercusión en la Osteointegración del implante, pero parece producirse una menor formación ósea cuando dicha maniobra es positiva
- No se encontró relación entre la presencia de Valsalva positiva y las diferentes formas del seno propuestas, o la disponibilidad ósea inicial
- Debido a los magníficos resultados obtenidos en este estudio, donde se ha obtenido una regeneración ósea espontánea, se ha reducido en casi un 50% el tiempo de tratamiento, así como el coste para el paciente y su postoperatorio menos doloroso y molesto, proponemos esta técnica como tratamiento de primera elección en la colocación de implantes en el maxilar posterior atrófico

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Hirschfeld L, Wasserman B. A long-term survey of tooth loss in 600 treated periodontal patients. *J Periodontol* 1978 May;49(5):225-237.
- (2) McFall WT, Jr. Tooth loss in 100 treated patients with periodontal disease. A long-term study. *J Periodontol* 1982 Sep;53(9):539-549.
- (3) Amsterdam M. Periodontal prosthesis. Twenty-five years in retrospect. *Alpha Omegan* 1974 Dec;67(3):8-52.
- (4) Rosenberg ES. Posterior bite collapse, Part I: Pathologic occlusion. *Compendium* 1988 Mar;9(3):207-10, 212-4, 216-9.
- (5) Rosenberg ES, Lever BA. Posterior bite collapse, Part II: Occlusal therapy. *Compendium* 1988 Apr;9(4):258, 261-2
- (6) Misch CE. Maxillary sinus augmentation for endosteal implants: organized alternative treatment plans. *Int J Oral Implantol* 1987;4(2):49-58.
- (7) Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13 Suppl:11-45.
- (8) Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003 Sep;30(9):809-818.
- (9) Botticelli D, Berglundh T, Persson LG, Lindhe J. Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005 May;32(5):448-455.
- (10) Zarb GA, Zarb FL. Tissue integrated dental prostheses. *Quintessence Int* 1985 Jan;16(1):39-42.
- (11) Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980 Aug;38(8):613-616.
- (12) van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res* 2000 Jun;11(3):256-265.
- (13) Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Soejima Y. Measurement of maxillary sinus volume using computerized tomographic images. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998 Nov-Dec;13(6):811-818.
- (14) 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 Oct;56(10):1158-1163.
- (15) Stammberger H. Nasal and paranasal sinus endoscopy. A diagnostic and surgical approach to recurrent sinusitis. *Endoscopy* 1986 Nov;18(6):213-218.

- (16) Miles AE. The maxillary antrum. *Br Dent J* 1973 Jan 16;134(2):61-63.
- (17) Kim MJ, Jung UW, Kim CS, Kim KD, Choi SH, Kim CK, et al. Maxillary sinus septa: prevalence, height, location, and morphology. A reformatted computed tomography scan analysis. *J Periodontol* 2006 May;77(5):903-908.
- (18) Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995 Jul-Aug;10(4):462-465.
- (19) Naitoh M, Suenaga Y, Kondo S, Gotoh K, Arijii E. Assessment of maxillary sinus septa using cone-beam computed tomography: etiological consideration. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009 Oct;11 Suppl 1:e52-8.
- (20) Maestre-Ferrin L, Galan-Gil S, Rubio-Serrano M, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Oltra D. Maxillary sinus septa: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010 Mar 1;15(2):e383-6.
- (21) van Zyl AW, van Heerden WF. A retrospective analysis of maxillary sinus septa on reformatted computerised tomography scans. *Clin Oral Implants Res* 2009 Dec;20(12):1398-1401.
- (22) Flanagan D. Arterial supply of maxillary sinus and potential for bleeding complication during lateral approach sinus elevation. *Implant Dent* 2005 Dec;14(4):336-338.
- (23) Elian N, Wallace S, Cho SC, Jalbout ZN, Froum S. Distribution of the maxillary artery as it relates to sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005 Sep-Oct;20(5):784-787.
- (24) Solar P, Geyerhofer U, Traxler H, Windisch A, Ulm C, Watzek G. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. *Clin Oral Implants Res* 1999 Feb;10(1):34-44.
- (25) Cawood JI, Howell RA. Reconstructive preprosthetic surgery. I. Anatomical considerations. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1991 Apr;20(2):75-82.
- (26) Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988 Aug;17(4):232-236.
- (27) Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003 Aug;23(4):313-323.
- (28) Misch CE, Dietsch F. Endosteal implants and iliac crest grafts to restore severely resorbed totally edentulous maxillae--a retrospective study. *J Oral Implantol* 1994;20(2):100-110.
- (29) Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH, et al. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report

of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999 Nov-Dec;14(6):853-858.

(30) Schmidlin PR, Muller J, Bindl A, Imfeld H. Sinus floor elevation using an osteotome technique without grafting materials or membranes. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008 Aug;28(4):401-409.

(31) Winter AA, Pollack AS, Odrich RB. Placement of implants in the severely atrophic posterior maxilla using localized management of the sinus floor: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 Sep-Oct;17(5):687-695.

(32) Raghoobar GM, Timmenga NM, Reintsema H, Stegenga B, Vissink A. Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants: results after 12-124 months. *Clin Oral Implants Res* 2001 Jun;12(3):279-286.

(33) Bahat O, Fontanessi RV. Efficacy of implant placement after bone grafting for three-dimensional reconstruction of the posterior jaw. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001 Jun;21(3):220-231.

(34) Boyne PJ, Marx RE, Nevins M, Triplett G, Lazaro E, Lilly LC, et al. A feasibility study evaluating rhBMP-2/absorbable collagen sponge for maxillary sinus floor augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997 Feb;17(1):11-25.

(35) Cordaro L, Amade DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2002 Feb;13(1):103-111.

(36) Graves SL. The pterygoid plate implant: a solution for restoring the posterior maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994 Dec;14(6):512-523.

(37) Balshi TJ, Wolfinger GJ, Balshi SF, 2nd. Analysis of 356 pterygomaxillary implants in edentulous arches for fixed prosthesis anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999 May-Jun;14(3):398-406.

(38) Pi Urgell J, Revilla Gutierrez V, Gay Escoda CG. Rehabilitation of atrophic maxilla: a review of 101 zygomatic implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008 Jun 1;13(6):363-70.

(39) Aparicio C, Ouazzani W, Garcia R, Arevalo X, Muela R, Fortes V. A prospective clinical study on titanium implants in the zygomatic arch for prosthetic rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla with a follow-up of 6 months to 5 years. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8(3):114-122.

(40) Nkenke E, Hahn M, Lell M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Stech B, et al. Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2003 Feb;14(1):72-79.

(41) Weischer T, Schettler D, Mohr C. Titanium implants in the zygoma as retaining elements after hemimaxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997 Mar-Apr;12(2):211-214.

(42) Fugazzotto PA. Shorter implants in clinical practice: rationale and treatment results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008 May-Jun;23(3):487-496.

(43) Strietzel FP, Reichart PA. Oral rehabilitation using Camlog screw-cylinder implants with a particle-blasted and acid-etched microstructured surface. Results from a prospective study with special consideration of short implants. *Clin Oral Implants Res* 2007 Oct;18(5):591-600.

(44) Weng D, Jacobson Z, Tarnow D, Hurzeler MB, Faehn O, Sanavi F, et al. A prospective multicenter clinical trial of 3i machined-surface implants: results after 6 years of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003 May-Jun;18(3):417-423.

(45) Misch CE. Short dental implants: a literature review and rationale for use. *Dent Today* 2005 Aug;24(8):64-6, 68.

(46) Romeo E, Tomasi C, Finini I, Casentini P, Lops D. Implant-supported fixed cantilever prosthesis in partially edentulous jaws: a cohort prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2009 Nov;20(11):1278-1285.

(47) Shackleton JL, Carr L, Slabbert JC, Becker PJ. Survival of fixed implant-supported prostheses related to cantilever lengths. *J Prosthet Dent* 1994 Jan;71(1):23-26.

(48) Malo P, Rangert B, Nobre M. "All-on-Four" immediate-function concept with Branemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5 Suppl 1:2-9.

(49) Malo P, Rangert B, Nobre M. All-on-4 immediate-function concept with Branemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7 Suppl 1:S88-94.

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

(51) Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994 Feb;15(2):152-6

(52) Summers RB. The osteotome technique: Part 2--The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium* 1994 Apr;15(4):422-26

(53) Summers RB. The osteotome technique: Part 3--Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium* 1994 Jun;15(6):698-704

(54) Emmerich D, Att W, Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* 2005 Aug;76(8):1237-1251.

(55) Shalabi MM, Manders P, Mulder J, Jansen JA, Creugers NH. A meta-analysis of clinical studies to estimate the 4.5-year survival rate of implants placed with the osteotome technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007 Jan-Feb;22(1):110-116.

- (56) Tong DC, Rioux K, Drangsholt M, Beirne OR. A review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998 Mar-Apr;13(2):175-182.
- (57) Nedir R, Bischof M, Briaux JM, Beyer S, Szmukler-Moncler S, Bernard JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice. *Clin Oral Implants Res* 2004 Apr;15(2):150-157.
- (58) Nedir R, Bischof M, Vazquez L, Nurdin N, Szmukler-Moncler S, Bernard JP. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2009 Jul;20(7):701-707.
- (59) Leblebicioglu B, Ersanli S, Karabuda C, Tosun T, Gokdeniz H. Radiographic evaluation of dental implants placed using an osteotome technique. *J Periodontol* 2005 Mar;76(3):385-390.
- (60) Nedir R, Bischof M, Vazquez L, Szmukler-Moncler S, Bernard JP. Osteotome sinus floor elevation without grafting material: a 1-year prospective pilot study with ITI implants. *Clin Oral Implants Res* 2006 Dec;17(6):679-686.
- (61) Berengo M, Sivoilella S, Majzoub Z, Cordioli G. Endoscopic evaluation of the bone-added osteotome sinus floor elevation procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004 Mar;33(2):189-194.
- (62) Nkenke E, Schlegel A, Schultze-Mosgau S, Neukam FW, Wiltfang J. The endoscopically controlled osteotome sinus floor elevation: a preliminary prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 Jul-Aug;17(4):557-566.
- (63) Pjetursson BE, Ignjatovic D, Matuliene G, Bragger U, Schmidlin K, Lang NP. Transalveolar maxillary sinus floor elevation using osteotomes with or without grafting material. Part II: Radiographic tissue remodeling. *Clin Oral Implants Res* 2009 Jul;20(7):677-683.
- (64) Branemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lindstrom J, Rockler B. An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 1984 Aug;42(8):497-505.
- (65) Smiler DG, Johnson PW, Lozada JL, Misch C, Rosenlicht JL, Tatum OH, Jr, et al. Sinus lift grafts and endosseous implants. Treatment of the atrophic posterior maxilla. *Dent Clin North Am* 1992 Jan;36(1):151-86
- (66) Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: a histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994 Jan-Feb;9(1):13-29.
- (67) Schmid J, Wallkamm B, Hammerle CH, Gogolewski S, Lang NP. The significance of angiogenesis in guided bone regeneration. A case report of a rabbit experiment. *Clin Oral Implants Res* 1997 Jun;8(3):244-248.

(68) 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):328-343.

(69) Tarnow DP, Wallace SS, Froum SJ, Rohrer MD, Cho SC. Histologic and clinical comparison of bilateral sinus floor elevations with and without barrier membrane placement in 12 patients: Part 3 of an ongoing prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000 Apr;20(2):117-125.

(70) Andres-Garcia R, Vives NG, Climent FH, Palacin AF, Santos VR, Climent MH, et al. In vitro evaluation of the influence of the cortical bone on the primary stability of two implant systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009 Feb 1;14(2):E93-7.

(71) Bornstein MM, Lussi A, Schmid B, Belser UC, Buser D. Early loading of nonsubmerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: 3-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003 Sep-Oct;18(5):659-666.

(72) Cochran D, Oates T, Morton D, Jones A, Buser D, Peters F. Clinical field trial examining an implant with a sand-blasted, acid-etched surface. *J Periodontol* 2007 Jun;78(6):974-982.

(73) Cavicchia F, Bravi F, Petrelli G. Localized augmentation of the maxillary sinus floor through a coronal approach for the placement of implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001 Oct;21(5):475-485.

(74) Nedir R, Nurdin N, Szumukler-Moncler S, Bischof M. Placement of tapered implants using an osteotome sinus floor elevation technique without bone grafting: 1-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009 Jul-Aug;24(4):727-733.

(75) Summers RB. The osteotome technique: Part 4--Future site development. *Compend Contin Educ Dent* 1995 Nov;16(11):1090, 1092 passim; 1094-1099.

(76) Bruschi GB, Scipioni A, Calesini G, Bruschi E. Localized management of sinus floor with simultaneous implant placement: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998 Mar-Apr;13(2):219-226.

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

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

(79) Fugazzotto PA. Immediate implant placement following a modified trephine/osteotome approach: success rates of 116 implants to 4 years in function. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 Jan-Feb;17(1):113-120.

(80) Deporter D, Todescan R, Caudry S. Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surfaced dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000 Oct;20(5):476-485.

(81) Deporter DA, Caudry S, Kermalli J, Adegbembo A. Further data on the predictability of the indirect sinus elevation procedure used with short, sintered, porous-surfaced dental implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005 Dec;25(6):585-593.

(82) Nkenke E, Radespiel-Troger M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Winkler G, Neukam FW. Morbidity of harvesting of retromolar bone grafts: a prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2002 Oct;13(5):514-521.

(83) Coatoam GW, Krieger JT. A four-year study examining the results of indirect sinus augmentation procedures. *J Oral Implantol* 1997;23(3):117-127.

(84) Aimetti M, Romagnoli R, Ricci G, Massei G. Maxillary sinus elevation: the effect of macrolacerations and microlacerations of the sinus membrane as determined by endoscopy. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001 Dec;21(6):581-589.

(85) Goldberg VM, Stevenson S. Natural history of autografts and allografts. *Clin Orthop Relat Res* 1987 Dec;(225)(225):7-16.

(86) Buser D, Hoffmann B, Bernard JP, Lussi A, Mettler D, Schenk RK. Evaluation of filling materials in membrane-protected bone defects. A comparative histomorphometric study in the mandible of miniature pigs. *Clin Oral Implants Res* 1998 Jun;9(3):137-150.

(87) Ozaki W, Buchman SR. Volume maintenance of onlay bone grafts in the craniofacial skeleton: micro-architecture versus embryologic origin. *Plast Reconstr Surg* 1998 Aug;102(2):291-299.

(88) Simion M, Trisi P, Piattelli A. GBR with an e-PTFE membrane associated with DFDBA: histologic and histochemical analysis in a human implant retrieved after 4 years of loading. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996 Aug;16(4):338-347.

(89) Haas R, Haidvogel D, Dortbudak O, Mailath G. Freeze-dried bone for maxillary sinus augmentation in sheep. Part II: biomechanical findings. *Clin Oral Implants Res* 2002 Dec;13(6):581-586.

(90) Valentini P, Abensur DJ. Maxillary sinus grafting with anorganic bovine bone: a clinical report of long-term results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003 Jul-Aug;18(4):556-560.

(91) Del Fabbro M, Rosano G, Taschieri S. Implant survival rates after maxillary sinus augmentation. *Eur J Oral Sci* 2008 Dec;116(6):497-506.

(92) Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004 Dec;24(6):565-577.

(93) Hallman M, Sennerby L, Lundgren S. A clinical and histologic evaluation of implant integration in the posterior maxilla after sinus floor augmentation with autogenous bone, bovine hydroxyapatite, or a 20:80 mixture. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 Sep-Oct;17(5):635-643.

- (94) Hising P, Bolin A, Branting C. Reconstruction of severely resorbed alveolar ridge crests with dental implants using a bovine bone mineral for augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 Jan-Feb;16(1):90-97.
- (95) Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22 Suppl:49-70.
- (96) Wallace SS, Froum SJ, Cho SC, Elian N, Monteiro D, Kim BS, et al. Sinus augmentation utilizing anorganic bovine bone (Bio-Oss) with absorbable and nonabsorbable membranes placed over the lateral window: histomorphometric and clinical analyses. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005 Dec;25(6):551-559.
- (97) Wallace SS. Lateral window sinus augmentation using bone replacement grafts: a biologically sound surgical technique. *Alpha Omegan* 2005 Jul;98(2):36-46.
- (98) Orsini G, Scarano A, Degidi M, Caputi S, Iezzi G, Piattelli A. Histological and ultrastructural evaluation of bone around Bio-Oss particles in sinus augmentation. *Oral Dis* 2007 Nov;13(6):586-593.
- (99) Maiorana C, Sigurta D, Mirandola A, Garlini G, Santoro F. Sinus elevation with alloplasts or xenogenic materials and implants: an up-to-4-year clinical and radiologic follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006 May-Jun;21(3):426-432.
- (100) Traini T, Valentini P, Iezzi G, Piattelli A. A histologic and histomorphometric evaluation of anorganic bovine bone retrieved 9 years after a sinus augmentation procedure. *J Periodontol* 2007 May;78(5):955-961.
- (101) Szabo G, Huys L, Coulthard P, Maiorana C, Garagiola U, Barabas J, et al. A prospective multicenter randomized clinical trial of autogenous bone versus beta-tricalcium phosphate graft alone for bilateral sinus elevation: histologic and histomorphometric evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005 May-Jun;20(3):371-381.
- (102) Zijdeveld SA, Schulten EA, Aartman IH, ten Bruggenkate CM. Long-term changes in graft height after maxillary sinus floor elevation with different grafting materials: radiographic evaluation with a minimum follow-up of 4.5 years. *Clin Oral Implants Res* 2009 Jul;20(7):691-700.
- (103) Zerbo IR, Zijdeveld SA, de Boer A, Bronckers AL, de Lange G, ten Bruggenkate CM, et al. Histomorphometry of human sinus floor augmentation using a porous beta-tricalcium phosphate: a prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2004 Dec;15(6):724-732.
- (104) Mangano C, Bartolucci EG, Mazzocco C. A new porous hydroxyapatite for promotion of bone regeneration in maxillary sinus augmentation: clinical and histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003 Jan-Feb;18(1):23-30.
- (105) Crespi R, Cappare P, Gherlone E. Magnesium-enriched hydroxyapatite compared to calcium sulfate in the healing of human extraction sockets: radiographic and histomorphometric evaluation at 3 months. *J Periodontol* 2009 Feb;80(2):210-218.

- (106) Dasmah A, Hallman M, Sennerby L, Rasmusson L. A Clinical and Histological Case Series Study on Calcium Sulfate for Maxillary Sinus Floor Augmentation and Delayed Placement of Dental Implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009 Oct 16.
- (107) Turunen T, Peltola J, Yli-Urpo A, Happonen RP. Bioactive glass granules as a bone adjunctive material in maxillary sinus floor augmentation. *Clin Oral Implants Res* 2004 Apr;15(2):135-141.
- (108) Tadjoeidin ES, de Lange GL, Lyaruu DM, Kuiper L, Burger EH. High concentrations of bioactive glass material (BioGran) vs. autogenous bone for sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res* 2002 Aug;13(4):428-436.
- (109) Trisi P, Rao W, Rebaudi A, Fiore P. Histologic effect of pure-phase beta-tricalcium phosphate on bone regeneration in human artificial jawbone defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003 Feb;23(1):69-77.
- (110) Haas R, Haidvogel D, Donath K, Watzek G. Freeze-dried homogeneous and heterogeneous bone for sinus augmentation in sheep. Part I: histological findings. *Clin Oral Implants Res* 2002 Aug;13(4):396-404.
- (111) Artzi Z, Kozlovsky A, Nemcovsky CE, Weinreb M. The amount of newly formed bone in sinus grafting procedures depends on tissue depth as well as the type and residual amount of the grafted material. *J Clin Periodontol* 2005 Feb;32(2):193-199.
- (112) Scarano A, Pecora G, Piattelli M, Piattelli A. Osseointegration in a sinus augmented with bovine porous bone mineral: histological results in an implant retrieved 4 years after insertion. A case report. *J Periodontol* 2004 Aug;75(8):1161-1166.
- (113) Gapski R, Misch C, Stapleton D, Mullins S, Cobb C, Vansanathan A, et al. Histological, histomorphometric, and radiographic evaluation of a sinus augmentation with a new bone allograft: a clinical case report. *Implant Dent* 2008 Dec;17(4):430-438.
- (114) Trisi P, Lazzara R, Rao W, Rebaudi A. Bone-implant contact and bone quality: evaluation of expected and actual bone contact on machined and osseotite implant surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002 Dec;22(6):535-545.
- (115) Garetto LP, Chen J, Parr JA, Roberts WE. Remodeling dynamics of bone supporting rigidly fixed titanium implants: a histomorphometric comparison in four species including humans. *Implant Dent* 1995 Winter;4(4):235-243.
- (116) Hurzeler MB, Quinones CR, Kirsch A, Gloker C, Schupbach P, Strub JR, et al. Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and dental implants in monkeys. Part I. Evaluation of anorganic bovine-derived bone matrix. *Clin Oral Implants Res* 1997 Dec;8(6):476-486.
- (117) Hurzeler MB, Quinones CR, Kirsch A, Gloker C, Schupbach P, Strub JR, et al. Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and dental implants in monkeys. Part I. Evaluation of anorganic bovine-derived bone matrix. *Clin Oral Implants Res* 1997 Dec;8(6):476-486.

(118) Lee YM, Shin SY, Kim JY, Kye SB, Ku Y, Rhyu IC. Bone reaction to bovine hydroxyapatite for maxillary sinus floor augmentation: histologic results in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006 Oct;26(5):471-481.

(119) Yildirim M, Spiekermann H, Biesterfeld S, Edelhoff D. Maxillary sinus augmentation using xenogenic bone substitute material Bio-Oss in combination with venous blood. A histologic and histomorphometric study in humans. *Clin Oral Implants Res* 2000 Jun;11(3):217-229.

(120) Yildirim M, Spiekermann H, Handt S, Edelhoff D. Maxillary sinus augmentation with the xenograft Bio-Oss and autogenous intraoral bone for qualitative improvement of the implant site: a histologic and histomorphometric clinical study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 Jan-Feb;16(1):23-33.

(121) Maiorana C, Santoro F, Rabagliati M, Salina S. Evaluation of the use of iliac cancellous bone and anorganic bovine bone in the reconstruction of the atrophic maxilla with titanium mesh: a clinical and histologic investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 May-Jun;16(3):427-432.

(122) Maiorana C, Redemagni M, Rabagliati M, Salina S. Treatment of maxillary ridge resorption by sinus augmentation with iliac cancellous bone, anorganic bovine bone, and endosseous implants: a clinical and histologic report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000 Nov-Dec;15(6):873-878.

(123) Haas R, Baron M, Donath K, Zechner W, Watzek G. Porous hydroxyapatite for grafting the maxillary sinus: a comparative histomorphometric study in sheep. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 May-Jun;17(3):337-346.

(124) Lazzara RJ. The sinus elevation procedure in endosseous implant therapy. *Curr Opin Periodontol* 1996;3:178-183.

(125) Valentini P, Abensur D, Densari D, Graziani JN, Hammerle C. Histological evaluation of Bio-Oss in a 2-stage sinus floor elevation and implantation procedure. A human case report. *Clin Oral Implants Res* 1998 Feb;9(1):59-64.

(126) Artzi Z, Tal H, Dayan D. Porous bovine bone mineral in healing of human extraction sockets. Part 1: histomorphometric evaluations at 9 months. *J Periodontol* 2000 Jun;71(6):1015-1023.

(127) Hurzeler MB, Quinones CR, Kirsch A, Schupbach P, Krause A, Strub JR, et al. Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and dental implants in monkeys. Part III. Evaluation of autogenous bone combined with porous hydroxyapatite. *Clin Oral Implants Res* 1997 Oct;8(5):401-411.

(128) Froum SJ, Tarnow DP, Wallace SS, Rohrer MD, Cho SC. Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix (OsteoGraf/N) with and without autogenous bone: a clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis--Part 2 of an ongoing prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998 Dec;18(6):528-543.

(129) Ozyuvaci H, Bilgic B, Firatli E. Radiologic and histomorphometric evaluation of maxillary sinus grafting with alloplastic graft materials. *J Periodontol* 2003 Jun;74(6):909-915.

(130) Geurs NC, Wang IC, Shulman LB, Jeffcoat MK. Retrospective radiographic analysis of sinus graft and implant placement procedures from the Academy of Osseointegration Consensus Conference on Sinus Grafts. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001 Oct;21(5):517-523.

(131) Hatano N, Shimizu Y, Ooya K. A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2004 Jun;15(3):339-345.

(132) Timmenga NM, Raghoobar GM, van Weissenbruch R, Vissink A. Maxillary sinusitis after augmentation of the maxillary sinus floor: a report of 2 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2001 Feb;59(2):200-204.

(133) Karabuda C, Arisan V, Hakan O. Effects of sinus membrane perforations on the success of dental implants placed in the augmented sinus. *J Periodontol* 2006 Dec;77(12):1991-1997.

(134) Becker ST, 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 Dec;19(12):1285-1289.

(135) Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: update on technique for large and complete perforations. *Implant Dent* 2008 Mar;17(1):24-31.

(136) Testori T, Wallace SS, 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 Feb;28(1):9-17.

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

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

(139) Testori T, Wallace SS, 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 Feb;28(1):9-17.

(140) Blus C, Szmukler-Moncler S, Salama M, Salama H, Garber D. Sinus bone grafting procedures using ultrasonic bone surgery: 5-year experience. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008 Jun;28(3):221-229.

(141) Penarrocha M, Perez H, Garcia A, Guarinos J. Benign paroxysmal positional vertigo as a complication of osteotome expansion of the maxillary alveolar ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 2001 Jan;59(1):106-107.

(142) Zitzmann NU, Scharer P. Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. Comparison of the crestal and lateral approaches. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998 Jan;85(1):8-17.

(143) Lockhart R, Ceccaldi J, Bertrand JC. Postoperative maxillary cyst following sinus bone graft: report of a case. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000 Jul-Aug;15(4):583-586.

(144) Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH, Appel B. Post-operative maxillary cyst associated with a maxillary sinus elevation procedure: a case report. *J Oral Implantol* 1991;17(4):432-437.

(145) Duyck J, Van Oosterwyck H, Vander Sloten J, De Cooman M, Puers R, Naert I. Magnitude and distribution of occlusal forces on oral implants supporting fixed prostheses: an in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 2000 Oct;11(5):465-475.

(146) Yokoyama S, Wakabayashi N, Shiota M, Ohyama T. Stress analysis in edentulous mandibular bone supporting implant-retained 1-piece or multiple superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005 Jul-Aug;20(4):578-583.

(147) Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR. Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2007 Dec;18(6):720-726.

(148) Salama H, Salama MA, Garber D, Adar P. The interproximal height of bone: a guidepost to predictable aesthetic strategies and soft tissue contours in anterior tooth replacement. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998 Nov-Dec;10(9):1131-1142.

(149) Nedir R, Nurdin N, Khoury P, Perneger T, Hage ME, Bernard JP, et al. Osteotome sinus floor elevation with and without grafting material in the severely atrophic maxilla. A 1-year prospective randomized controlled study. *Clin Oral Implants Res* 2012 Aug 27.

(150) Kirmeier R, Payer M, Wehrsuetz M, Jakse N, Platzer S, Lorenzoni M. Evaluation of three-dimensional changes after sinus floor augmentation with different grafting materials. *Clin Oral Implants Res* 2008 Apr;19(4):366-372.

(151) Cricchio G, Sennerby L, Lundgren S. Sinus bone formation and implant survival after sinus membrane elevation and implant placement: a 1- to 6-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2011 Oct;22(10):1200-1212.

(152) Bruschi GB, Crespi R, Cappare P, Gherlone E. Transcrestal sinus floor elevation: a retrospective study of 46 patients up to 16 years. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012 Oct;14(5):759-767.

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

(154) Rodrigo D, Aracil L, Martin C, Sanz M. Diagnosis of implant stability and its impact on implant survival: a prospective case series study. *Clin Oral Implants Res* 2009 Dec 4.

(155) Anitua E, Orive G. Short implants in maxillae and mandibles: a retrospective study with 1 to 8 years of follow-up. *J Periodontol* 2010 Jun;81(6):819-826.

(156) Rossi F, Ricci E, Marchetti C, Lang NP, Botticelli D. Early loading of single crowns supported by 6-mm-long implants with a moderately rough surface: a prospective 2-year follow-up cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2010 Sep;21(9):937-943.

(157) ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foitzik C, Krekeler G, Sutter F. Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: results of a Multicenter clinical trial of 1 to 7 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998 Nov-Dec;13(6):791-798.

(158) Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss. *Clin Oral Implants Res* 2007 Dec;18(6):707-714.

(159) Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. I: Clinical and radiographic results. *Clin Oral Implants Res* 2007 Dec;18(6):699-706.

(160) Dittmer MP, Dittmer S, Borchers L, Kohorst P, Stiesch M. Influence of the interface design on the yield force of the implant-abutment complex before and after cyclic mechanical loading. *J Prosthodont Res* 2012 Jan;56(1):19-24.

(161) Abrahamsson I, Berglundh T, Wennstrom J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1996 Sep;7(3):212-219.

(162) Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. Soft tissue response to plaque formation at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1998 Apr;9(2):73-79.

(163) Becker J, Ferrari D, Herten M, Kirsch A, Schaer A, Schwarz F. Influence of platform switching on crestal bone changes at non-submerged titanium implants: a histomorphometrical study in dogs. *J Clin Periodontol* 2007 Dec;34(12):1089-1096.

(164) Ludwig A, Merten HA, Wiltfang J, Engelke W, Wiese KG. Evaluation of B-scan ultrasound, 3-D ultrasound, roentgen diagnosis and sinus endoscopy in follow-up assessment of the maxillary sinus after sinus floor elevation. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2002 Sep;6(5):341-345.

(165) Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Merten HA, Kessler P, Ludwig A, Engelke W. Endoscopic and ultrasonographic evaluation of the maxillary sinus after combined sinus floor augmentation and implant insertion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000 Mar;89(3):288-291.

(166) Reiser GM, Rabinovitz Z, Bruno J, Damoulis PD, Griffin TJ. Evaluation of maxillary sinus membrane response following elevation with the crestal osteotome technique in human cadavers. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 Nov-Dec;16(6):833-840.

(167) Janner SF, Caversaccio MD, Dubach P, Sendi P, Buser D, Bornstein MM. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane: a radiographic analysis using cone beam computed tomography in patients referred for dental implant surgery in the posterior maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2011 Dec;22(12):1446-1453.

(168) Chan HL, Suarez F, Monje A, Benavides E, Wang HL. Evaluation of maxillary sinus width on cone-beam computed tomography for sinus augmentation and new sinus classification based on sinus width. *Clin Oral Implants Res* 2012 Oct 8.

Anexos



A quien pueda interesar:

El Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla, habiendo examinado el Proyecto “Estudio prospectivo de la supervivencia de implantes colocados en el sector posterior del maxilar con una disponibilidad ósea inferior a 5 mm, y evaluación del nuevo hueso formado alrededor del ápice del implante sin la utilización de biomaterial de injerto” presentado por D. José Vicente Ríos Santos emite el siguiente informe,

El proyecto cumple los requisitos exigidos para experimentación en sujetos humanos y en animales, y se ajusta a las normativas vigentes en España y en la Unión Europea.

Sevilla, a 23 de junio de 2011.

EL PRESIDENTE DEL COMITE,

Fdo.: Prof. Dr. Fernando Rodríguez Fernández.

