



**DECISIONES QUIRÚRGICAS EN EL MAXILAR POSTERIOR DESDENTADO
CON NEUMATIZACIÓN DEL SENO MAXILAR. REPORTE DE CASO**

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Especialista en
Implantología
Buco Maxilofacial

Residente: Dr. Carlos Delpiano Mesina

Docente Guía: Dr. Rodrigo Bahamondes Madrid
Director Especialidad de Implantología BMF

Valparaíso, Chile

2022

Dedicatoria

A mi madre, María Mesina que me enseñó que la constancia y la dedicación es el único camino para el éxito en cualquier actividad que emprenda.

A mi esposa, Lohana Luna quien me apoya y me acompaña en cada uno de mis desafíos, y es con quien comparto cada uno de nuestros logros.

Agradecimientos.

A mi Maestro Prof. Dr. Pedro Maldonado Cortés, quien me guió en el camino para convertirme en un mejor profesional.

Al Dr. Rodrigo Bahamondes y al Dr. Miguel Muñoz quienes aportaron con su experiencia en el desarrollo de este trabajo.

Al Prof. Dr. Eduardo Couve, quien tuvo la mejor disposición para apoyar esta tesis con las imágenes histológicas.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
MARCO TEÓRICO	6
1 . CARACTERISTICAS DEL MAXILAR DESDENTADO EN LA ZONA POSTERIOR	6
1. 2 Características Generales.	6
1. 2 Anatomía del seno maxilar.	7
1.3 Mecanismos biológicos en la cirugía de elevación del piso del seno maxilar.	9
1.4 Cirugía de elevación de piso de seno maxilar.	11
1.5 Instalación simultanea o diferida del implante.	17
1.6 Elección del material de relleno en cirugía de elevación de piso de seno maxilar.	18
1.7 Complicaciones de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar.	21
1.8 Uso de derivados plaquetarios.	24
1.9 Elección de implante para cirugía de elevación de piso de seno maxilar.	25
1.10 Estabilidad del implante. RFA y ISQ	26
OBJETIVOS.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS	29
RESULTADOS	31
CASO CLÍNICO	33
DISCUSION	48
CONCLUSION	53
SUGERENCIAS	54
REFERENCIAS	55

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue, por medio del reporte de un caso clínico de un paciente desdentado maxilar posterior que presenta neumatización del seno maxilar izquierdo y en el que se planifica rehabilitación fija implanto soportada de la zona, discutir las decisiones quirúrgicas que permitan la instalación de implantes en la zona de premolares y molares, para protocolizar las acciones clínicas en los casos de pacientes que presentan neumatización del seno maxilar.

Paciente de sexo femenino, de 52 años de edad, ASA 2, desdentado parcial maxilar por pérdida de dientes 2.4, 2.5 y 2.6. Presenta neumatización del seno maxilar izquierdo.

En base a la evidencia científica reportada fueron contrastados los aspectos clínicos e imagenológicos para protocolizar las etapas y maniobras para la instalación de implantes en esa zona. Se realizó la cirugía de elevación del piso del seno maxilar con técnica de ventana lateral. Luego de 6 meses, se instalan los implantes (instalación diferida), el hueso extraído durante la osteotomía fue sometido a un análisis histológico siendo descritas las características de la neoformación ósea de la muestra. Después de 4 meses de la instalación de los implantes, los implantes instalados tanto en hueso neoformado (dientes 2.5-2.6) como en hueso nativo (2.4), fueron sometidos a test de estabilidad ISQ con Ostell, confirmado el éxito de la oseointegración para continuar con la rehabilitación de los IOI.

Así, la incorporación de la evidencia científica a las decisiones clínicas son fundamentales, permitiendo la individualización de algunos aspectos para lograr un protocolo de tratamiento predecible y con buen pronóstico a largo plazo en el caso de planificar la instalación de implantes en la zona maxilar con neumatización del seno maxilar asegurando el buen pronóstico de los IOI y de la rehabilitación posterior .

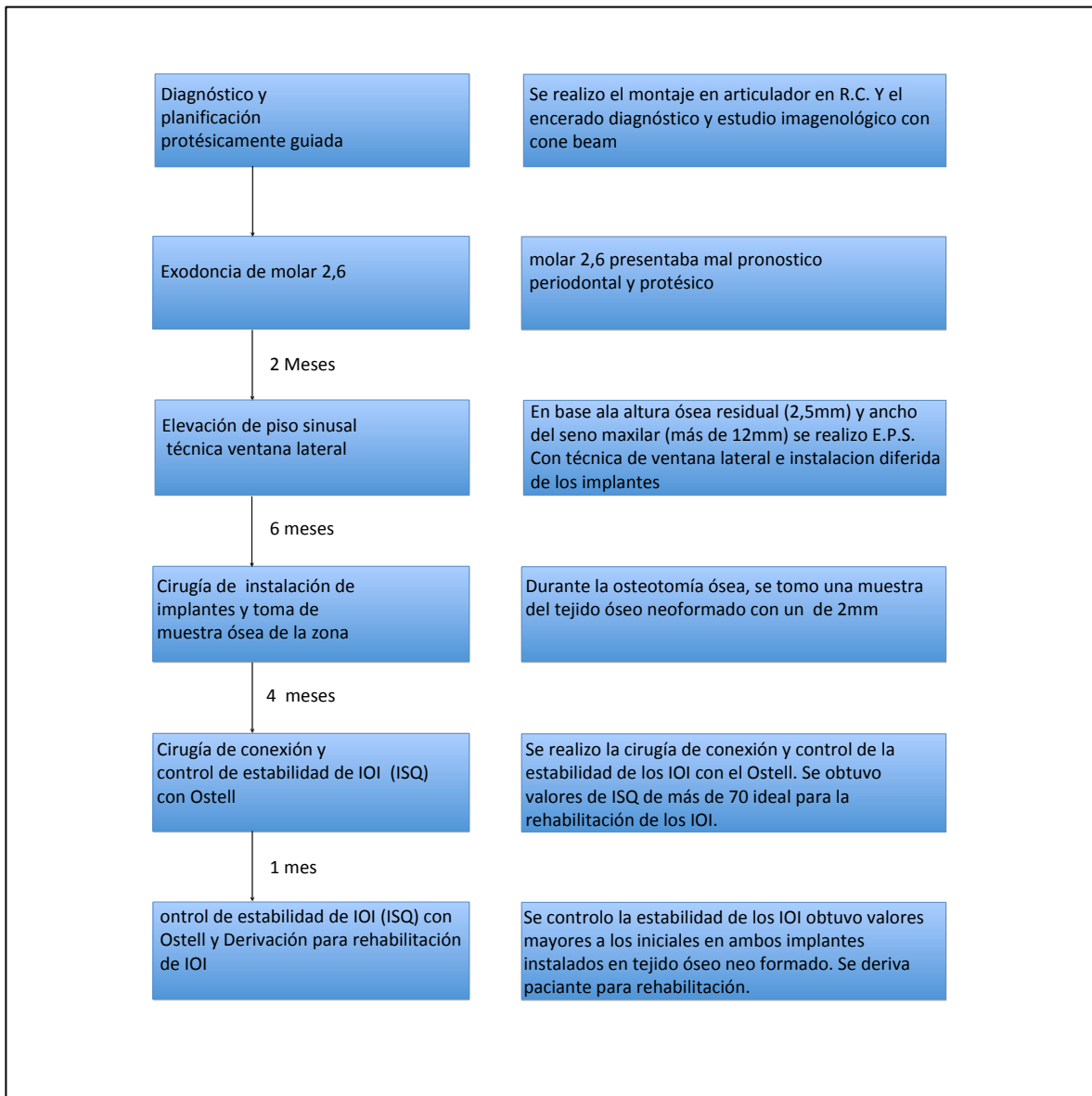


Figura 1: Muestra flujograma de las etapas del tratamiento del caso clínico presentado.

Palabras Clave:

Maxillary sinus floor, Short implant, Maxillary sinus floor elevation,

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los tratamientos protésicos implanto soportados son la primera elección para recuperar dientes ausentes, pero para esto se requiere de tejido óseo suficiente en cantidad y calidad que permita la instalación de implantes. Un estudio de 3 años describió que, del total de sitios tratados con implantes, la zona maxilar posterior representa el 36%. (Brugger, et al. 2015) Sin embargo, en la zona maxilar posterior (premolares y molares) la pérdida dentaria es seguida de la reabsorción del hueso alveolar y la neumatización del seno maxilar, lo que reduce la cantidad de tejido óseo disponible complicando la instalación de implantes. (Brugger, et al. 2015) Las opciones para afrontar la neumatización del seno maxilar en la zona de premolares y molares son, implantes cortos y la cirugía de elevación del piso del seno maxilar. La elevación del piso del seno maxilar se puede realizar por dos técnicas, la de elevación del piso sinusal con de técnica ventana lateral y la de elevación del piso sinusal con de técnica transalveolar. para elegir entre estas tres opciones debemos considerar aspectos individuales de cada caso clínico. De esta manera, las decisiones necesarias para la elección de un tratamiento protésico implanto soportado viable, en la planificación y ejecución del tratamiento son importantes para el éxito en cada caso y deben estar basadas en la evidencia científica reportada.

Cuando la altura ósea de la zona maxilar posterior esta disminuida en altura por la neumatización del seno maxilar. Las opciones actuales son: Implantes cortos, elevación del piso sinusal con de técnica ventana lateral y la de elevación del piso sinusal con de técnica transalveolar.

Hoy en día la cirugía de elevación del piso del seno maxilar con técnica de ventana lateral es una técnica quirúrgica probada y presenta una alta tasa de predictibilidad y éxito (Wallace SS, et al 2012). Además, la elevación del piso del seno maxilar con técnica transalveolar ha probado ser una alternativa a la técnica de ventana lateral que permite disminuir la morbilidad. Inicialmente, el relleno de elección utilizado para técnica de elevación del piso sinusal fue el autoinjerto (hueso propio del paciente) tomado de sitios extra orales (Myron N, et al 2014), en la actualidad se utiliza sustitutos óseos como el aloinjerto, xenoinjerto y aloplastos

(materiales sintéticos) lo que permite evitar un sitio donante y las complicaciones asociadas. (Myron N, et al 2014) El aloinjerto, mezcla de cortical y esponjoso permite que las partículas de hueso cortical con baja tasa de reabsorción mantenga la integridad estructural y el volumen del injerto, el hueso esponjoso poroso promueve la rápida reabsorción y revascularización permitiendo el desarrollo de células osteogénicas. (Myron et al. 2014).

En los últimos años, como complemento a los sustitutos óseos, se han utilizado los centrifugados sanguíneos como plasma rico en fibrina (PRF) que promueven la neoformación vascular y la cicatrización ósea, esto gracias a la presencia de factores de crecimiento.

El uso de plasma rico en fibrina (PRF) derivado de la sangre del propio paciente permite complementar la cirugía de elevación de piso de seno maxilar. (Choukroun J, et al 2006) Este puede ser usado como membrana, mezclado con injerto óseo particulado o en la técnica de sticky bone. El PRF ha demostrado favorecer la angiogénesis, proceso clave en la osteogénesis. (Kim J, et a 2017) Los distintos tipos de PRF (L-PRF y i-PRF) se obtienen con diferentes tubos y protocolos de centrifugado. El uso de una mezcla de sustituto óseo e i-PRF permite obtener una consistencia de masilla que favorece su colocación en la cirugía de elevación del piso sinusal y sus factores de crecimiento favorecen la neo vascularización necesaria para la neo formación ósea, (Shah R. Et al,2018) el objetivo de la cirugía de elevación del piso sinusal y el uso de sustitutos óseo y derivados plaquetarios es lograr un tejido óseo que permita la instalación de implantes y la posterior rehabilitación.

El tejido óseo obtenido después de la de elevación de piso de seno maxilar a demostrado ser viable para la instalación de implantes. (Qian, S. J. Et al, 2020) Una forma de evaluar esto es el estudio imagenológico que permite observar el aumento de volumen logrado, además un estudio histológico permite analizar las características del tejido óseo neoformado. (Qian, S. J. Et al, 2020). Después de la instalación del implante y del periodo de cicatrización ósea y lograda la oseointegración del implante, un parámetro clínico importante es la estabilidad del

implante que se puede evaluar a través de instrumentos como Osstel que permite medir el ISQ. Lo que se correlaciona con la cantidad de tejido óseo en contacto con la superficie del implante. (Scarano A, et al, 2006) Cada una de las etapas en el tratamiento restauraciones implanto asistidas en la zona del maxilar posterior que presenta neumatización del seno maxilar considera muchos factores que se deben evaluar y considerar en diagnóstico y la planificación del tratamiento. Este artículo presenta un caso clínico de una paciente de sexo femenino, de 52 años de edad, ASA 2 desdentado parcial maxilar en la zona de premolares y 1er molar izquierdo en relación a seno maxilar neumatizado.

De esta manera, fue analizada la evidencia científica para la toma de decisiones clínicas considerando las particularidades de un caso clínico en búsqueda de protocolos de tratamientos predecibles y con buen pronóstico a largo plazo en el caso de rehabilitaciones soportadas por implantes instalados en áreas con neumatización del seno maxilar.

MARCO TEÓRICO

1 . CARACTERÍSTICAS DEL MAXILAR DESDENTADO EN LA ZONA POSTERIOR

1. 2 Características Generales.

El maxilar en su zona posterior, después de la pérdida dentaria de premolares y molares, con frecuencia sufre la reabsorción del hueso alveolar y neumatización del seno maxilar, lo que produce una menor disponibilidad ósea vertical y horizontal. La reabsorción del hueso alveolar del maxilar presenta un patrón que afecta la tabla vestibular y la altura del reborde residual, lo que puede generar discrepancias intermaxilares, en estos casos es necesario recuperar el volumen óseo vestibular y la altura del reborde (Stacchi C. et al ,2018). La neumatización del seno maxilar disminuye el tejido óseo en altura lo que puede impedir la instalación de implantes en esa zona. Toda cirugía de implantes debe estar protésicamente guiada. Si la evaluación clínica determina que la relación intermaxilar es correcta y solo se requiere regenerar tejido óseo perdido por la neumatización del seno maxilar las opciones quirúrgicas son tres: 1) utilización de implantes cortos (< 8 mm), 2) Cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral y 3) Cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica transalveolar. (Nevins et al, 2006)

La elección de una técnica quirúrgica dentro de las opciones para el tratamiento de la zona posterior del maxilar debe ser realizada con el principio de terapia mínimamente invasiva cuyo objetivo es la reducción de la morbilidad, la disminución del tiempo y los costos del tratamiento. Sin embargo, el enfoque mínimamente invasivo no debe ser menos efectivo que otros métodos de tratamiento establecidos.

La evaluación de la relación intermaxilar determinará si la atrofia es mayormente causada por la reabsorción del reborde alveolar o la neumatización del seno maxilar. La morfología del reborde residual debe ser evaluada en ancho vestibulo-palatino considerando que el mínimo de tejido óseo que debe rodear el implante

es de 1.0 a 1.5mm para asegurar la estabilidad del tejido óseo marginal y el éxito a largo plazo.

Se debe evaluar también la altura ósea remante, si el piso del seno maxilar está ubicado a > 8 mm del reborde residual se puede instalar un implante standard sin otro procedimiento adicional.

En la mayoría de los casos de reborde desdentado en la zona maxilar posterior la altura desde el reborde al piso del seno maxilar es menor de 8mm y el clínico debe toma la mejor decisión dentro de las opciones quirúrgicas.

1. 2 Anatomía del seno maxilar.

El seno maxilar es el mayor de los senos paranasales y en el adulto contiene aproximadamente de 12 a 15 ml de aire. Es una estructura piramidal de base en relación a la fosa nasal, su porción superior forma el piso de la órbita, y en el ápice apunta hacia el hueso cigomático. El Ostium es un punto de drenaje ovalado en forma de hendidura ubicado en la zona superior de la pared medial, la distancia entre el ostium y el piso nasal varía entre 18 y 23mm (media 21,6 mm). El hecho de que el ostium este ubicado en una zona superior disminuye la posibilidad de bloqueo durante la cirugía de elevación del piso del seno maxilar. (Danesh-Sani SA, et al. 2016)

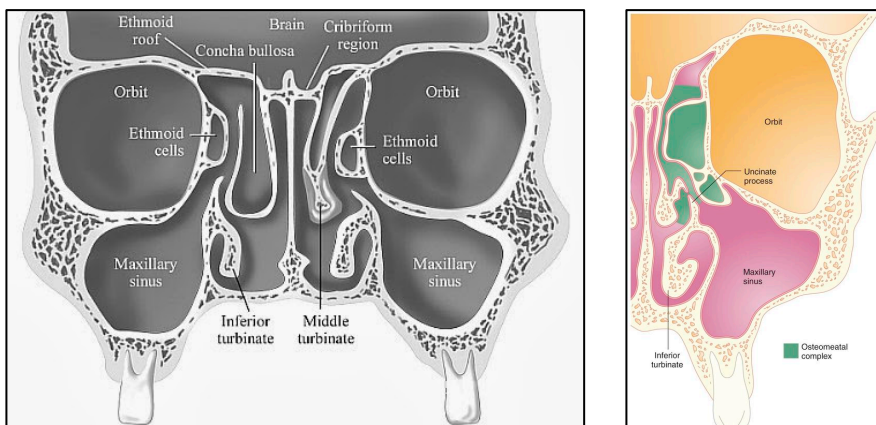


Figura 2: anatomía del seno maxilar se puede observar relación con la fosa nasal, los dientes y la órbita, en la imagen derecha se puede observar el sistema ósteomeatal muy importante para el drenaje del seno maxilar hacia las fosas nasales.

El piso del seno maxilar se extiende anteriormente hasta la región premolar o canina y posteriormente a la tuberosidad maxilar, en muchos casos su parte más baja está cerca del área del primer molar. El piso del seno maxilar es la pared más gruesa en adultos dentados, y esta aproximadamente al mismo nivel del piso nasal. En un paciente desdentado puede estar a 1cm por debajo del piso nasal. Los septum son estructuras óseas de hueso cortical y se ubican tanto en el plano horizontal como en el vertical en el piso del seno. Varios autores han observado la presencia de septum en el 25% al 31.7% de los senos maxilares, que pueden variar entre 2.5 y 12.7mm de longitud y se pueden encontrar en cualquier área del seno maxilar. Se encontró considerablemente más septum en las crestas edéntulas o atróficas que en los arcos parcialmente edéntulos o no atróficos. (Danesh-Sani SA, et al. 2016)

1.2.1 Irrigación del seno maxilar: La arteria alveolar superior posterior, la arteria orbitaria inferior, la arteria palatina mayor y la arteria eseno palatina son las ramas principales de la arteria maxilar que proporcionan suministro sanguíneo a las paredes óseas y la membrana sinusal. La ubicación de la arteria orbitaria inferior y la arteria alveolar superior posterior son importantes en la planificación quirúrgica, ya que el daño a estas arterias puede causar sangrado. Las dos arterias se reconectan entre sí y forman una doble arcada arterial, que abarca al seno maxilar. Esta anastomosis es extraósea (a 23-26 mm del borde alveolar) o endósea (16.4 a 19.6 mm del margen alveolar). La rama dental de la arteria alveolar superior posterior tiene una anastomosis endósea con la arteria inferior orbitario en todos los casos anatómicos disecados, pero esta anastomosis se encuentra radiográficamente en solo el 50% de los casos. (Kqiku L et al. 2013; Elian N et al. 2005; Solar P et al 1999)

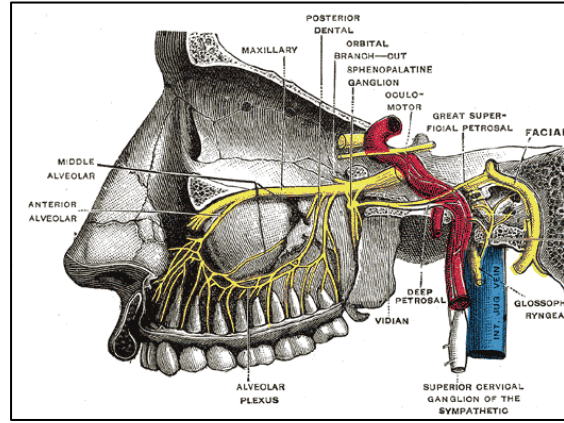
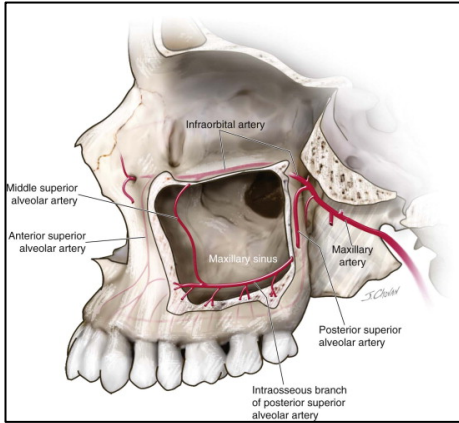


Figura 3: Irrigación del seno maxilar.: Inervación del seno maxilar.

1.2.2 Inervación del seno maxilar: La inervación del seno maxilar se resume en la tabla es importante, porque existe una conexión específica entre el sistema venoso del seno maxilar y el seno cavernoso que puede ser una ruta para la propagación de la infección del seno al cerebro.

Nervio	Área de inervación
Nervio alveolar superior medio y posterior	Pared posterior del seno
Nervio alveolar superior anterior	Pared anterior del seno
Nervio infraorbitario	Pared superior y parte de la pared medial
Nervio palatino mayor	Ostium y pared inferior del seno

Tabla 1: Inervación del seno maxilar

1.3 Mecanismos biológicos en la cirugía de elevación del piso del seno maxilar.

El procedimiento quirúrgico de la elevación del piso del seno maxilar crea un microambiente con características favorables, de acuerdo con los principios fundamentales de la regeneración ósea: cierre primario de la herida, presencia de suministro de sangre y células mesenquimáticas indiferenciadas, el mantenimiento del espacio y la protección del coágulo sanguíneo.

En el seno maxilar, la angiogénesis y la migración de células osteoprogenitoras se producen desde las paredes óseas del seno como respuesta directa al trauma

quirúrgico. Las citocinas y los factores de crecimiento, generalmente almacenados en la matriz extracelular, las células y las plaquetas, se liberan activamente dentro del coágulo después del evento traumático, iniciando y regulando el complejo proceso de curación ósea. (Wang HL, et al. 2006) La migración de las células osteoprogenitoras se promueve principalmente por la proteína ósea morfo genética (BMP), factor de crecimiento derivado de plaquetas, factor de crecimiento transformante β , factores de crecimiento similares a la insulina y factor de crecimiento de fibroblastos, mientras que el factor de crecimiento endotelial vascular es el principal iniciador en la angiogénesis. Estudios recientes demostraron que la contribución a la formación ósea de la membrana sinusal parece no ser clínicamente significativa.

La anatomía del seno, la técnica quirúrgica, el tipo de material de injerto y las características del implante desempeñan papeles cruciales para influir en los resultados biológicos de la elevación del piso del seno maxilar. Los estudios histomorfométricos informaron que cuanto más estrecha es la dimensión buco palatal de la cavidad sinusal, más rápida es la maduración requerida para lograr una cantidad adecuada de formación de hueso nuevo, tanto para abordajes laterales. (Soardi CM, et al. 2011; Avila G, et al. 2010) como transcrestales (Lombardi T, et al. 2017; Stacchi C, et al. 2018) Esto está de acuerdo con el patrón centripeto de nueva formación ósea, que se origina en las paredes lateral, medial y en el piso del seno maxilar. (20)

Las técnicas quirúrgicas deben ser consistentes con los principios biológicos. El objetivo final de los abordajes lateral y transcrestal es un desprendimiento adecuado de la membrana sinusal, con la consiguiente exposición de las paredes óseas vestibulares y palatinas. La elevación correcta de la membrana es un requisito previo fundamental para la regeneración ósea, ya que permite un contacto cercano entre el material injertado y el hueso huésped, favoreciendo la vascularización del injerto y la colonización celular. Numerosos estudios demostraron una correlación directa entre la elevación adecuada de la membrana, la formación de hueso nuevo y la estabilidad dimensional del injerto transcrestales (Lombardi T, et al. 2017; Stacchi C, et al. 2018; Busenlechner D, et al. 2009).

Además, se debe proporcionar un efecto de mantenedor del espacio adecuado para garantizar la estabilidad del coágulo en el área de regeneración durante el período de curación inicial. El uso de biomateriales particulados y/o la colocación inmediata del implante son necesarios para contrarrestar la presión positiva del aire intra sinusal asociada con la respiración.

1.4 Cirugía de elevación de piso de seno maxilar.

1.4.1 Cirugía de elevación de piso de seno maxilar: Técnica de ventana lateral.

La cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral, se describe en los 80s (Boyne & James 1980; Tatum 1986). Esta técnica quirúrgica consiste en el desplazamiento de la membrana sinusal a través de una ventana en la pared lateral del seno maxilar, creando un espacio vertical suficiente para el aumento del tejido óseo que permita la instalación de implantes. Los principios descritos para esta técnica no han cambiado significativamente. Una modificación en la técnica es la utilización de cirugía piezo eléctrica que disminuye el riesgo de perforación de la membrana sinusal.

1.4.2 Etapas de la técnica de elevación del piso del seno maxilar con ventana lateral.

Anestesia: El primer paso de esta técnica es la anestesia que se logra con la combinación de anestesia infiltrativa en la zona además del bloqueo de nervio palatino y nervio alveolar superior posterior.

Incisión: Se realiza una incisión vertical mesial y distal con una separación necesaria para levantar un colgajo adecuado, ambas unidas por una incisión paracrestal.

Levantamiento del colgajo: el colgajo se levanta con espesor completo de manera de exponer la cortical externa de la pared lateral del seno maxilar.

Osteotomía de la ventana lateral: El borde inferior de la ventana lateral debe estar 3mm sobre el piso del seno maxilar. La extensión posterior de la ventana puede estar sobre la tuberosidad, mientras que el borde anterior debe estar a unos 3 mm de la pared anterior del seno. La osteotomía puede ser preparada utilizando

pieza de mano rotatorio o instrumental piezoeléctrico, en ambos casos la irrigación es indispensable. El uso de una punta piezoeléctrica durante la preparación de la ventana ósea disminuye considerablemente el riesgo de perforación de la membrana. (Wallace SS et al. 2007;2012)

Las técnicas de "fractura incompleta" y "retiro de la pared" (wall-off) son dos formas de preparar la osteotomía de la ventana lateral. La técnica de "fractura incompleta" utiliza la isla ósea como un techo al decolar la membrana de Schneider y queda sobre el material del injerto, esta técnica no se puede lograr fácilmente en los senos estrechos. (Tatum Jr H. 1986) La técnica de "pared fuera" se elimina completa la isla ósea, lo que resulta en un mejor acceso al seno maxilar (Fig. 1b). Para ambas técnicas, es importante elevar la membrana sinusal de las paredes óseas circundantes y asegurarse de alcanzar la pared medial para obtener un espacio horizontal adecuado para los materiales de injerto. Una vez creado el espacio adecuado, los materiales de injerto deben colocarse en el sitio y todas las áreas deben ser llenadas cuidadosamente. (Garg AK et al. 1997)

Se ha reportado que el tamaño de la ventana lateral influencia significativamente la maduración y consolidación del injerto. Específicamente, la curación ósea podría verse obstaculizada cuando se abre una ventana grande, debido a una disminución en la neo-angiogénesis y el suministro celular. (Avila-Ortiz et al. 2012) Se demostró que una ventana de tamaño reducido no afectaba ni a la seguridad del procedimiento ni al tiempo quirúrgico, pero parecía reducir las molestias postoperatorias. (Baldini N et al. 2017)

Decolado de la membrana sinusal: En la cirugía de elevación de piso de seno maxilar la reabsorción y reemplazo del injerto inicial ocurre desde las células de la periferia del injerto, es decir desde el tejido óseo de las paredes del seno maxilar. Por esto el desprendimiento adecuado de la membrana sinusal, con la consiguiente exposición del piso sinusal y las paredes óseas vestibulares y palatinas, es crucial para la rápida y predecible vascularización y colonización del injerto por parte de las células mesenquimatosas osteoprogenitoras, las principales bases biológicas para la neo-formación ósea, obteniendo en consecuencia un menor tiempo de para la maduración del injerto. La elevación de

la membrana desde la pared palatina es importante por dos puntos: primero, la arteria nasal posterior se ubica en la pared medial del seno lo que podría ser un aporte sanguíneo adicional al injerto. (Flanagan D. et al. 2005) Segundo, el cuidadoso y completo desprendimiento de la membrana disminuye la tensión y el riesgo de perforación.

Un estudio plantea que es importante asegurar la irrigación del injerto en la cirugía de elevación de piso de seno maxilar y para ello es esencial la elevación de la membrana sinusal de la pared medial. Concluye que cuando la distancia vestibulo-palatina del injerto es menor a 12.1mm se puede usar aloinjerto o xenoinjerto y si es mayor a 12.1mm se debe usar autoinjerto, ya que es necesario el potencial osteogénico de éste. (Ho-Yeol Jang, et al. 2010). Otro estudio evaluó la influencia de la distancia entre la pared ósea vestibular y palatina. Los resultados histológicos mostraron que el porcentaje de neo-formación ósea vital es inversamente proporcional a esta distancia. (Soardi CM, et al. 2011) Cuanto más estrecha es la cavidad sinusal, más corto es el tiempo de maduración requerido para lograr una cantidad adecuada de hueso nuevo.

El llenado de la cavidad con el biomaterial de injerto debe realizar sin generar exceso de presión sobre la membrana y ocupar completamente la cavidad asegurando el contacto íntimo entre las paredes óseas del seno maxilar y el biomaterial de injerto, principal prerrequisito para la nueva formación ósea.

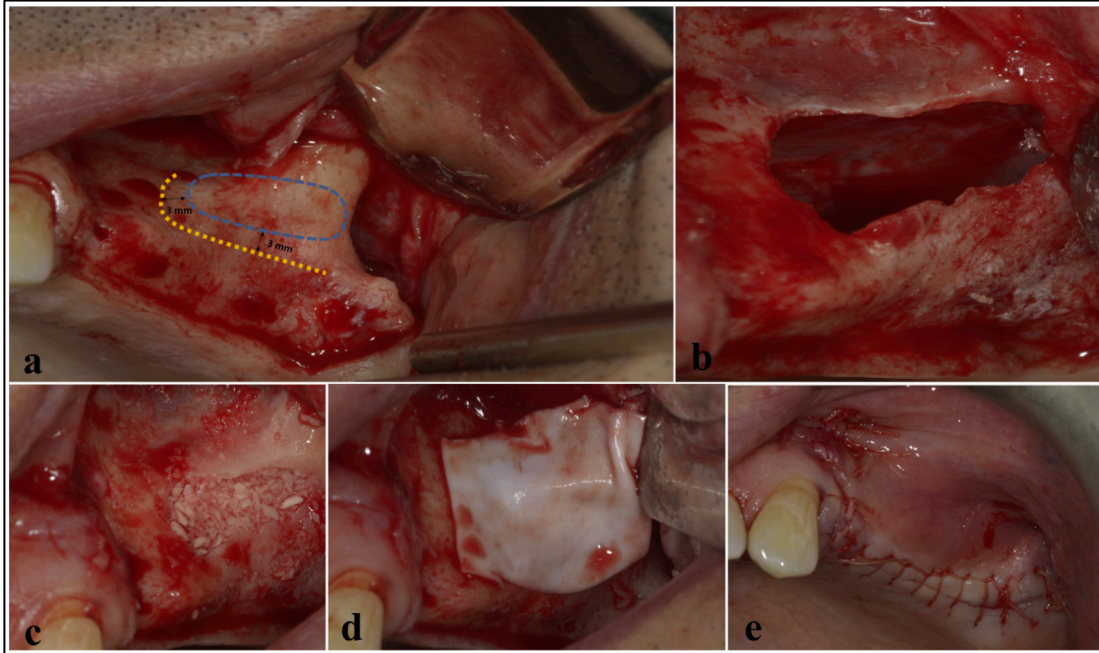


Figura 4: Pasos quirúrgicos de la técnica de ventana lateral. (a) Diseño de ventana lateral (osteotomía): ventana ubicada a 3 mm de la pared anterior y a 3 mm del suelo sinusal. (b) Retiró de la ventana lateral y elevación de la membrana de Schneider. (c) Colocación del material de injerto. (d) Membrana barrera de colágeno sobre la ventana. (e) Cierre del colgajo. (Danesh-Sani SA, et al. 2016)

1.4.3 Técnica de osteotomía crestal o transalveolar TSFE.

La técnica de osteotomía crestal fue descrita por primera vez por Summers en 1994 como una técnica mínimamente invasiva para elevar el piso del seno maxilar mediante la compresión del hueso apicalmente hacia el seno logrando el levantamiento de la membrana de Schneider. (Summers 1998) Esta técnica reduce la morbilidad del paciente y preserva la integridad de las paredes del hueso sinusal, fuente más importante de sangre y células osteogénicas. Esta técnica se modificó con la adición injerto de hueso particulado en la osteotomía. Esta es una opción bien conocida para pacientes con una altura ósea residual de más de 5mm. Varios estudios han reportado una buena tasa de supervivencia (entre 93.5% - 100%) para los implantes colocados en el seno utilizando esta técnica. (Del Fabbro et al. 2012)

Después de que el área de osteotomía ha sido expuesta levantando un colgajo o utilizando una técnica sin colgajo, se utiliza una fresa de 2 mm para preparar el

hueso hasta 1mm del piso del seno. (Pejturesson B. et al. 2014) La osteotomía se expande a 0.5-1.2mm menos que el tamaño del implante que se instalara utilizando fresas de osteotomía o una secuencia de osteótomos. Posteriormente, se insertan partículas de hueso en la osteotomía y se empujan hacia el seno golpeando ligeramente. La fractura de la cortical del suelo sinusal se puede detectar mediante un cambio en la resistencia entre el osteótomo y el hueso, o un cambio en el sonido del golpeteo. Se debe evitar el avance del osteótomo hacia el seno, ya que aumenta el riesgo de perforación de la membrana sinusal.

Después de la técnica inicial descrita por Summer se han desarrollado muchas otras técnicas. Dependiendo del protocolo quirúrgico, la apertura del piso sinusal se puede realizar utilizando osteótomos, (Trombelli L. et al 2014) fresas especialmente diseñadas, (Cosci F. et al. 2000) o dispositivos ultrasónicos. (Troedhan A. 2014) La elevación de la membrana sinusal se puede realizar, ya sea por inserción gradual de biomaterial bien hidratado o mediante presión hidrodinámica.

En la actualidad no hay evidencia científica que demuestre la superioridad de alguna de estas técnicas, por lo que se necesitan ensayos clínicos comparativos.

Mientras que de elevación de piso de seno maxilar con la técnica de Summers puede elevar de manera segura la membrana unos pocos milímetros, las mejoras recientes en técnicas permiten aumentos más significativos y pueden usarse incluso con alturas verticales mínimas de hueso nativo. (Gonzalez S, et al .2014)

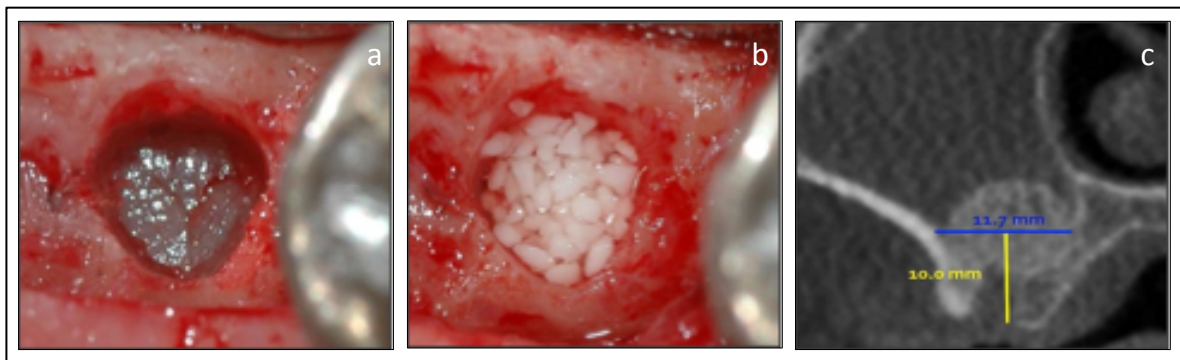


Figura 5: Muestra la técnica transalveolar de elevación del piso sinusal; en la primera foto se observa la osteotomía, que puede ser realizada con, osteótomos, fresas específicas o con instrumentos ultrasónicos, donde se puede ver la integridad de la membrana sinusal; segunda foto la elevación de la membrana puede ser realizada insertando directamente material particulado y la tercera foto muestra la adecuada elevación de la membrana (exposición de la pared vestibular y palatina) con el material en contacto directo con las paredes del seno, lo que es un resultado predecible en senos estrechos. (Stacchi C, et al. 2020)

Una de las principales desventajas de esta técnica es la de trabajar a ciegas, lo que impide detectar pequeñas perforaciones y, lo más importante, no se puede controlar y guiar la elevación de la membrana de Schneider. De hecho, los incrementos progresivos de la presión del biomaterial ó hidrodinámica separan la membrana sinusal del piso y las paredes del seno siguiendo las zonas de menor resistencia. La consecuencia es que una elevación adecuada de la membrana (exponiendo las paredes lateral y medial del seno) es un resultado predecible solo para las cavidades sinusales con un ancho vestíbulo-palatino limitado. Por otro lado, las elevaciones en forma de cúpula sin exposición de las paredes laterales y mediales son una ocurrencia común en los senos anchos, creando un ambiente con un potencial regenerativo relativamente bajo. Recientemente se demostró que la formación de hueso nuevo, después de elevación de piso de seno maxilar con la técnica transcresal, tiene una correlación negativa alta con el ancho del seno. En las cavidades grandes (> 12 mm), se informó que la cantidad de hueso recién formado era solo del 3% después de 6 meses de cicatrización. (Stacchi C, et al. 2018) La técnica es más predecible en los senos estrechos que en los anchos. (Spinato S, et al. 2015)

A pesar de esta falta de previsibilidad en términos de formación de hueso nuevo, los implantes insertados en combinación con elevación del piso del seno maxilar con técnica transalveolar logran una tasa de supervivencia de hasta 96.0%. (Emmerich D, et al.2005) Sin embargo, en la gran mayoría de los estudios incluidos en esa revisión sistemática, los implantes se colocaron en crestas alveolar con altura ósea nativa > 5 mm, en las que el soporte del tejido recién

formado no fue crucial para la supervivencia del implante.

Varios autores coinciden en que para realizar la técnica de osteotomía crestal transalveolar de elevación del piso del seno maxilar el clínico debe manejar muy bien la técnica de ventana lateral. Esto, ya que algunas complicaciones durante la técnica de osteotomía crestal se resuelven por el acceso lateral.

1.5 Instalación simultánea o diferida del implante.

Tradicionalmente, la instalación de implantes en la técnica de ventana lateral es después de un periodo de cicatrización (técnica en dos etapas o diferida), sin embargo, la instalación de implantes puede ser realizada simultánea a la cirugía de elevación de piso de seno maxilar cuando la cresta alveolar residual proporciona una estabilidad primaria adecuada. Este enfoque, fue descrito por primera vez por Whittaker en 1989, (Whittaker et al. 1989) reduciendo la morbilidad y acorta la duración del tratamiento. Sin embargo, se deben considerar algunos inconvenientes potenciales al seleccionar un procedimiento de una etapa. Existe riesgo de desplazamiento del implante en el intra y en el postoperatorio hacia la cavidad sinusal, lo que se asocia con una mala calidad ósea y una altura de cresta residual insuficiente. En el caso del desplazamiento accidental, el implante debe ser retirado inmediatamente para minimizar el riesgo de complicaciones infecciosas y evitar su migración hacia estructuras adyacentes, como los senos etmoidales y esfenoidales, la órbita y las fosas craneales. (González-García A et al. 2012) Además, un ensayo clínico aleatorizado se ha sugerido que existe un riesgo ligeramente mayor de falla del implante cuando se realizan en conjunto elevación del piso sinusal e instalación del implante en pacientes con altura ósea residual entre 1 y 3mm. (Felice P, et al 2014)

En el **protocolo simultáneo** se realiza la cirugía de elevación de piso de seno maxilar y la instalación de los implantes en la misma cirugía. Una vez logrado el acceso lateral y decolada la membrana de Schneider se instalan los implantes y luego se rellena el seno maxilar con el sustituto óseo.

En el **protocolo diferido** primero se realiza la cirugía de elevación de piso de

seno maxilar y en una segunda etapa, después del periodo de cicatrización ósea, aproximadamente seis meses, se instalan los implantes. El parámetro más importante para tomar la decisión entre estas dos opciones es la estabilidad primaria del implante, lo que depende de la altura y la densidad del tejido óseo remanente, de la forma y el diámetro del implante y de la preparación del lecho. Se ha considerado una altura mínima de 5mm. para la instalación de implantes en el momento de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar (Katsuyama & Jensen. 2011), aunque otros autores proponen que el mínimo es de 4mm. (Pjetursson, et al. 2008).

Desde un punto de vista biológico, la técnica de dos etapas da como resultado un mayor porcentaje de formación de hueso nuevo que en la técnica de una etapa. (Lundgren S, et al. 2017) Una posible explicación involucra varios factores biológicos. Primero, la contracción del coágulo sanguíneo durante las primeras fases de curación puede provocar el desprendimiento de la red de fibrina de la superficie rígida del implante de titanio, mientras que las partículas del injerto están sujetas a fuerzas más bajas debido a su mayor área de contacto superficial y su inclusión dentro del coágulo. En segundo lugar, cuando el implante se coloca en una segunda etapa quirúrgica, el contacto directo entre el implante y el hueso circundante, incluso cuando no está completamente mineralizado, genera tensión ósea debido a una ligera expansión. Las señales de tensión, que dependen de la elasticidad del tejido, son reguladores importantes para la formación de nuevo hueso. (Menicucci G, et al. 2012) En tercer lugar, si el implante se inserta unos meses después de la elevación del piso sinusal, el segundo trauma quirúrgico actúa como un nuevo estímulo positivo para la angiogénesis y la migración de células osteoprogenitoras, posiblemente mejorando la calidad final del tejido recién formado.

1.6 Elección del material de relleno en cirugía de elevación de piso de seno maxilar.

Si bien, varios materiales son utilizados como sustituto óseo en la cirugía de elevación de piso de seno maxilar, es importante conocer y considerar las

características que son necesarios en un material de injerto para ser utilizado en esta técnica quirúrgica. (Del Fabbro M, et al. 2008)

Dentro de los biomateriales utilizados encontramos autoinjerto, aloinjerto, xenoinjerto, aloplásticos y factores de crecimiento. La selección de uno de estos materiales de injerto aún es controversial. El material ideal para injerto debería reunir las siguientes características: osteogénico, osteoinductivo y osteoconductor.

La **osteogénesis** aprovecha la presencia de osteoblastos residentes en el injerto para generar directamente hueso nuevo. La **osteoinducción** es un proceso químico debido a la presencia en el biomaterial de moléculas de señalización o factores de crecimiento (BMP), capaces de inducir la diferenciación de las células mesenquimales locales en osteoprogenitores. (Triplett RG, et al.2009) Finalmente, la **osteokonducción** es un proceso físico en el cual un injerto simplemente actúa como un andamio para la formación de hueso nuevo, pero requiere la presencia de células formadoras de hueso, reclutadas del hueso huésped.

1.6.1 Tipos de injerto.

Autoinjerto: Injerto del mismo paciente, puede ser tomado desde un sitio intra o extra oral. Es osteogénico, osteoconductor, osteoinductivo y biocompatible, se define como el “gold standard” entre los materiales de injerto. (Precheur. 2007) Es una fuente de células, factores de crecimiento, y proteína morfogenética, sin riesgo de antigenicidad o infección cruzada. La desventaja de este tipo de injerto está en la necesidad en la mayoría de los casos de un segundo sitio quirúrgico, lo que incrementa los tiempos de la cirugía, los riesgos quirúrgicos y la morbilidad asociada. Además, los sitios donantes intraorales entregan una cantidad limitada de injerto, lo que hace que se utilice en combinación con otros tipos de injerto (aloinjerto, xenoinjerto o aloplástico). Por último para los autoinjertos presentan una alta tasa de reabsorción, sobre el 40% (Tosta et al 2013, Wallace et al. 2003) y sobre el 45% a los 6 meses (Lambert F, et al. 2011). En contraste un estudio actual muestra que auto injerto tomado de sitios intraorales muestran buena estabilidad dimensional en el tiempo. (Maddalone M, et al. 2018)

Aloinjerto: Injerto obtenido de cadáver de la misma especie, es osteoconductor y sirve de andamio que mantiene el espacio para la formación de nuevo tejido óseo. La ventaja del aloinjerto es su disponibilidad y suficiente volumen sin la morbilidad de un segundo sitio quirúrgico. (Avila-Ortiz G et al. 2012; Chaushu G et al. 2010)

Xenoinjerto: Injerto obtenido de cadáver de animal de diferente especie, actúa como material osteoconductor de baja tasa de reabsorción en cirugía de aumento de piso de seno maxilar, actúa bien como mantenedor de espacio, presenta alta radiopacidad lo que permite identificarlo bien en los estudios imagenológicos. (Bassil J et al. 2013; de Vicente JC et al. 2010; Barone A et al. 2012)

Injertos aloplásticos: Son materiales sintéticos como polímeros, sulfatos de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio, o pueden presentarse de forma natural, como hidroxiapatita derivada de corales y algas. Los materiales de injerto aloplásticos generalmente se consideran únicamente osteoconductor, sin propiedades osteoinductoras. Varios estudios han demostrado la efectividad de su uso en la elevación del piso del seno maxilar, solo o junto con otros materiales de injerto. (Dasmah A et al 2012; Froum SJ et al 2008)

En los años 90s se inicia la evaluación de injertos y sustitutos óseos, para los procedimientos de regeneración tisular guiada y regeneración ósea guiada, dentro de estos también para la cirugía de elevación de piso de seno maxilar (Jensen et al. 1998; Lundgren et al. 1996). El material ideal para la cirugía de elevación de piso de seno maxilar debe favorecer una acelerada nueva formación de tejido óseo en la zona del defecto y además entregar una buena estabilidad volumétrica en el tiempo. En la actualidad no hay un material que cumpla con todas estas características. Se propone el uso de tejido óseo particulado autólogo mezclado con un sustituto óseo de baja tasa de reabsorción. El hueso autólogo permite la rápida formación de nuevo tejido óseo en el área del defecto y el sustituto óseo de baja tasa de reabsorción permite una buena estabilidad volumétrica en el tiempo. (Jensen et al. 1996; Buser et al. 1998; Schlegel et al. 2003; Jensen et al. 2006) En la actualidad el hueso autólogo para injerto se toma del mismo sitio quirúrgico,

para minimizar la morbilidad, pero esto limita la cantidad de hueso que se puede obtener. (Miron et al. 2013).

En general, la supervivencia de los implantes es similar independiente de los tipos de injerto óseo, solos o combinados entre sí. (Wallace SS et al 2007). Del Fabbro et al. mostró que la tasa de supervivencia de los implantes colocados en los senos maxilares aumentados con hueso autógeno fue ligeramente menor que los implantes colocados en los senos aumentados solo con sustitutos óseos o injertos de materiales mixtos. (Del Fabbro M et al 2008)

El uso de membrana de colágeno tipo I reabsorbible sobre la ventana ósea vestibular es preferible, ya que protege el injerto de la invasión de células del tejido blando del colgajo vestibular durante el periodo de cicatrización inicial. Una revisión sistemática muestra mayor supervivencia de implantes en pacientes en que la ventana lateral es cubierta por una membrana de colágeno (Pjetursson et al. 2008).

1.7 Complicaciones de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar.

1.7.1 Perforación de la membrana de Schneider.

La perforación de la membrana de Schneider es la complicación quirúrgica más común durante el levantamiento de la membrana del piso sinusal, y la incidencia varía entre 20% y 44% durante el abordaje de ventana lateral. (Zijderveld SA et al. 2008). La perforación de la membrana Schneider es un factor de riesgo para complicaciones post operatorias y falla del injerto. (Tükel HC et al. 2018)

Existen factores de riesgo anatómico para la perforación de la membrana del seno, como senos estrechos, presencia de septum y membrana fina (< 1 mm). (Tükel HC et al. 2018). Factores de la técnica también influyen como es el uso de cirugía piezoeléctrica disminuye el riesgo de perforación de la membrana y el adelgazar la pared ósea de la ventana antes de retirarla asegura mantener la integridad de la membrana. (Stacchi C et al 2017)

Cho y col. estudió la relación entre la prevalencia de perforación y el ancho del seno, y demostró que el riesgo de perforación es mayor (62.5%) cuando la membrana se refleja en las regiones anteriores estrechas donde se encuentran las

paredes lateral y medial del seno en un ángulo de menos de 30 °, y disminuye a 28.6% cuando se acerca a la parte media (30 °-60°) y se convierte en cero cuando alcanza la región posterior (> 60 °). (Cho SC et al 2001)

Los resultados del estudio de Schwarz L. sugieren que la presencia de tabiques o septum sinusales y una altura ósea residual inferior a 3,5 mm son los principales factores de riesgo que aumentan las tasas de perforación de la membrana sinusal. Se encontró una mayor prevalencia de sinusitis en los casos de perforación de la membrana sinusal (31,4%) a pesar del cierre intraoperatorio con membranas reabsorbibles (Bio-Guide). Los fumadores generalmente exhibieron mayores posibilidades de complicaciones. (Schwarz L et al. 2015)

Para evitar la perforación de la membrana, se deben realizar la evaluación tridimensional integral del tamaño y la posición de los tabiques, presencia de enfermedades del seno y el grosor de la pared lateral, la cresta residual y la membrana. (Schwartz-Arad D et al. 2004) También es importante evaluar la presencia de comunicación oroantral. El manejo del levantamiento del colgajo es crítico cuando hay una comunicación oroantral o un borde alveolar y/o una pared lateral fina. (Katranji A et al 2008) Para evitar la perforación en casos de fístula oroantral, pueden ser útiles los colgajos de espesor parcial. Si hay septum presentes, es crucial diseñar la ventana de una manera que proporcione un mejor acceso para los instrumentos mientras se eleva la membrana para minimizar el riesgo de perforación y mejorar la vista del sitio quirúrgico. (Tarnow DP et al. 2000; Zijderveld SA et al. 2008)

El tratamiento de una perforación es lograr una cobertura estable del área perforada para contener el material del injerto. (Tarnow DP et al. 2000; Testori T et al 2008) El primer paso en el tratamiento de una perforación es elevar la membrana circundante para reducir la tensión sobre la región y evitar un desgarro adicional. (Vlassis JM et al 1999) El tamaño y la posición de la perforación deben ser evaluados. Si una perforación es pequeña, existe la posibilidad de que se repare sola mediante la formación de un coágulo o por la formación de una sobre posición de la membrana sinusal. Si la perforación es grande (> 5mm), debe estar cubierto por una membrana reabsorbible que sirva como barrera entre el seno y el

material de injerto. (Vlassis JM et al 1999) Es importante estabilizar la barrera sobre el área perforada para limitar el posible movimiento de la membrana al colocar material de injerto. En perforaciones extensas (> 10 mm), se recomienda el uso de una gran membrana reabsorbible que se extiende sobre la pared lateral y se estabiliza mediante tachuelas o suturas. (Testori T et al 2008 ; Vlassis JM et al 1999; Karabuda C et al , 2006)

1.7.2 Sangramiento.

La lesión de la arteria maxilar durante la preparación de la ventana lateral provoca sangrado. Para evitar esto, la posición de la arteria debe evaluarse preoperatoriamente con cone beam. (Zijderveld SA et al. 2008) Los instrumentos utilizados para preparar la ventana pueden influir en el riesgo de complicaciones. (Woo I et al 2004) La cirugía piezoeléctrica, que funciona con baja frecuencia vibraciones ultrasónicas y tiene una acción de corte selectiva, tiene una menor incidencia de lesión de vasos y de la membrana. (Wallace SS et al 2012) Las técnicas para detener el sangrado son la elevación de la cabeza del paciente, la aplicación de presión directa y firme y el uso de vasoconstrictores locales. Otras intervenciones incluyen electro cauterización, suturar el vaso o compresión del hueso que rodea la arteria. (Zijderveld SA et al. 2008) Aunque el electrocauterio es a menudo el método más conveniente, debe usarse con precaución debido al riesgo de perforación de la membrana. (Katranji A et al 2008; Wallace SS et al 2003)

1.7.3 Sinusitis.

Una complicación post operatoria es la sinusitis, se ha observado una mayor incidencia de sinusitis cuando se produce ruptura de la membrana de Schneider durante la cirugía de elevación del piso del seno maxilar (31.4%) desarrollaron sinusitis después de la ruptura intraoperatoria de la membrana, mientras que solo 6.2% de los senos con una membrana intacta desarrollaron signos de inflamación postoperatoria ($P < .001$) (Schwarz L et al. 2015). Otro factor de riesgo para la sinusitis postoperatoria fue el tabaquismo con una prevalencia de sinusitis del 26,2% en los fumadores en comparación con el 3,7% en los no fumadores (p

<0,001). (Schwarz L et al. 2015). Los datos anteriores sugieren que para los fumadores un OR de 12.3 (P <.001) y después de la ruptura intraoperatoria de la membrana de Schneider un OR de 10.5 (P <.001) de riesgo de presentar sinusitis post operatoria. (Schwarz L et al. 2015).

1.8 Uso de derivados plaquetarios.

1.8.1 Plasma rico en fibrina (PRF) y Stiky bone.

El plasma rico en fibrina (PRF), fue descrito por el Dr. Choukroun el 2006 como una segunda generación del plasma rico en plaquetas, y se propone el uso de PRF en combinación con aloinjerto en la cirugía de elevación de piso de seno maxilar. Choukroun comparó la histología de aloinjerto solo, como grupo control, versus aloinjerto en combinación con PRF, como grupo estudio. Los resultados encontrados fueron, que el grupo control a los 8 meses y el grupo estudio a los 4 meses mostraban las mismas características histológicas (maduración del tejido óseo y la cantidad de hueso nuevo formado). (Choukroun et al. 2006)

El PRF es usado de dos formas: el coagulo se toma y se fracciona para ser mezclado con el injerto particulado y la otra el coagulo se comprime entre dos gasas para obtener una membrana que puede ser utilizada sobre la ventana ósea o en la zona de la incisión para favorecer la cicatrización.

1.8.2 Tipos de PRF: i-PRF y L-PRF.

L-PRF fibrina rica en leucocitos y plaquetas, es un derivado autólogo de la sangre del paciente el que puede ser obtenido fácilmente y a bajo costo. L-PRF se obtiene de una muestra sanguínea (9-10ml) el cual es inmediatamente centrifugado en un tubo de vidrio sin anticoagulante. La coagulación comienza durante el centrifugado, aparecen tres fases rápidamente en el tubo: En el fondo del tubo células rojas, plasma acelular en la parte superior como sobrenadante (plasma pobre en plaquetas) y el en el medio coagulo de L-PRF. El coagulo de fibrina rico en plaquetas ($\pm 95\%$ de la sangre inicial) y leucocitos ($\pm 50\%$ de la sangre inicial) puede ser transformado en membrana de aproximadamente 1mm de espesor con compresión cuidadosa. La membrana de L-PRF libera gran cantidad de diferentes factores de crecimiento y proteínas de matriz y por un largo

periodo de tiempo (por lo menos 7 días), además la membrana de L-PRF permanece más de 7 días intacta (incluso más de 28 días en cultivo), debido a polimerización y arquitectura específica de la matriz de fibrina. In vitro L-PRF muestra alta estimulación en la proliferación de las células testeadas particularmente en los fibroblastos y pre-queratinocitos, esto durante más de 28 días. (Pinto et al. 2018)

i-PRF fibrina rica en plaquetas inyectable, que se obtiene a partir del centrifugado inmediato de sangre venosa del propio individuo, en un tubo plástico lo que inhibe el proceso de coagulación, se obtienen dos fases, en el fondo células rojas y en la parte superior un líquido translucido amarillento que contiene plaquetas, células blancas y factores de la coagulación aún sin coagular. El i-PRF aporta concentraciones elevadas de factor de crecimiento vascular endotelial, factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), y factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), entre otras proteínas que inician y coordinan el proceso reparativo. El i-PRF puede ser mezclado con cualquier sustituto óseo particulado y después de 1 a 4 minutos forma una masa cohesiva de consistencia de masilla. (Shah. Et al. 2019)

Stiky bone es una mezcla de tejido óseo particulado o un sustituto óseo particulado más i-PRF lo que produce una aglomeración de la mezcla dándole una consistencia de masilla moldeable durante la manipulación. El sustituto óseo particulado puede ser además complementado con L-PRF que se segmenta y se mezcla antes de agregar el i-PRF. El Sticky bone favorece el proceso regenerativo (revascularización) por los factores de crecimiento presentes y además por su consistencia mejora la estabilidad dimensional en el tiempo.

1.9 Elección de implante para cirugía de elevación de piso de seno maxilar.

Cuando se elige un implante para la zona maxilar posterior en que se realizara o se ha realizado una cirugía de elevación de piso de seno maxilar se debe considerar: forma del implante (cónico vs. paralelo), tipo de rosca del implante, diámetro del implante, y superficie del implante. Los dos primeros aspectos están influenciados además de los factores anatómicos por la estabilidad primaria del implante. Los estudios han demostrado que la estabilidad es mejor en implantes

tapered/conical y de diámetro mayor según la disponibilidad ósea. (Romanos et al. 2014; Schiegnitz et al. 2016). En relación a la superficie del implante muchos estudios han demostrado que la superficie tratada presenta mayores tasas de éxito y supervivencia. (Chiapasco et al. 2009)

Otro aspecto importante que se debe considerar en relación a la elección del implante es el protocolo de fresado que se utilizara, la elección de un implante auto roscado con un protocolo de sub-fresado podría mejorar la estabilidad primaria del implante y el pronóstico del tratamiento.

1.10 Estabilidad del implante. RFA y ISQ

Uno de los factores importantes a considerar a evaluar es la estabilidad del implante, para esto se ha desarrollado un aparato Osstell que mide a través de análisis de frecuencia de resonancia la estabilidad del implante a través del ISQ que es el cociente de estabilidad del implante.

Análisis de frecuencia de resonancia (RFA): El instrumento genera fuerzas a través de un efecto piezo y la respuesta oscilatoria es amplificada, analizada, graficada y mostrada numéricamente como una unidad llamada cociente de estabilidad del implante (ISQ)

Cociente de estabilidad del implante (ISQ): Es la unidad de medida obtenida a través de la medición con el análisis de frecuencia de resonancia y que entrega información de la estabilidad del implante, el ISQ se mide en una escala que va de 0 a 100, menos de 60 es baja estabilidad y sobre 70 es alta estabilidad.

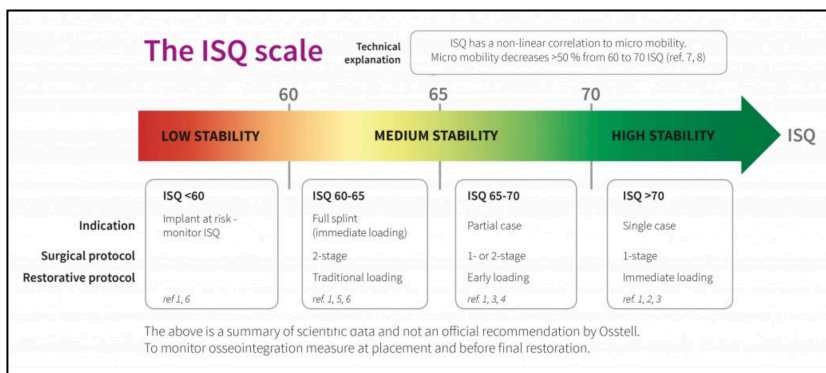


Figura 6: Escala de estabilidad del implante medida en ISQ, es una escala que va de 0 a 100, menos de 60 es baja estabilidad y sobre 70 es alta estabilidad, además propone posibilidad de tratamientos en relación al ISQ.

Un estudio plantea una correlación entre el BIC (porcentaje de hueso en contacto con la superficie del implante) y el ISQ. El resultado muestra una correlación estadística positiva entre el examen con RFA y BIC. (Scarano et al. 2006). Por lo que se podría considerar que el ISQ es similar al porcentaje de tejido óseo neo formado en contacto con la superficie del implante.

OBJETIVOS

General:

Analizar la literatura disponible, en relación a la toma de decisiones clínicas para la instalación de implantes en la zona maxilar posterior con neumatización del seno maxilar, que permita establecer un protocolo predecible y con buen pronóstico.

Específicas:

Presentar un caso clínico en que las decisiones clínicas se toman en base al protocolo propuesto basado en la evidencia científica disponible.

Presentar los resultados de las distintas etapas de un caso clínico en que las decisiones clínicas se toman siguiendo el protocolo propuesto basado en la evidencia científica disponible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda

El estudio se construyó con base en el principio PICO: Población (pacientes con neumatización del seno maxilar), Intervención (elevación del piso del seno maxilar), Comparación (implantes cortos) y Resultado (sobrevida y éxito de los implantes). La pregunta de investigación basada en el enfoque PICO fue: ¿cuál es el protocolo de las acciones clínicas en los casos de pacientes que presentan neumatización del seno maxilar?

Este trabajo es una presentación de caso que se complementa con un revisión de la literatura. Las palabras claves fueron, Short dental implant, Maxillary sinus floor, Maxillary sinus floor elevation, se usaron para la búsqueda de publicaciones: Clinical trial, Meta-analisis, Randomized controlled trial y Sistematic review. La búsqueda se realizó hasta mes de junio del año 2021 y se actualizo a octubre de 2022, en la base de datos electrónica, PubMed.

Construcción de la búsqueda	Búsqueda de palabras	Resultados
#1	Short dental implant	551
#2	Maxillary sinus floor	409
#3	Maxillary sinus floor elevation	209
#1 AND #2 AND #3 (1999 -2022)		18

Tabla IV: Construcción de la búsqueda.

Se realizó una búsqueda manual libre en Google Scholar, durante el mes de junio del año 2021, en donde se utilizó los mismos términos.

5.2 Criterios de elección

Se realizó la revisión de los títulos, seleccionando los títulos de interés para lectura del resumen y la selección para lectura completa. Se buscaron referencias de los artículos seleccionados en busca de artículos de interés para ser incluidos.

Los criterios de exclusión fueron estudios in vitro y la falta de disponibilidad del artículo completo. Los títulos fueron seleccionados por un solo revisor.

5.3 Resultados de la búsqueda

La búsqueda entregó un total de 645 artículos en Pubmed, desde el año 2000 al 2022. Los cuales fueron examinados en base a títulos y resúmenes.

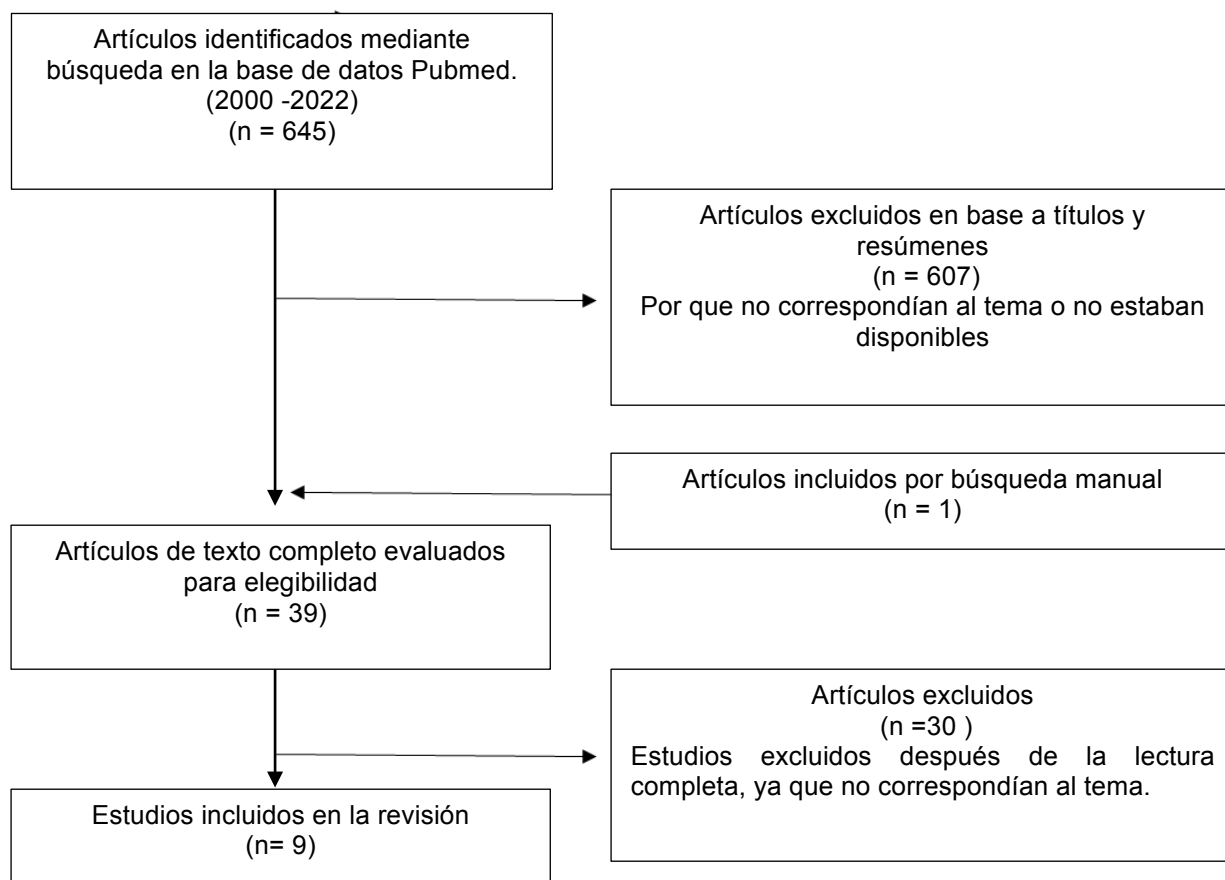


Figura: Flujograma de búsqueda bibliográfica.

RESULTADOS

Se escogieron 9 estudios para su análisis, los que se muestran según el nivel de evidencia:

3 estudios clínicos:

Magdy, M., Abdelkader, M. A., Alloush, S., Fawzy El-Sayed, K. M., Nawwar, A. A., Shoeib, M., & EINahass, H. (2021). Ultra-short versus standard-length dental implants in conjunction with osteotome-mediated sinus floor elevation: A randomized controlled clinical trial. *Clinical implant dentistry and related research*, 23(4), 520–529. <https://doi.org/10.1111/cid.12995>

Zhou, Y., Shi, Y., Si, M., Wu, M., & Xie, Z. (2021). The comparative evaluation of transcrestal and lateral sinus floor elevation in sites with residual bone height ≤ 6 mm: A two-year prospective randomized study. *Clinical oral implants research*, 32(2), 180–191. <https://doi.org/10.1111/clr.13688>

Qian, S. J., Mo, J. J., Si, M. S., Qiao, S. C., Shi, J. Y., & Lai, H. C. (2020). Long-term outcomes of osteotome sinus floor elevation with or without bone grafting: The 10-year results of a randomized controlled trial. *Journal of clinical periodontology*, 47(8), 1016–1025. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13260>

1 estudio clínico multi-céntrico:

Thoma, D. S., Haas, R., Sporniak-Tutak, K., Garcia, A., Taylor, T. D., & Hämmerle, C. H. F. (2018). Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-Year data. *Journal of clinical periodontology*, 45(12), 1465–1474. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13025>

3 Revisiones sistemáticas con meta-análisis:

Lin, Z. Z., Jiao, Y. Q., Ye, Z. Y., Wang, G. G., & Ding, X. (2021). The survival rate of transcrestal sinus floor elevation combined with short implants: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *International journal of implant dentistry*, 7(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40729-021-00325-y>

Moraschini, V., Uzeda, M. G., Sartoretto, S. C., & Calasans-Maia, M. D. (2017). Maxillary sinus floor elevation with simultaneous implant placement without grafting materials: a systematic review and meta-analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 46(5), 636–647. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.01.021>

Shi, Q. H., Luo, Y., Cheng, Y. T., Huo, H., Wu, C., & Liao, J. (2022). The Prognostic Outcome of Transalveolar Sinus Floor Elevation With or Without Grafting Materials: A Meta-analysis. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 37(5), 869–878. <https://doi.org/10.11607/jomi.9758>

1 Revisión sistemática:

Starch-Jensen, T., & Schou, S. (2017). Maxillary Sinus Membrane Elevation With Simultaneous Installation of Implants Without the Use of a Graft Material: A Systematic Review. *Implant dentistry*, 26(4), 621–633. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000617>

1 estudio de cohorte:

Gatti, F., Gatti, C., Tallarico, M., Tommasato, G., Meloni, S. M., & Chiapasco, M. (2018). Maxillary Sinus Membrane Elevation Using a Special Drilling System and Hydraulic Pressure: A 2-Year Prospective Cohort Study. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 38(4), 593–599. <https://doi.org/10.11607/prd.3403>

CASO CLÍNICO

Para la toma de las decisiones clínicas se utilizó el siguiente protocolo basado en la literatura científica actual.

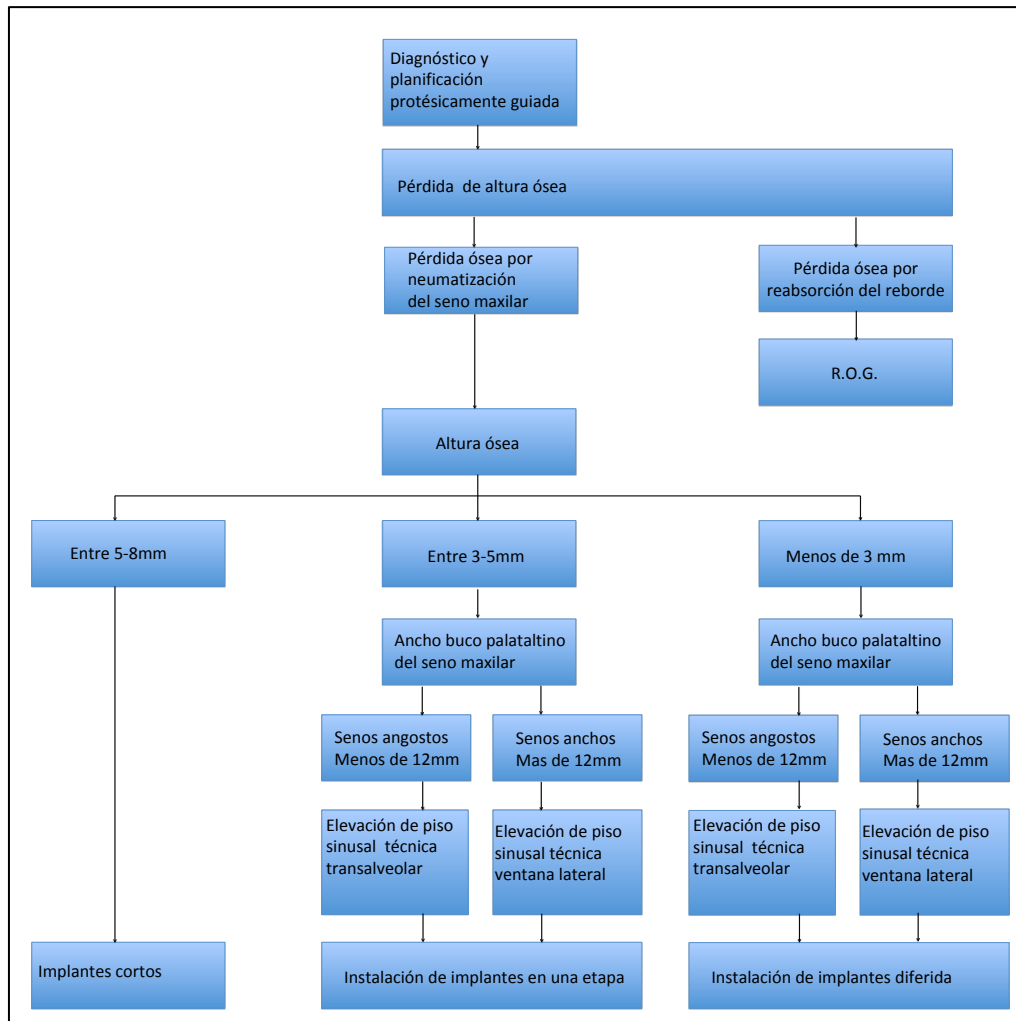


Figura 7: protocolo de tomas de decisiones

Paciente sexo femenino de 52 años de edad, ASA 2, se presenta a la clínica de postgrado de Implantología buco maxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Motivo de consulta: “Quiero recuperar todos los dientes que me faltan”.

Al examen clínico se observa maxilar desdentado parcial con ausencia de dientes 1.4, 2.5, 2.7; el molar 2.6 extruido e inclinado con indicación de exodoncia. La

paciente asiste con examen imagenológico cone beam antiguo en el que se observa seno maxilar izquierdo neumatizado, el molar 2.6 presenta raíces en relación al seno maxilar con escaso tejido óseo en altura y exposición de furca.

Se realiza el examen clínico y el diagnóstico integral y funcional. Basado en la literatura actual para la toma de decisiones, se planifica como tratamiento final prótesis fija implanto soportadas en la zona de dientes ausentes 1.4, 2.5, 2.6 y 2.7. Las etapas del tratamiento son: 1ro. Exodoncia de molar 2.6; 2do Dos meses después de la exodoncia, cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral; 3ro Seis meses después de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar, cirugía de instalación de implantes en zona 1.4, 2.5, 2.6 y 2.7. 4to Cuatro meses después de la instalación de implantes cirugía de conexión y rehabilitación.

Las etapas de evaluación: evaluación clínica inicial y en cada una de las etapas, evaluación imagenológica cone beam CT (inicial, después de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar y final después de la instalación de los implantes), evaluación histológica de muestra tomada en el momento de la instalación de los implantes para evaluar el tejido óseo neo formado y evaluación estabilidad del implante una semana después de la cirugía de conexión.

DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTO

Se realiza diagnóstico funcional e integral con montaje en articulador semi ajustable whip mix en relación céntrica. Se hace el ajuste oclusal definiendo la posición final de los dientes maxilares 2.5, 2.6 y 2.7. Se puede observar en el montaje en articulador que las relaciones intermaxilares son adecuadas y que solo se debe recuperar las coronas de los dientes ausentes. En el cone beam se observa el molar 2.6 extruido, mesio-inclinado y con exposición de la furca por lo que se indica la exodoncia, el tejido óseo remanente es insuficiente en altura. Las posibilidades quirúrgicas en este caso son: i) Utilización de implantes cortos (< 8 mm), ii) Cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral y iii) Cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica transalveolar.

(Nevins et al. 2006) En este caso considerando el gran volumen que se quiere recuperar y el ancho vestíbulo palatino del seno maxilar en la zona posterior se contraindica la técnica transcrestal, y la altura ósea remanente es menor de 3 mm lo que impide el uso de implantes cortos y la técnica simultanea de instalación de implantes. Por lo señalado se toma la decisión de realizar la cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral con instalación diferida de los implantes.

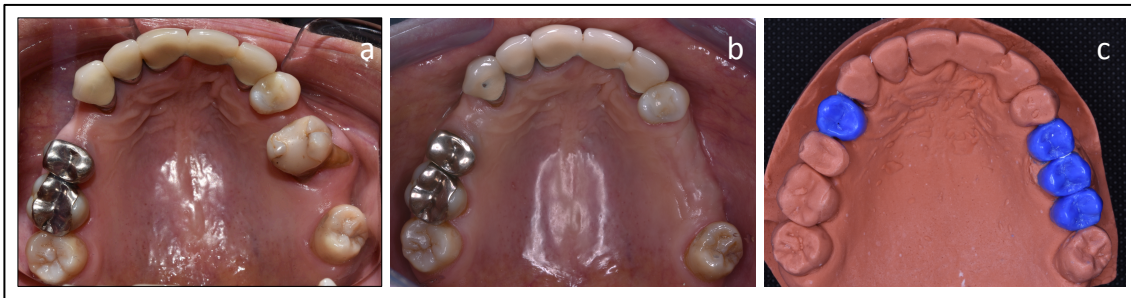


Figura 8: imagen izquierda muestra vista oclusal inicial en que se puede observar molar 2.6 mesio inclinado y extruido; imagen central muestra modelo maxilar con encerado diagnóstico de planificación protésica; imagen de la derecha es una vista oclusal 8 semanas después de la exodoncia del molar 2.6.

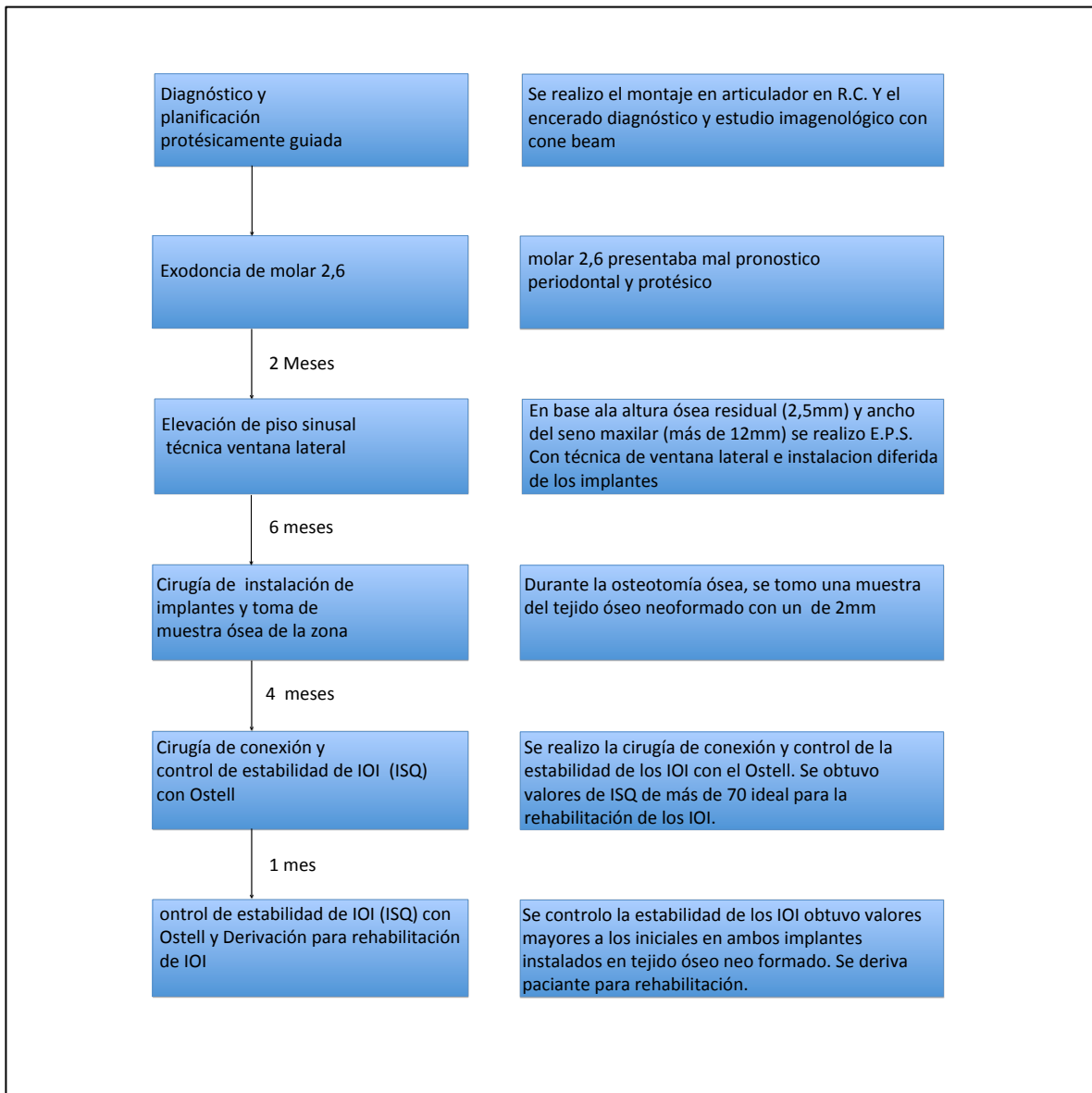


figura 9: En el esquema siguiente se pueden observar las etapas del tratamiento

Se planifica como tratamiento la rehabilitación maxilar con prótesis fija implanto soportada de los dientes 1.4-2.5-2.6-2.7; se programa cirugía de elevación de piso de seno maxilar complementada con uso de stiky bone y la instalación diferida de implantes en la zona de dientes 1.4-2.5-2.6-2.7.

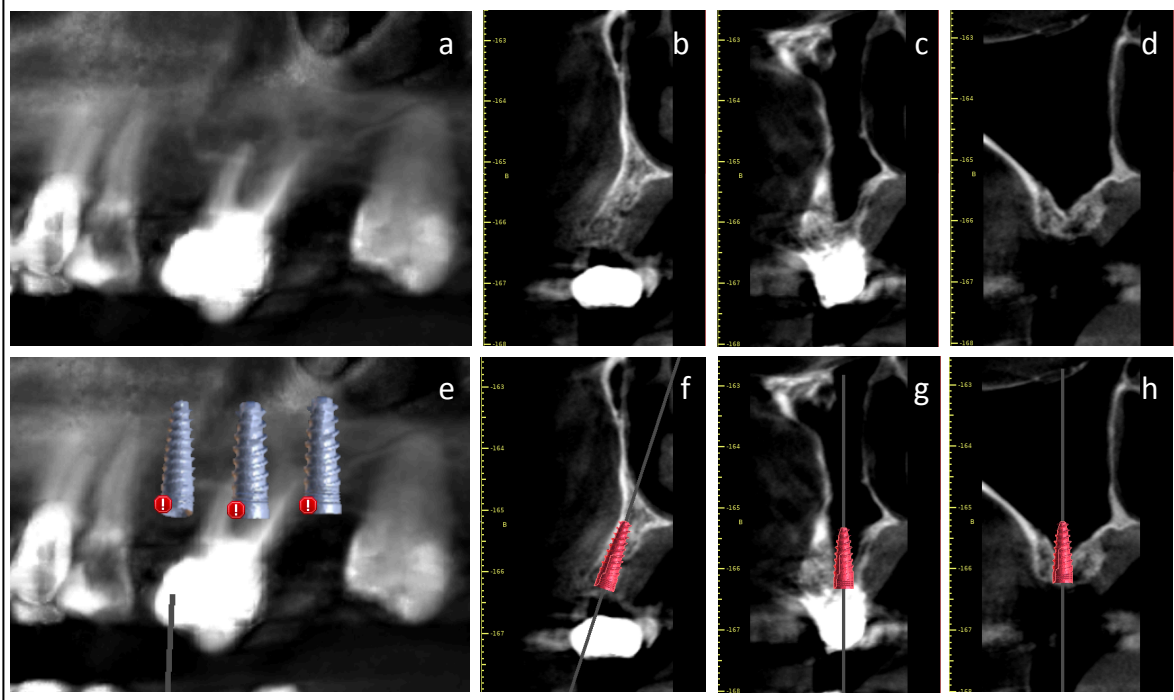


Figura 10: Cone beam maxilar inicial y planificación quirúrgica. Las imágenes muestran el molar 2.6 extruido y mesio inclinado con mal pronóstico protésico por lo que se indica su exodoncia. Se puede observar que el tejido óseo remanente presenta altura mínima 3.5mm en 2.6 y 3mm en 2.7 y un gran ancho VP de 11mm 2.6 y 12.5 mm en 2.7.

Figura: Planificación quirúrgica muestra que los implantes en la posición 2.6 y 2.7 quedan instalados dentro del seno maxilar por lo que es necesario elevar el piso del seno maxilar.

ETAPAS QUIRÚRGICAS

Exodoncia de molar 2.6

Se decide realizar la exodoncia de molar 2.6, ya que tenía mal pronóstico protésico y periodontal por exposición de la furca.

Se utilizó anestesia articaína al 4% (Septanest clorhidrato de articaína 4%-epinefrina 1/100.000 Septodont) técnica infiltrativa por vestibular y palatino 1 tubo y medio.

La exodoncia del molar 2.6 se realizó con técnica atraumática, primero odontosección y exodoncia de cada raíz por separado, curetaje del alveolo, él que se rellena con membrana de colágeno reabsorbible Colla tape (Zimmer Collagen

Tape) que se sutura para fijarla en el alveolo. La duración de la cirugía fue 1:30 hrs.

Existía la posibilidad de regenerar la zona al momento de realizar la exodoncia del molar 2.6 pero se decide privilegiar la cicatrización el tejido blando, para lo cual se utiliza una membrana de colágeno reabsorbible Colla tape (Zimmer Collagen Tape) con la que se rellena el alveolo después de la exodoncia, esta que se fija con sutura. La ROG de la zona se evaluará en el momento de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar.

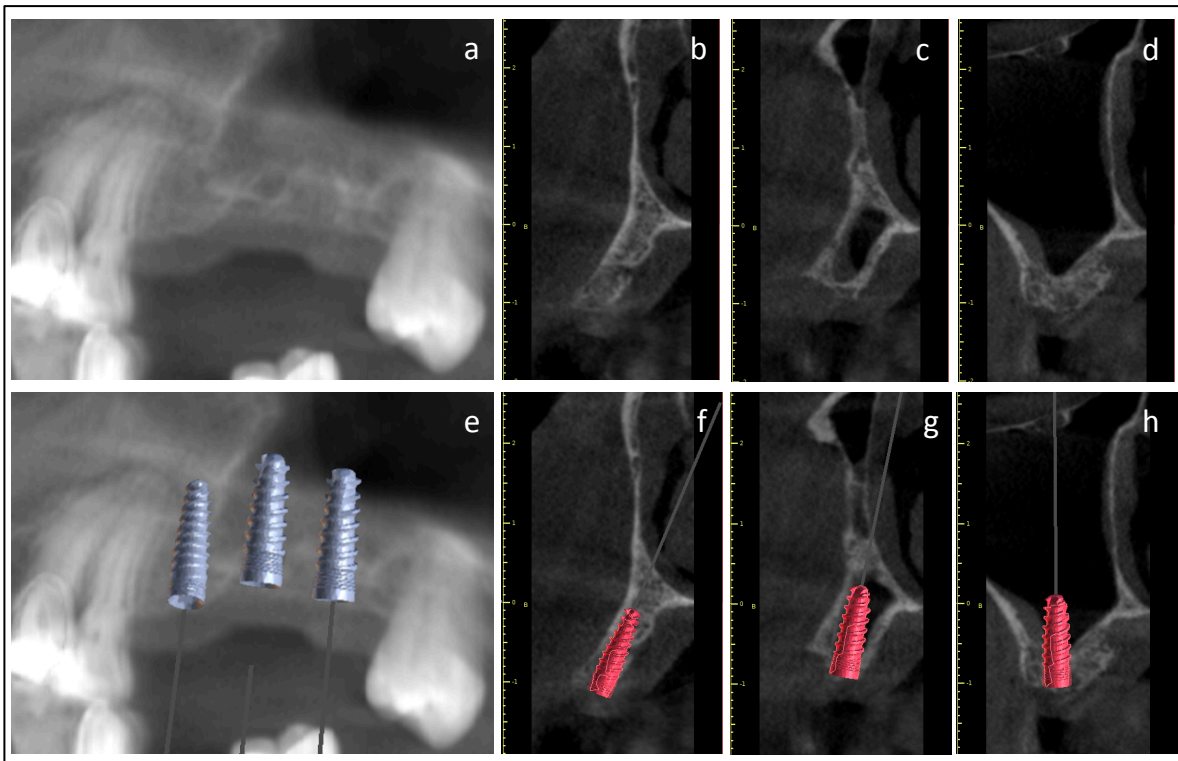


Figura 11: Imagen de cone beam maxilar de control 8 semanas después de la exodoncia de molar 2.6 se puede observar mínima cantidad de tejido óseo en altura. Se programa elevación de piso de seno maxilar.

Cirugía de elevación de piso de seno maxilar izquierdo (8 semanas posterior a la exodoncia de 2.6).

Técnica anestésica: Se utilizó anestesia articaína al 4% (Septanest clorhidrato de articaína 4%- epinefrina 1/100.000 Septodont) técnica infiltrativa por vestibular y palatino 4 tubos.

Se realizó colgajo muco-periostico supracrestal con una descarga mesial y otra distal para exponer la pared lateral del seno maxilar, para la ventana ósea vestibular de forma oval se utilizó piezo eléctrico con irrigación continua con suero fisiológico, se levantó la ventana ósea junto con la membrana sinusal hacia el seno dejándola como techo, se decoló cuidadosamente la membrana sinusal sin perforarla, para el relleno se usó stiky bone, el que se lleva cuidadosamente al seno maxilar para rellenar hasta los márgenes óseos de la ventana vestibular la que se cubre con una membrana de PRF y sobre esta una membrana reabsorbible de colágeno tipo I (Membrana de colágeno reabsorbible BioMend Mem-lok).

Preparación de PRF y Sticky bone.

Para la obtención del i-PRF y el L-PRF se utilizó el protocolo del pabellón de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

Protocolo para i-PRF 1800 rpm por 8 minutos tubo blanco.

Protocolo para L-PRF 1800 rpm por 8 minutos y 2800 rpm por 8 min tubo rojo.

Para este caso el Sticky bone se preparó mezclando 2cc de hueso particulado (Aloinjerto Puros cortico esponjoso, partículas de 0.25-1.0mm) más dos membranas de colágeno que se cortaron en trozos muy pequeños, a esta mezcla se agregó finalmente i-PRF lo que después de unos minutos permite obtener consistencia de masilla.

Se logra cierre completo por primera intención del colgajo sin tensión, se sutura (nylon 5/0) y se cita a control. Duración de la cirugía 2:30 hrs.

Indicaciones post operatorias: Amoxicilina 1 gr Cada 12hrs, continuar con tratamiento por 7 días. Celecoxib 20 mg cada 12hrs por 4 días. Paracetamol 1 gr S.O.S y enjuague con digluconato de clorhexidina al 0.12% enjuague 3 veces al día. Se cita a control en 7-10 días para evaluación de la cicatrización y retiro de puntos de sutura.

Control a los 6 meses de cirugía de elevación de piso de seno maxilar

Se cita a paciente a control a los 6 meses post cirugía de elevación del piso del seno maxilar, se solicita con nuevo cone beam para evaluar el resultado y planificar la cirugía de instalación de implantes.

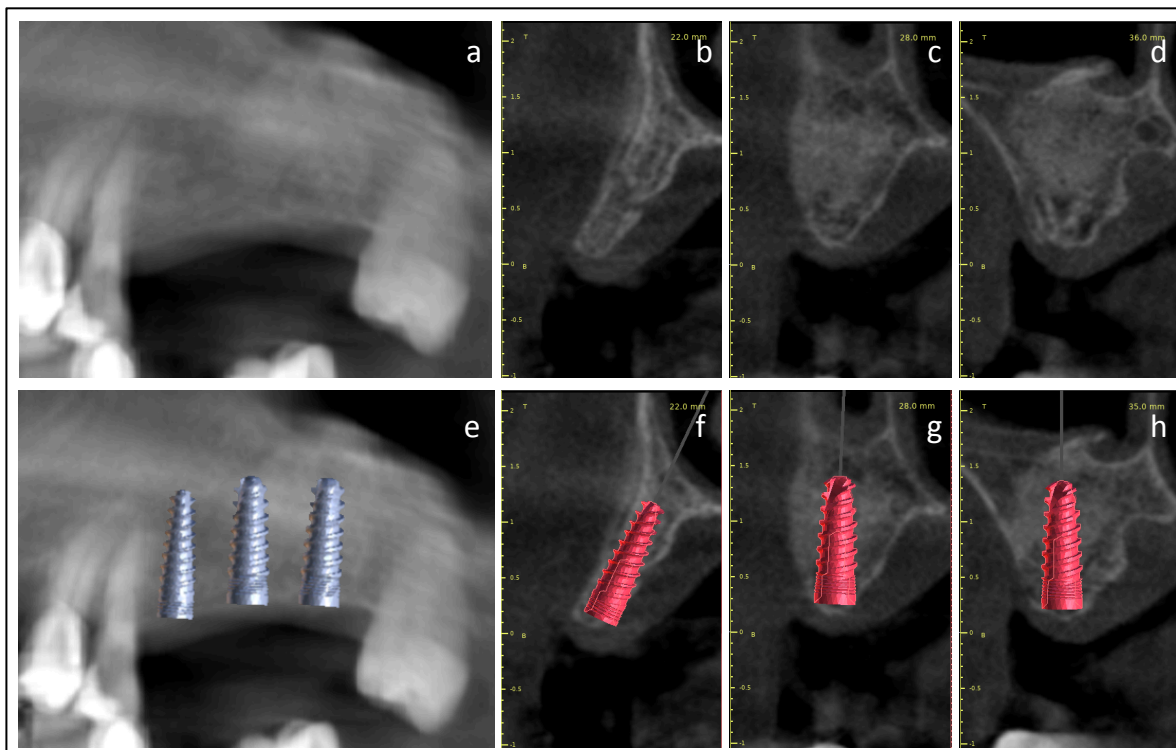


Figura 12 (a,b,c,d): Cone beam maxilar control a los 6 meses post cirugía de elevación de piso de seno maxilar, se puede observar el aumento de volumen óseo, la nueva altura ósea en la zona de 2.6 es de 14mm y en la zona de 2.7 es de 15mm.

Figura12 (e,f,g,h): Cone beam maxilar control a los 6 meses post cirugía de elevación de piso de seno maxilar, se muestra planificación quirúrgica de los implantes en la posición 2.5 en tejido óseo nativo y 2.6-2.7 en zona de elevación de piso de seno maxilar.

Cirugía de instalación de implantes en zona 2.5-2.6-2.7

La elección de los implantes se realiza considerando las características del tejido óseo neo formado y buscando obtener la mayor estabilidad primaria, para esto se elige, un implante con un macro diseño cilíndrico cónico con roscas compactadoras (Romanos et al. 2014; Schiegnitz et al. 2016) Además se eligió la superficie tratada que presenta mayores tasas de éxito y sobrevida. (Chiapasco et

al. 2009) Para cumplir con estas características se eligió el implante Seven de la empresa MIS.

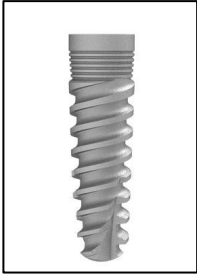


Figura 13: Implante Seven de la empresa MIS implants, se puede observar que en su cuello es cónico y hacia el ápice se vuelve cilíndrico, sus espiras son de sección cuadra que disminuyen en grosor hacia el ápice lo que permite compactar el tejido óseo al ser instalado asegurando una alta estabilidad primaria.

Además, se decidió utilizar una técnica de sub fresado de modo de favorecer el compactado óseo durante la instalación de los implantes.

Técnica anestésica: se utilizó anestesia articaína al 4% (Septanest clorhidrato de articaina 4%- epinefrina 1/100.000 Septodont) técnica infiltrativa por vestibular y palatino 2 tubos.

Se realizó colgajo muco-periostico supracrestal desplazado a palatino.

Para la osteotomía en zonas 2.6 y 2.7 se utilizó como primera fresa trefina (Hu Friedy, Chicago, Illinois, Estados Unidos) de 2mm de diámetro interno para toma de muestra histológica y luego protocolo de fresado de caja quirúrgica Mis Seven y técnica de subfresado para favorecer la estabilidad primaria. En diente 2.5 se utilizó protocolo de fresado convencional. Se instalan implantes: 2.5 (MIS Seven 3,3/11,5mm), 2.6(MIS Seven 3,75/11,5mm) y 2.7(MIS Seven 3,75/11,5mm). Se logra cierre completo por primera intención sin tensión, se sutura y se cita a control. Duración de la cirugía 1:00 hr.

Indicaciones post quirúrgicas: Amoxicilina 1 gramo cada 12hrs, continuar con tratamiento por 7 días. Celecoxib 20 mg cada 12hrs por 4 días. Paracetamol 1 gr S.O.S y enjuague con digluconato de clorhexidina al 0.12% 3 veces al día. Se cita a control en 7-10 días para evaluación de la cicatrización y retiro de puntos de sutura.

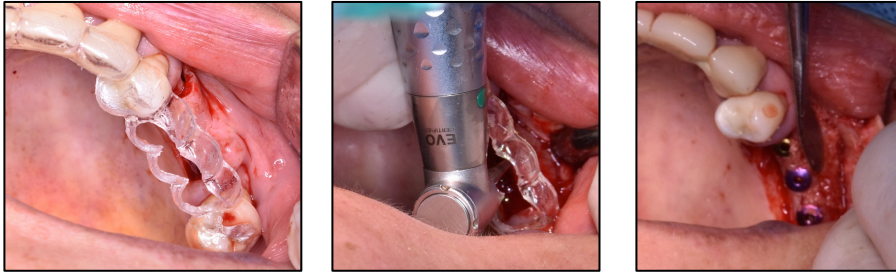


Figura 14: Cirugía de instalación de implantes en zona 2.5-2.6-2.7. En la imagen izquierda se observa guía quirúrgica no estricta que permite marcar la posición protésicamente guiada de los implantes. En la imagen derecha se observan los implantes instalados con sus tapas: 2.5 (MIS Seven 3,30/11,5mm)- 2.6(MIS Seven 3,75/11,5mm)- 2.7(MIS Seven 3,75/11,5mm).

**Control histológico: zona de cirugía de elevación de piso de seno maxilar:
Microscopia con tinción.**

Las muestras tomadas con trefina durante la cirugía de instalación de implantes fueron depositadas en un frasco con 20 ml de para formaldehído, Una vez cumplido el tiempo de fijación las muestras fueron desmineralizadas en solución de EDTA al 4.13%, la que fue recambiada una vez por semana hasta los 21 días, para luego iniciar los procesos de corte, inmunohistoquímica y microscopía óptica y confocal.

Cortes: Las muestras ya desmineralizadas fueron lavadas con solución buffer fosfato-salina (PBS) y sometidas a crio preservación en solución de PBS con sacarosa al 15% por dos horas para luego repetir esta etapa en igual solución al 30% por 24 horas. La muestra embebida en solución crio preservante fueron situadas en un medio de montaje para seccionamiento por congelación (Tissue-tek OCT Compound, Sakura Finetek, Torrance, CA, USA) y congeladas a -25°C . Se realizaron cortes de 25 micrones mediante una cuchilla Leica desechable 819, en un criostato (Leica CM- 1900) operado a -25°C . Las secciones obtenidas fueron montadas en portaobjetos numerados previamente cargados con poli-lisina. Los cortes se almacenaron bajo refrigeración a 4°C . Secciones representativas fueron teñidas con Hematoxilina- Eosina para caracterización y análisis de las muestras obtenidas.

Inmunofluorescencia e inmunomarcaje: Para realizar los inmunomarcajes, las secciones montadas en portaobjetos fueron rehidratadas en PBS e incubadas por una hora en una solución de bloqueo (compuesta por 1% de albúmina de suero bobino (BSA), 1% suero de caballo y 0.3% Triton X-100 + solución PBS).

Luego se agregaron los anticuerpos primarios, diluidos en solución de bloqueo y se dejaron actuar durante 12 hrs. a una temperatura de 4°C. Los cortes fueron sometidos a cinco lavados de PBS de 10 min cada uno. Los anticuerpos secundarios también fueron diluidos en una solución de bloqueo (1:500) y luego de ser agregados se dejaron actuar durante 1 hora a temperatura ambiente; por último, son lavados con PBS. Finalmente, los núcleos son marcados con DAPI (0.25 µg/ml) por 10 min. Las muestras fueron lavadas con PBS y cubiertas con medio de montaje (Dako Industries, Carpintería, CA, USA) para ser almacenadas en cajas plásticas a 4°C para su posterior análisis con microscopía.

Los cortes procesados fueron observados con microscopio confocal (Nikon C1 Plus y Zeiss Axion imager Z1), el cual opera con tres láser de distintas longitudes de onda de emisión (405, 488 y 555 nm). Los fluorocromos asociados a los anticuerpos secundarios fueron Alexa Flúor 488 goat anti-mouse en verde, Alexa Flúor 555 goat anti-rabbit en rojo y DAPI en 405 nm en azul. Los registros digitales fueron procesados mediante los programas EZ-C1 3,90 (Nikon Corporation) e Image J (NH, Bethesda, MD, USA) para proyecciones de máxima intensidad. Para ajustes de brillo y contraste se utilizó el programa Adobe Photoshop CS4 (Adobe Systems, Mountain View, CA, USA).

Control histológico: zona de cirugía de elevación de piso de seno maxilar.

Osteogénesis: Imágenes de microscopía óptica con tinción **Hematoxilina-Eosina**.

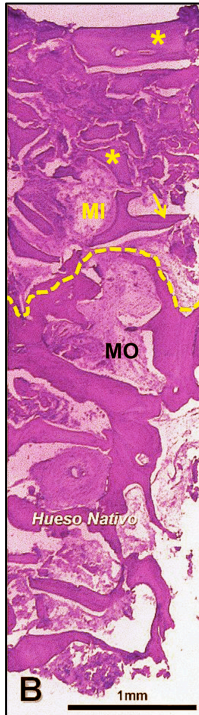


Figura 15: Imágenes de microscopía óptica con tinción Hematoxilina- Eosina. Se observa corte longitudinal de la muestra de tejido tomado durante la cirugía de instalación de implantes en la zona del seno maxilar que fue injertado. Se distingue, una zona caudal que corresponde el hueso nativo. La línea amarilla es el límite con la zona craneal, que corresponde al tejido injertado, se puede observar partículas de hueso de aloinjerto (Puros Cortico-Cancellous Particulate Allograft 2cc/0.25-1.0mm) y formación de matriz mineralizada. Se observa la integración de las partículas de aloinjerto (asterisco) con un hueso reticular incipiente (flecha amarilla). Tinción con Hematoxilina-Eosina (HE). Escala de barra = 1 mm.

Osteogénesis: Zona del injerto con microscopía óptica con tinción HE.

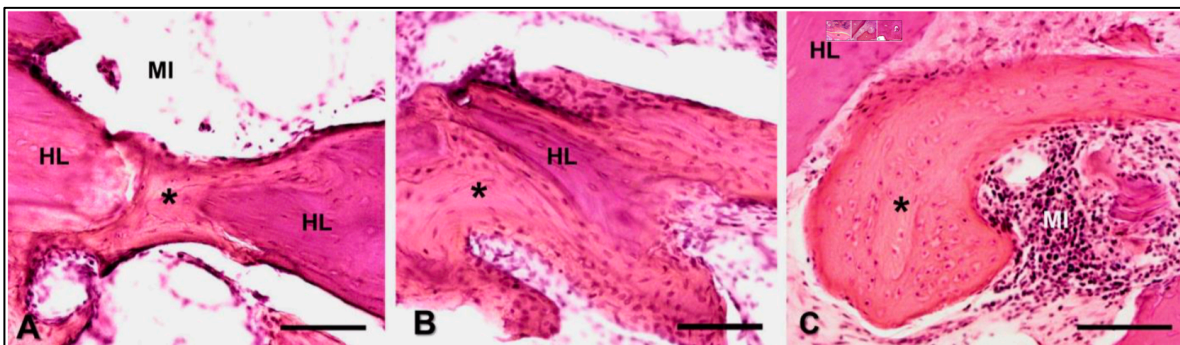


Figura 16: Osteogénesis: Zona del injerto con microscopía óptica con tinción HE.

A) Se observa dos partículas de aloinjerto (HL), que presenta una estructura laminar, unidos por hueso reticular regenerado (*). **B)** partícula de aloinjerto rodeada por aposición de hueso regenerado. **C)** Proceso de hueso regenerado de tipo reticular inmerso en la matriz del injerto (MI).

Angiogenesis: Imágenes de microscopía óptica con tinción Hematoxilina-Eosina.

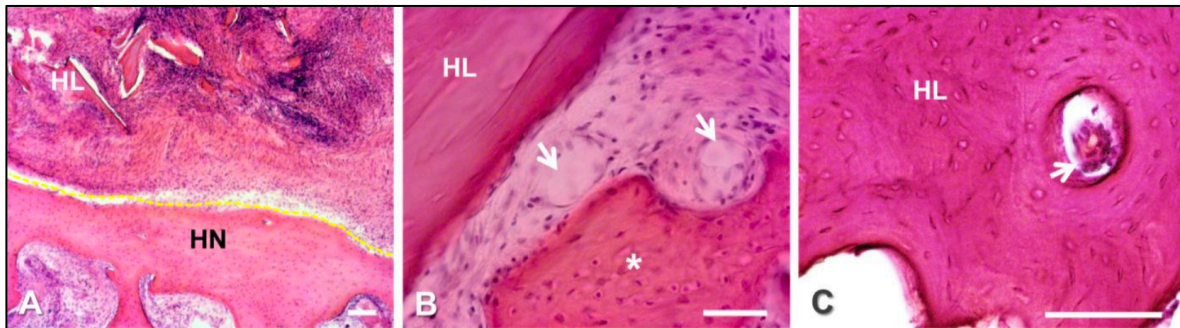


Figura 17: Angiogenesis: Imágenes de microscopía óptica con tinción Hematoxilina- Eosina. Se observa: **A)** interfase entre hueso nativo en zona caudal y hueso injertado en zona craneal. **B)** zona de injerto, se puede ver partícula de aloinjerto (HL), tejido osteoide (*) y vasos neo formados (flechas). **C)** Se puede observar partícula de aloinjerto en que un conducto de Havers ha sido invadido por vasos sanguíneos neo formado. Escala de barras = 100 μ m.

Angiogénesis: Imágenes de microscopía confocal con inmunomarcaje con anti-CD31 (verde) y anti-vWF (rojo).

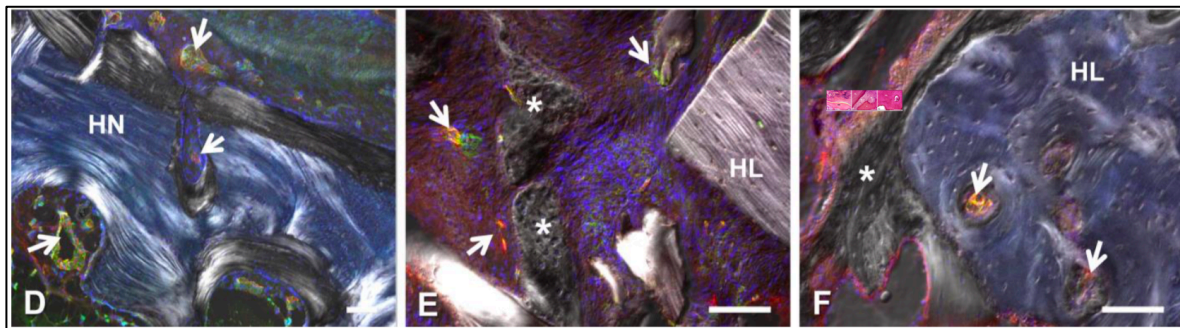


Figura 18: Angiogénesis: Imágenes de microscopía confocal con inmunomarcaje con anti-CD31 (verde) y anti-vWF (rojo). Se observa, **D)** hueso nativo y vasos sanguíneos (flechas). **E)** Zona injertada, se pueden ver partículas de aloinjerto (HL) y hueso reticulado neo formado (*) y vasos sanguíneos de menor calibre que los que se observan en el hueso nativo. **F)** Se puede observar partícula de aloinjerto en que los conductos de Havers ha sido invadidos por vasos sanguíneos neo formados. Escala de barras = 100 μ m.

Control cone beam 4 meses después de la cirugía de instalación de los implantes en zona 2.5-2.6-2.7.

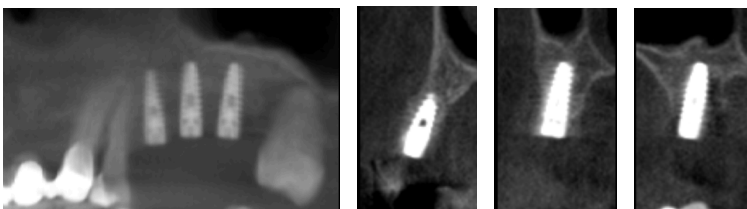


Figura 19: Control cone beam cirugía de instalación de implantes en zona 2.5-2.6-2.7, se pueden observar los implantes en la posición planificada

Cirugía de conexión. Medición de estabilidad con RFA en ISQ



Figura 20: Cirugía de conexión de los implantes en posición 2.5, 2.6, 2.7; Se realizó una incisión de mesial a distal en el reborde desplazada a palatino, se instalaron pilares de cicatrización y se realizó sutura con nylon 4.0.

Medición de estabilidad con RFA en ISQ

Una semana después de la cirugía de conexión se mide la estabilidad (ISQ) de los implantes con Osstell Beacon (WyH). Se instala SmartPeg en los implantes óseo integrados y se mide con el Osstell en el plano vestíbulo palatino y mesio distal. Los valores obtenidos para los implantes son: para el implante en la posición 2.5 de 74 ISQ (VL) y 74 ISQ (MD), 2.6 de 75 ISQ (VL) y 76 ISQ (MD) y para el implante en la posición 2.7 de 75 ISQ (VL) y 75 ISQ (MD). Un mes después de la cirugía de conexión se midió el ISQ: para el implante en la posición 2.5 de 74 ISQ (VL) y 74 ISQ (MD), 2.6 de 77 ISQ (VL) y 77 ISQ (MD) y para el implante en la posición 2.7 de 77 ISQ (VL) y 77 ISQ (MD).



Figura 21: Medición del ISQ, en la imagen se observa el SmartPeg instalado en el implante en posición 2.6 y la punta de Osstell, la literatura señala que con más de 60 ISQ el implante puede ser cargado con buen pronóstico, los 3 implantes instalados presentaban más de 70 ISQ

Diente	ISQ VL semana	ISQ MD semana	ISQ VL mes	ISQ MD mes
2.5	74	73	74	74
2.6	75	76	77	77
2.7	75	75	77	77

Tabla: muestra valores de ISQ medidos a una semana de la cirugía de conexión y un mes después de la conexión. Según la escala de ISQ un valor sobre 70 se considera alto y nos asegura buen pronóstico protésico.

DISCUSION

El presente estudio presenta las decisiones quirúrgicas en un caso clínico de neumatización del seno maxilar, con altura insuficiente para la instalación de implantes, considerando la evidencia disponible.

Las opciones quirúrgicas para la instalación de implantes en el maxilar posterior con pérdida de altura ósea por neumatización del seno maxilar para el posterior tratamiento restaurador implanto-soportado son: El uso de implantes cortos, elevación del piso del seno maxilar con técnica de ventana lateral y elevación del piso del seno maxilar con técnica transalveolar.

Es importante una evaluación inicial protésicamente guiada que permita determinar si la pérdida ósea se debe a reabsorción del reborde residual o neumatización del seno maxilar.

Si la altura ósea remante es igual o mayor a 8 milímetros se puede instalar implantes de largo estándar sin otro procedimiento de aumento óseo adicional. (Wang HL et al, 2008).

Si bien la técnica más estudiada y que presenta una alta tasa de éxito es la elevación del piso del seno maxilar con técnica de ventana lateral, los implantes cortos y la elevación del piso del seno maxilar con técnica transalveolar son opciones de tratamiento que el clínico debe conocer y manejar. Estos tratamientos no son excluyentes entre sí, sino que cada uno tiene sus indicaciones y contraindicaciones.

Es importante entender que el uso de cada una de estas técnicas debe considerar los principios biológicos.

El tratamiento menos invasivo es el uso de implantes cortos (menos de 8mm) y es una alternativa a la elevación del piso del seno maxilar. (Mendoza-azpur et al, 2016)

El uso de implantes cortos está limitado por la necesidad de un mínimo de tejido óseo en altura para la instalación de los implantes. Himmlova et al describe el patrón de distribución de fuerzas a lo largo de la interfase implante hueso muestra que la máxima concentración de estrés ocurre en la porción crestal del implante (5

a 6 milímetros) esto representa la base del uso de implantes de longitud reducida. (Himmlová L. Et al, 2004)

Actualmente la definición de implantes a variado y se considera implantes cortos los de longitud igual o menor de 8 milímetros y ultracortos menos de 6 milímetros.

En dos estudios controlados aleatorios se demostró que el uso de implantes cortos y ultracortos (normalmente entre 5-8 milímetros) es una técnica predecible de tratamiento en la zona maxilar posterior, esto para implantes con restauraciones ferulizadas y unitarias. (Bechara S et al, 2017; Pohl V. Eyt al, 2017)

Demostrando tasas de sobre vida media similares a implantes instaladas en senos con elevación de la membrana sinusal. El uso de implantes cortos y ultracortos disminuye la morbilidad, tiempo de tratamiento y costo del tratamiento.

La estabilidad primaria del implante podría ser mejorada logrando un anclaje bicortical sobrepasando levemente el piso del seno maxilar. Un estudio de 20 años indico que no se encontraron complicaciones sinusales después de la penetración de la punta del implante en el seno maxilar. (Abi Najm S. Et al, 2013)

NgP et al, en un estudio retrospectivo de 5 años de seguimiento demostró 100% de sobrevida de implantes de 6 milímetros insertados con anclaje bicortical y 52% de sobrevida para implantes de 6 milímetros con anclaje monocortical. (NgP. Et al, 2018)

La elevación del piso del seno maxilar en sus dos técnicas presenta altas tasas de éxito por su característica de acuerdo a los principios de regeneración ósea: cierre primario, presencia de aporte sanguíneo y células mesenquimáticas indiferenciadas y protección del coágulo. (Wang HL, et al 2006)

El seno maxilar ofrece un ambiente aislado de medio bucal, ya que el injerto queda en contacto con las paredes óseas del seno maxilar y la membrana sinusal lo que provee un excelente potencial de cicatrización. (Del Fabbro M, et al. 2008)

La anatomía del seno, la técnica quirúrgica, tipo de material de injerto y las características del implante juegan un rol preponderante en los resultados biológicos de la elevación del piso del seno maxilar.

Los estudios han demostrado la que en senos estrechos en sentido vestíbulo palatino se genera una rápida maduración ósea, ya sea utilizando la técnica de

ventana lateral (Soardi CM. Et al, 2011; Avila G. Et al , 2010) o trans alveolar. (Lombardi T, et al 2017; Stacchi C. Et al 2018)

Numerosos estudios han demostrado una directa correlación entre una correcta elevación de la membrana sinusal, formación de nuevo tejido óseo y la estabilidad dimensional del injerto. (Lombardi T, et al 2017; Stacchi C. Et al 2018)

Además, se debe lograr un efecto mantenedor de espacio para asegura la estabilidad del coágulo durante el periodo inicial de regeneración, para contrarrestar la presión positiva de aire en el seno generada por la respiración. El uso de material particulado o la instalación de los implantes podría lograr este efecto.

La elección de un material de relleno para esta técnica debe considerar los principios biológicos y las características ideales para un material de injerto. Durante la maduración del injerto la aposición de nuevo tejido óseo avanza con un gradiente diferente para cada biomaterial, lo que influye en la respuesta osteogénica del hueso maxilar. (Busenlechner D. Et al 2009)

El hueso autólogo ha sido considerado como el gold stadard por su capacidad osteogénica, osteoconductor y osteoinductor. (Misch CM, et al 2010)

Es importante considerar que si bien alcanza la tasa más alta de formación de nuevo tejido óseo (sobre 45% después de 6 meses) se requiere de un segundo sitio quirúrgico, lo que genera mayor morbilidad y posibles complicaciones. (Misch CM, et al 1997)

Numerosos estudios histomorfométricos han demostrado satisfactoria formación de hueso nuevo (rango entre 25% a 33%) cuando se utilizan en la técnica de ventana lateral usando Aloingerto, xenoinjerto, y materiales aloplásticos después de un periodo de cicatrización de 6 a 12 meses. (Danesh-Sani SA. Et al 2017)

Wallace SS, en una revisión sistemática no encontró diferencia estadística significativa en la tasa de sobrevida de implantes instalados en senos injertados usando solo injerto autólogo e implantes instalados en senos injertados usando solo xenoinjerto. (Wallace SS. Et al 2003)

Cuando elegimos la técnica de ventana lateral se debe considerar la posibilidad de instalar los implantes en el mismo tiempo quirúrgico o diferirlo a una segunda

cirugía, la elección de una u otra se basa inicialmente en la posibilidad de alcanzar estabilidad primaria relacionada en la altura de hueso remanente, se estima un mínimo de altura ósea de 4 a 5 milímetros. Si bien la técnica en un paso descrita por Wittaker et al en 1989 minimiza la morbilidad y disminuye el tiempo de tratamiento se debe considerar sus posibles complicaciones la más importante el desplazamiento del implante dentro del seno maxilar. (gonzalez-García 2012)

Felice et al, 2014 en un estudio controlado multicéntrico encontro un riesgo ligeramente mayor de falla del implante al usar la técnica de un paso con altura ósea residual de entre 1 y 3 mm. (Felice P. Et al 2014)

Desde una perspectiva biológica la técnica de dos pasos muestra un mayor porcentaje de formación de nuevo tejido óseo que la técnica de un paso. (Loundgren S, et al 2017). Esto, ya que la técnica de un paso puede tener un menor BIC (hueso en contacto con el implante, ya que el coagulo sufre una contracción en el periodo de cicatrización por lo que podría afectar también al coagulo en contacto con la superficie del implante y la posterior neoformación ósea. En la técnica de dos pasos la instalación del implante se hace en tejido óseo noformado, por lo que se puede utilizar la técnica de sub fresado lo que generaría un mayor contacto hueso implante en el momento de la cirugía y en la posterior oseointegración.

La característica del implante juega un rol importante en cualquiera de las tres opciones quirúrgicas: uso de implantes cortos, elevación del piso del seno maxilar con técnica de ventana lateral y elevación del piso del seno maxilar con técnica transalveolar. Esto por la calidad del tejido óseo en la zona maxilar posterior y la limitada altura ósea, hace que el implante deba garantizar una buena estabilidad primaria en esta situación y su superficie debe favorecer la rápida regeneración ósea.

La tasa de falla después de que el implante es puesto en función ha demostrado ser menor en implantes con superficie tratada por sobre los implantes con superficie maquinada. (Wallace SS. Et al 2003)

Considerando todos los antecedentes anteriores Stacchi et al, 2020 propone un árbol de decisión.

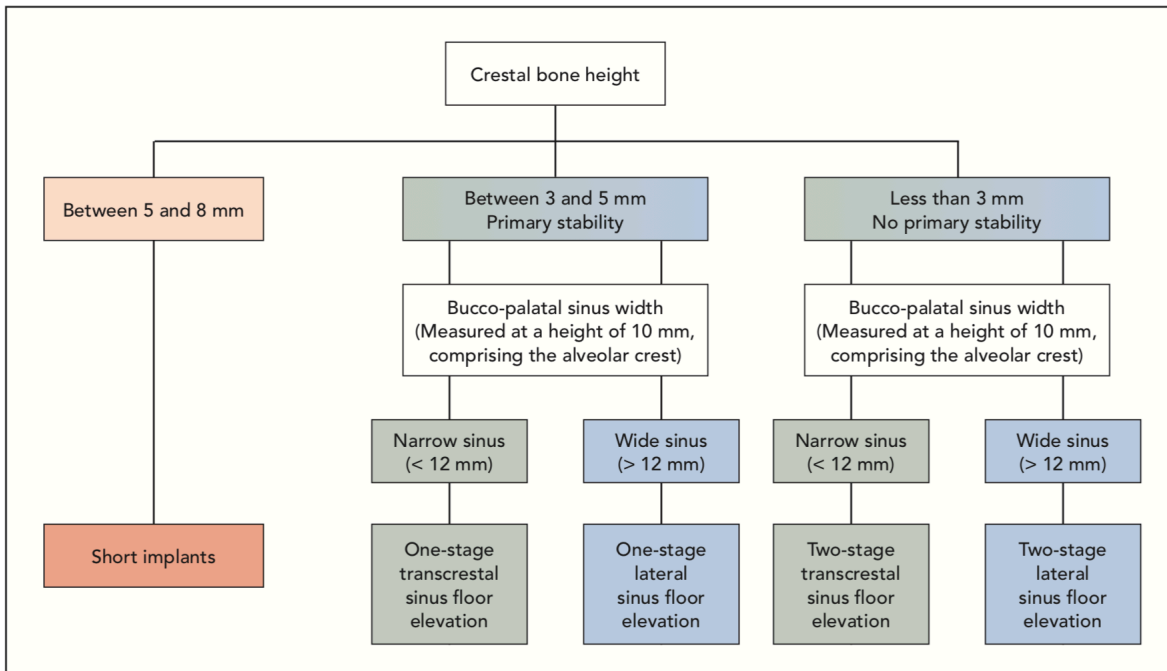


Figura 22: árbol de toma de decisión.

Este árbol de decisión considera 3 factores importantes: La altura ósea residual, la posibilidad de obtener estabilidad primaria y al ancho vestíbulo palatino del seno maxilar.

Considerando esto es que en el caso clínico presentado la altura ósea residual era menor a 3 milímetros y no era posible asegurar la estabilidad primaria el ancho vestíbulo palatino del seno maxilar lo que nos llevó a elegir técnica de elevación de piso del seno maxilar con ventana lateral con técnica diferida de las instalación de implantes.

CONCLUSION

Se realizo un caso clínico con el protocolo propuesto basado en la evidencia científica disponible. Cirugía de elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral y relleno de aloinjerto cortico esponjoso más PRF (sticky bone) y la posterior instalación de implantes en la zona injertada.

El análisis imagenológico, muestra u aumento de volumen a expensas del seno maxilar en la zona injertada después de elevación de piso de seno maxilar utilizando sticky bone: aloinjerto más PRF. El que permite la instalación de implantes estándar en una posición ideal.

El análisis histológico el tejido formado después de 6 meses de elevación de piso de seno maxilar utilizando sticky bone: aloinjerto más PRF. Muestra características de tejido óseo neo formado (osteide) vivo con integración de las partículas de aloinjerto.

El análisis imagenológico los implantes instalados en la zona injertada 4 meses después de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar utilizando sticky bone: aloinjerto más PRF. Muestra una imagen compatible con oseointegración.

La estabilidad de los implantes instalados en la zona injertada 4 meses después de la cirugía de elevación de piso de seno maxilar utilizando sticky bone: aloinjerto más PRF. Está de acuerdo a valores altos de ISO y permite la rehabilitación individual de cada uno de ellos.

SUGERENCIAS

El protocolo de toma de decisiones es una forma de estandarizar los procedimientos clínicos. Con esto puede recolectar de datos, los que pueden ser utilizados para una investigación posterior que valide este protocolo. Entendiendo que una disciplina como la implantología avanza rápidamente es que este protocolo debe ser actualizado según la nueva información en relación a las posibilidades para la instalación de implantes en el maxilar posterior comprometido en altura por la neumatización del seno maxilar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Brügger OE, Bornstein MM, Kuchler U, Janner SF, Chappuis V, Buser D. Implant therapy in a surgical specialty clinic: an analysis of patients, indications, surgical procedures, risk factors, and early failures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(1):151-60.
2. Wallace SS, Tarnow DP, Froum SJ, Cho SC, Zadeh HH, Stoupe J, et al. Maxillary sinus elevation by lateral window approach: evolution of technology and technique. *J Evid Based Dent Pract*. 2012;12(3 Suppl):161-71.
3. Nevins M, Parma-Benfenati S, Janke UW, Kleyer A, Rasperini G, Tinti C, et al. The efficacy of mineralized allograft cortical and cancellous chips in maxillary sinus augmentations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014;34(6):789-93.
4. Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO, Schoeffler C, Dohan SL, et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part V: histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation in sinus lift. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101(3):299-303.
5. Kim J, Ha Y, Kang NH. Effects of Growth Factors From Platelet-Rich Fibrin on the Bone Regeneration. *J Craniofac Surg*. 2017;28(4):860-5.
6. Shah R, Gowda TM, Thomas R, Kumar T, Mehta DS. Biological activation of bone grafts using injectable platelet-rich fibrin. *J Prosthet Dent*. 2019;121(3):391-3.
7. Scarano A, Degidi M, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A. Correlation between implant stability quotient and bone-implant contact: a retrospective histological and histomorphometrical study of seven titanium implants retrieved from humans. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2006;8(4):218-22.
8. Nevins M, Camelo M, De Paoli S, Friedland B, Schenk RK, Parma-Benfenati S, et al. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006;26(1):19-29.
9. Danesh-Sani SA, Loomer PM, Wallace SS. A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2016;54(7):724-30.

10. Kqiku L, Biblekaj R, Weiglein AH, Kqiku X, Städtler P. Arterial blood architecture of the maxillary sinus in dentate specimens. *Croat Med J*. 2013;54(2):180-4.
11. 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;20(5):784-7.
12. 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;10(1):34-44.
13. Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent*. 2006;15(1):8-17.
14. Soardi CM, Spinato S, Zaffe D, Wang HL. Atrophic maxillary floor augmentation by mineralized human bone allograft in sinuses of different size: an histologic and histomorphometric analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(5):560-6.
15. Avila G, Wang HL, Galindo-Moreno P, Misch CE, Bagramian RA, Rudek I, et al. The influence of the bucco-palatal distance on sinus augmentation outcomes. *J Periodontol*. 2010;81(7):1041-50.
16. Lombardi T, Stacchi C, Berton F, Traini T, Torelli L, Di Lenarda R. Influence of Maxillary Sinus Width on New Bone Formation After Transcrestal Sinus Floor Elevation: A Proof-of-Concept Prospective Cohort Study. *Implant Dent*. 2017;26(2):209-16.
17. Stacchi C, Lombardi T, Ottonelli R, Berton F, Perinetti G, Traini T. New bone formation after transcrestal sinus floor elevation was influenced by sinus cavity dimensions: A prospective histologic and histomorphometric study. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(5):465-79.
18. Busenlechner D, Huber CD, Vasak C, Dobsak A, Gruber R, Watzek G. Sinus augmentation analysis revised: the gradient of graft consolidation. *Clin Oral Implants Res*. 2009;20(10):1078-83.
19. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg*. 1980;38(8):613-6.

20. Tatum H. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am.* 1986;30(2):207-29.
21. 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;27(5):413-9.
22. Garg AK, Quiñones CR. Augmentation of the maxillary sinus: a surgical technique. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1997;9(2):211-9; quiz 20.
23. Avila-Ortiz G, Wang HL, Galindo-Moreno P, Misch CE, Rudek I, Neiva R. Influence of lateral window dimensions on vital bone formation following maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(5):1230-8.
24. Baldini N, D'Elia C, Bianco A, Goracci C, de Sanctis M, Ferrari M. Lateral approach for sinus floor elevation: large versus small bone window - a split-mouth randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(8):974-81.
25. Flanagan D. Arterial supply of maxillary sinus and potential for bleeding complication during lateral approach sinus elevation. *Implant Dent.* 2005;14(4):336-8.
26. Jang HY, Kim HC, Lee SC, Lee JY. Choice of graft material in relation to maxillary sinus width in internal sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(8):1859-68.
27. Del Fabbro M, Corbella S, Weinstein T, Ceresoli V, Taschieri S. Implant survival rates after osteotome-mediated maxillary sinus augmentation: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14 Suppl 1:e159-68.
28. Pjetursson BE, Lang NP. Sinus floor elevation utilizing the transalveolar approach. *Periodontol 2000.* 2014;66(1):59-71.
29. Trombelli L, Franceschetti G, Stacchi C, Minenna L, Riccardi O, Di Raimondo R, et al. Minimally invasive transcrestal sinus floor elevation with deproteinized bovine bone or β -tricalcium phosphate: a multicenter, double-blind, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2014;41(3):311-9.
30. Cosci F, Luccioli M. A new sinus lift technique in conjunction with placement of 265 implants: a 6-year retrospective study. *Implant Dent.* 2000;9(4):363-8.

31. Troedhan A, Kurrek A, Wainwright M, Jank S. Schneiderian membrane detachment using transcresal hydrodynamic ultrasonic cavitation sinus lift: a human cadaver head study and histologic analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(8):1503.e1-10.
32. Gonzalez S, Tuan MC, Ahn KM, Nowzari H. Crestal approach for maxillary sinus augmentation in patients with ≤ 4 mm of residual alveolar bone. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;16(6):827-35.
33. Stacchi C, Spinato S, Lombardi T, Bernardello F, Bertoldi C, Zaffe D, et al. Minimally Invasive Management of Implant-Supported Rehabilitation in the Posterior Maxilla, Part II. Surgical Techniques and Decision Tree. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2020;40(3):e95-e102.
34. Spinato S, Bernardello F, Galindo-Moreno P, Zaffe D. Maxillary sinus augmentation by crestal access: a retrospective study on cavity size and outcome correlation. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(12):1375-82.
35. Emmerich D, Att W, Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2005;76(8):1237-51.
36. Zijdeveld SA, van den Bergh JP, Schulten EA, ten Bruggenkate CM. Anatomical and surgical findings and complications in 100 consecutive maxillary sinus floor elevation procedures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(7):1426-38.
37. Tükel HC, Tatli U. Risk factors and clinical outcomes of sinus membrane perforation during lateral window sinus lifting: analysis of 120 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(9):1189-94.
38. Stacchi C, Lombardi T, Cusimano P, Berton F, Lauritano F, Cervino G, et al. Bone Scrapers Versus Piezoelectric Surgery in the Lateral Antrostomy for Sinus Floor Elevation. *J Craniofac Surg.* 2017;28(5):1191-6.
39. Cho SC, Wallace SS, Froum SJ, Tarnow DP. Influence of anatomy on Schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery: three-dimensional analysis. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001;13(2):160-3.
40. Schwarz L, Schiebel V, Hof M, Ulm C, Watzek G, Pommer B. Risk Factors of Membrane Perforation and Postoperative Complications in Sinus Floor Elevation

Surgery: Review of 407 Augmentation Procedures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73(7):1275-82.

41. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol.* 2004;75(4):511-6.

42. Katranji A, Fotek P, Wang HL. Sinus augmentation complications: etiology and treatment. *Implant Dent.* 2008;17(3):339-49.

43. 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;20(2):117-25.

44. 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;28(1):9-17.

45. Vlassis JM, Fugazzotto PA. A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. *J Periodontol.* 1999;70(6):692-9.

46. Karabuda C, Arisan V, Özyuvaci H. Effects of sinus membrane perforations on the success of dental implants placed in the augmented sinus. *J Periodontol.* 2006;77(12):1991-7.

47. Woo I, Le BT. Maxillary sinus floor elevation: review of anatomy and two techniques. *Implant Dent.* 2004;13(1):28-32.

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

49. Whittaker JM, James RA, Lozada J, Cordova C, GaRey DJ. Histological response and clinical evaluation of heterograft and allograft materials in the elevation of the maxillary sinus for the preparation of endosteal dental implant sites. Simultaneous sinus elevation and root form implantation: an eight-month autopsy report. *J Oral Implantol.* 1989;15(2):141-4.

50. González-García A, González-García J, Diniz-Freitas M, García-García A, Bullón P. Accidental displacement and migration of endosseous implants into adjacent craniofacial structures: a review and update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(5):e769-74.
51. Felice P, Pistilli R, Piattelli M, Soardi E, Barausse C, Esposito M. 1-stage versus 2-stage lateral sinus lift procedures: 1-year post-loading results of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(1):65-75.
52. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 Suppl):216-40.
53. Lundgren S, Cricchio G, Hallman M, Jungner M, Rasmusson L, Sennerby L. Sinus floor elevation procedures to enable implant placement and integration: techniques, biological aspects and clinical outcomes. *Periodontol* 2000. 2017;73(1):103-20.
54. Menicucci G, Mussano F, Schierano G, Rizzati A, Aimetti M, Gassino G, et al. Healing properties of implants inserted concomitantly with anorganic bovine bone. A histomorphometric human study. *Aust Dent J*. 2013;58(1):57-66.
55. Triplett RG, Nevins M, Marx RE, Spagnoli DB, Oates TW, Moy PK, et al. Pivotal, randomized, parallel evaluation of recombinant human bone morphogenetic protein-2/absorbable collagen sponge and autogenous bone graft for maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67(9):1947-60.
56. Precheur HV. Bone graft materials. *Dental Clinics of North America*. 2007;51(3):729-46.
57. Tosta M, Cortes AR, Corrêa L, Pinto Ddos S, Jr., Tumenas I, Katchburian E. Histologic and histomorphometric evaluation of a synthetic bone substitute for maxillary sinus grafting in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(8):866-70.
58. Lambert F, Léonard A, Drion P, Sourice S, Layrolle P, Rompen E. Influence of space-filling materials in subantral bone augmentation: blood clot vs. autogenous bone chips vs. bovine hydroxyapatite. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(5):538-45.

59. Maddalone M, Mirabelli L, Venino PM, Karanxha L, Porcaro G, Del Fabbro M. Long-term stability of autologous bone graft of intraoral origin after lateral sinus floor elevation with simultaneous implant placement. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20(5):713-21.
60. Avila-Ortiz G, Neiva R, Galindo-Moreno P, Rudek I, Benavides E, Wang HL. Analysis of the influence of residual alveolar bone height on sinus augmentation outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(9):1082-8.
61. Chaushu G, Vered M, Mardinger O, Nissan J. Histomorphometric analysis after maxillary sinus floor augmentation using cancellous bone-block allograft. *J Periodontol.* 2010;81(8):1147-52.
62. Bassil J, Naaman N, Lattouf R, Kassis C, Changotade S, Baroukh B, et al. Clinical, histological, and histomorphometrical analysis of maxillary sinus augmentation using inorganic bovine in humans: preliminary results. *J Oral Implantol.* 2013;39(1):73-80.
63. de Vicente JC, Hernández-Vallejo G, Braña-Abascal P, Peña I. Maxillary sinus augmentation with autologous bone harvested from the lateral maxillary wall combined with bovine-derived hydroxyapatite: clinical and histologic observations. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(4):430-8.
64. Barone A, Ricci M, Covani U, Nannmark U, Azarmehr I, Calvo-Guirado JL. Maxillary sinus augmentation using prehydrated corticocancellous porcine bone: hystomorphometric evaluation after 6 months. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(3):373-9.
65. 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.* 2012;14(2):259-65.
66. 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.

67. Lundgren S, Moy P, Johansson C, Nilsson H. Augmentation of the maxillary sinus floor with particulated mandible: a histologic and histomorphometric study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11(6):760-6.
68. 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;9(3):137-50.
69. Schlegel KA, Fichtner G, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J. Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(1):53-8.
70. Jensen SS, Brogginini N, Hjørting-Hansen E, Schenk R, Buser D. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(3):237-43.
71. Del Fabbro M, Rosano G, Taschieri S. Implant survival rates after maxillary sinus augmentation. *Eur J Oral Sci*. 2008;116(6):497-506.
72. Pinto NR, Ubilla M, Zamora Y, Del Rio V, Dohan Ehrenfest DM, Quirynen M. Leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) as a regenerative medicine strategy for the treatment of refractory leg ulcers: a prospective cohort study. *Platelets*. 2018;29(5):468-75.
73. Romanos GE, Ciornei G, Jucan A, Malmstrom H, Gupta B. In vitro assessment of primary stability of Straumann® implant designs. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16(1):89-95.
74. Schiegnitz E, Al-Nawas B, Tegner A, Sagheb K, Berres M, Kämmerer PW, et al. Clinical and Radiological Long-Term Outcome of a Tapered Implant System with Special Emphasis on the Influence of Augmentation Procedures. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016;18(4):810-20.
75. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 Suppl:237-59.
76. Mendoza G. Assessment of Marginal Peri-implant Bone-Level Short-Length Implants Compared with Standard Implants Supporting Single Crowns in a

Controlled Clinical Trial: 12-Month Follow-up. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2016;36:791-5.

77. Wang HL, Katranji A. ABC sinus augmentation classification. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008;28(4):383-9.

78. Himmlová L, Dostálová T, Káčovský A, Konvicková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2004;91(1):20-5.

79. Bechara S, Kubilius R, Veronesi G, Pires JT, Shibli JA, Mangano FG. Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation and placement of longer (≥ 10 -mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28(9):1097-107.

80. Pohl V, Thoma DS, Sporniak-Tutak K, Garcia-Garcia A, Taylor TD, Haas R, et al. Short dental implants (6 mm) versus long dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 3-year results from a multicentre, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2017;44(4):438-45.

81. Abi Najm S, Malis D, El Hage M, Rahban S, Carrel JP, Bernard JP. Potential adverse events of endosseous dental implants penetrating the maxillary sinus: long-term clinical evaluation. *Laryngoscope*. 2013;123(12):2958-61.

82. Ng P, Hu X, Wan S, Mo H, Deng F. Clinical Outcomes of Bicortical Engagement Implants in Atrophic Posterior Maxillae: A Retrospective Study with 1 to 5 Years Follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2018;38(5):e96–e104.

83. Misch CM. Autogenous bone: is it still the gold standard? *Implant Dent*. 19. United States 2010. p. 361.

84. Misch CM. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997;12(6):767-76.

85. Danesh-Sani SA, Engebretson SP, Janal MN. Histomorphometric results of different grafting materials and effect of healing time on bone maturation after sinus floor augmentation: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontal Res*. 2017;52(3):301-12.

86. Thoma, D. S., Haas, R., Sporniak-Tutak, K., Garcia, A., Taylor, T. D., & Hämmerle, C. H. F. (2018). Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-Year data. *Journal of clinical periodontology*, 45(12), 1465–1474.
87. Magdy, M., Abdelkader, M. A., Alloush, S., Fawzy El-Sayed, K. M., Nawwar, A. A., Shoeib, M., & ElNahass, H. (2021). Ultra-short versus standard-length dental implants in conjunction with osteotome-mediated sinus floor elevation: A randomized controlled clinical trial. *Clinical implant dentistry and related research*, 23(4), 520–529.
88. Zhou, Y., Shi, Y., Si, M., Wu, M., & Xie, Z. (2021). The comparative evaluation of transcrestal and lateral sinus floor elevation in sites with residual bone height ≤ 6 mm: A two-year prospective randomized study. *Clinical oral implants research*, 32(2), 180–191.
89. Qian, S. J., Mo, J. J., Si, M. S., Qiao, S. C., Shi, J. Y., & Lai, H. C. (2020). Long-term outcomes of osteotome sinus floor elevation with or without bone grafting: The 10-year results of a randomized controlled trial. *Journal of clinical periodontology*, 47(8), 1016–1025.
90. Lin, Z. Z., Jiao, Y. Q., Ye, Z. Y., Wang, G. G., & Ding, X. (2021). The survival rate of transcrestal sinus floor elevation combined with short implants: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *International journal of implant dentistry*, 7(1), 41.
91. Moraschini, V., Uzeda, M. G., Sartoretto, S. C., & Calasans-Maia, M. D. (2017). Maxillary sinus floor elevation with simultaneous implant placement without grafting materials: a systematic review and meta-analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 46(5), 636–647.
92. Shi, Q. H., Luo, Y., Cheng, Y. T., Huo, H., Wu, C., & Liao, J. (2022). The Prognostic Outcome of Transalveolar Sinus Floor Elevation With or Without Grafting Materials: A Meta-analysis. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 37(5), 869–878.

93. Starch-Jensen, T., & Schou, S. (2017). Maxillary Sinus Membrane Elevation With Simultaneous Installation of Implants Without the Use of a Graft Material: A Systematic Review. *Implant dentistry*, 26(4), 621–633.
94. Gatti, F., Gatti, C., Tallarico, M., Tommasato, G., Meloni, S. M., & Chiapasco, M. (2018). Maxillary Sinus Membrane Elevation Using a Special Drilling System and Hydraulic Pressure: A 2-Year Prospective Cohort Study. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 38(4), 593–599.