



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN DE INJERTOS ÓSEOS EMPLEADOS
DURANTE LA ELEVACIÓN DE SENOS MAXILARES.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

GLADYS REYES TORRES

TUTOR: Esp. ALEJANDRO ISRAEL GALICIA PARTIDA

MÉXICO, Cd. Mx.

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la vida por permitirme llegar a esta etapa de mi vida. A la Facultad de Odontología UNAM por aportarme grandes lecciones y conocimientos de la mano de excelentes académicos que jamás olvidaré.

A los profesores del seminario de cirugía bucal por compartir sus conocimientos y experiencias, particularmente a la Esp. Rocío Fernández por apoyar a los alumnos de este seminario, al Esp. Alejandro Galicia por su paciencia y asesoría para la tutela de la presente tesina y al Esp. Jacobo Rivera por su asesoramiento y consejos.

A mi papá quien ha sido una luz en mi vida, un apoyo incondicional, un consejero en los momentos de pesadumbre, un animador de cada proyecto emprendido, un amigo y un hombre ejemplar. Gracias por creer en mí; a ti te dedico con todo mi amor este ejemplar.

A mi madre quien ha cuidado de mí y fue un soporte importante en mi carrera. A mis hermanos L. Adrian y Miguel A. O. que son mis pilares, gracias por sus consejos y amistad, los adoro hermanos.

A mis familiares quienes que han sido esa energía que me permite seguir con más entusiasmo y dedicación. Tíos Juan Torres C., Laura Torres C. y Mónica Torres C. por darme ese socorro en cierto punto de mi trayectoria académica. A mi abuelita por velar por mí y ser esa mujer a quien amo con toda el alma.

Al Esp. Fernando Álvarez que más que un profesor, ha sido un amigo y guía; infinitas gracias por la eterna paciencia y horas de enseñanza. Por demostrarme que nada es gratis y sólo con esfuerzo, dedicación y consistencia se llega al éxito. A Jorge V. por ser un amigo y guía, te deseo éxito en toda tu vida profesional.



Y no menos importante gracias a mis amigos Karen Morales, Rafael Ramírez, Anaid Núñez, Nadia Valderrama, Anaid Toledano y Noemi Villaseca. quienes entre tantas personas que conocí durante la carrera, han sido ellos quienes me han brindado su amistad sincera e incondicional durante todos estos años; gracias por ser esos hermanos y compañeros de vida; sin importar los años y la distancia la amistad siempre estará presente, y a donde quiera que los lleven sus proyectos invariablemente los llevaré en mi corazón.

“La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica”

-Aristóteles



ÍNDICE

Introducción	6
CAPÍTULO I. INJERTOS ÓSEOS	
1.1 Definición	9
1.2 Clasificación	10
1.4.1 Autoinjerto	10
1.2.1.1 Intraorales	12
1.2.2.1 Extraorales	18
1.4.2 Xenoinjerto	26
1.4.3 Aloinjerto	28
1.4.4 Sustitutos óseos	31
1.3 Características de un injerto	37
1.3.1 Osteoinducción	37
1.3.2 Osteogénesis	37
1.3.3 Osteoconducción	38
1.3.4 Presentación de los injertos	38
1.3.5 Adaptación del injerto óseo	39
1.4 Biología ósea	41
1.5 Manejo y colocación del injerto óseo	42
1.4.1 Membranas	43
1.6 Coadyuvantes en la regeneración ósea	45
1.6.1 Factores de crecimiento	45
1.6.1.1 Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF)	45
1.6.1.2 Factor de crecimiento fibroblástico (FGF)	46
1.6.1.3 Factor de crecimiento transformante (TGF)	47
1.6.1.4 Factor de crecimiento tipo insulina (IGF)	47
1.6.1.5 Plasma rico en plaquetas (PRP)	48
1.6.1.6 Proteínas morfogenéticas del hueso (BMP)	49



CAPÍTULO II. INJERTOS ÓSEOS EN SENO MAXILAR

2.1	Diagnóstico y planificación	55
2.2	Indicaciones	57
2.3	Contraindicaciones	59
2.4	Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar	59

CAPÍTULO III. ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DEL SENO MAXILAR

3.1	Generalidades	63
3.1.1	Anatomía	63
3.1.2	Fisiología	71
3.1.3	Microbiología	74
3.2	Clasificación del maxilar posterior de Mish	75

CAPÍTULO IV. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS EN ELEVACIÓN DE SENO MAXILAR

4.1	Ventana lateral (Caldwell-Luc)	79
4.2	Técnica transcrestal	80
4.2.1	Técnica con osteótomos	82
4.2.2	Técnica de Cosci	84

CAPÍTULO V. COMPLICACIONES EN LAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DE INJERTOS ÓSEOS EN SENO MAXILAR 86

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES 91

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 93



Introducción

La intervención quirúrgica del seno maxilar fue un procedimiento cuyas indicaciones solían establecerse para procesos patológicos del seno o donde la invasión de la cavidad sinusal era la única alternativa para el tratamiento. La demanda de rehabilitación mediante implantes planteó un nuevo desafío para los cirujanos, ya que la pérdida dental por procesos cariosos, enfermedad periodontal avanzada o traumatismos en la región posterior del maxilar provoca una neumatización del seno maxilar, dejando un espacio insuficiente para la colocación de implantes.

Para proveer un espacio suficiente que se requiere para la colocación de implantes se desarrollaron técnicas quirúrgicas que han demostrado tener buenos resultados en el éxito de la supervivencia de injertos óseos usados durante la técnica.

Las técnicas para elevación de seno maxilar propuestas por sus autores tienen consideraciones anatómicas para evitar complicaciones por desconocimiento de la zona como el seccionamiento de una arteria que amplíe los tiempos establecidos para la cirugía o la obstrucción del ostium.

Los distintos orígenes de cada injerto, proveen distintas propiedades que se buscan aprovechar y maximizar en ocasiones al mezclar más de un injerto óseo de distinto origen, generando resultados más previsibles dentro del tratamiento implantológico.

El origen de cada injerto determina sus limitaciones, ventajas y desventajas, es por ello que se busca destacar cada aspecto de los injertos óseos con la finalidad de elegir a aquellos que ofrecen las mejores propiedades y adaptación al seno maxilar, elegir aquellos que presenten la menor



movilidad para evitar fracasos y optimizar los tiempos de la rehabilitación del paciente.

El manejo de las zonas anatómicas tiene gran importancia, pues de ello dependerá la perforación de la membrana del seno, así como las complicaciones que conllevan. La correcta colocación de un injerto óseo, independientemente de su origen proveerá soporte a la membrana, favoreciendo un adecuado sitio para recepción y adaptación del implante dental.

En la planificación, la imagenología es una herramienta de diagnóstico que permite conocer la ubicación de las estructuras anatómicas; pues existen variantes anatómicas que deben considerarse durante la planificación, un ejemplo de ello es la localización del ostium, y las arterias, que pueden ser visibles gracias a la tomografía computarizada.

Es de gran importancia tener un buen manejo de las complicaciones ya que de ello dependerá el éxito de un tratamiento y su rehabilitación, algunas de estas complicaciones pueden manifestarse como una comunicación del seno maxilar, o presencia de procesos infecciosos. Es por ello que el diagnóstico juega un papel importante para descartar aquellos casos en los que se presente una patología de vías aéreas, evitando así, la diseminación bacteriana dentro de los senos maxilares y el contundente fracaso del injerto óseo por procesos infecciosos.

Objetivos

Identificar los injertos óseos adecuados para utilizar durante la elevación del piso del seno maxilar, y aquellas técnicas que nos permiten llevar a cabo la colocación de los injertos, independientemente el origen de estos.



Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar



Determinar de acuerdo a sus propiedades, que injertos tienen las mejores propiedades y resultados, previo al tratamiento con implantes en la región alveolar de la maxila, en la zona posterior.



CAPÍTULO I. INJERTOS ÓSEOS

1.1 Definición

Autoinjerto

El hueso autólogo es aquel que proviene del mismo paciente utilizando zonas donadoras que pueden ser intraorales o extraorales, para una reconstrucción tridimensional del macizo facial que presenta atrofia derivada de la pérdida de dientes naturales. ^{1, 4, 35-40}

Entre sus propiedades se encuentran la biocompatibilidad, ser remodelable y en concentraciones fisiológicas contiene factores de crecimiento. Sin embargo, en la práctica clínica presenta algunas desventajas como la necesidad de un segundo nicho quirúrgico, que favorece el aumento de la morbilidad en el paciente; las recolecciones de zonas extraorales demanda la utilización de unidades altamente equipadas y representa un aumento de tiempos quirúrgicos y costos que se traduce en una inadecuada aceptación del paciente. ^{1, 4-10}

Uno de los contratiempos del hueso autólogo es la reabsorción postinjerto, que en ciertos casos dice la literatura que representa hasta un 40% - 50% de volumen del hueso implantado. Se considera más acertado considerar que la etiología de la reabsorción principalmente es por el hecho de que a partir del momento de la obtención hasta la colocación del injerto, transcurre un largo tiempo. ^{1, 4-10}



Para la conservación del hueso se utiliza solución fisiológica fría durante el procedimiento, sin embargo, la carencia de oxígeno y elementos celulares presentes en el hueso mueren, entonces, en realidad se injertan pequeñas porciones de hueso necrótico que activa macrófagos y estimula un mecanismo de reabsorción del injerto. ^{1, 4-10}

La presencia de reabsorción es mayor en los casos donde la porción tomada es de mayor tamaño, o es hueso esponjoso, ya que este presenta mayor presencia de elementos celulares y una menor densidad, lo que resulta opuesto en el caso del hueso cortical como lo es el injerto de calvaria, y que es un tejido que presenta mayor densidad. ^{1, 4-10}

La reabsorción del hueso autólogo es casi ciertamente la causa de los resultados de algunos estudios retrospectivos comparativos sobre injertos en seno maxilar con hueso autólogo o heterólogo (de mamífero) o una mezcla de ambos. Los distintos materiales utilizados han sido evaluados en función del éxito implantar a largo plazo: el porcentaje del fracaso implantar es significativamente mayor cuando los injertos son realizados con solo hueso autólogo. ^{1, 4-10}

1.2 Clasificación

1.2.1 Autoinjerto

El hueso autólogo o aloinjerto es aquel que proviene del mismo paciente utilizando zonas donadoras que pueden ser intraorales o extraorales, para una reconstrucción tridimensional del macizo facial que presenta atrofia derivada de la pérdida de dientes naturales. ^{1, 4-10}



Entre sus propiedades se encuentran la biocompatibilidad, ser remodelable y en concentraciones fisiológicas contiene factores de crecimiento. Sin embargo, la del hueso autólogo en la práctica clínica presenta algunas desventajas: la necesidad de un segundo sitio quirúrgico, con aumento de la morbilidad del paciente; en el caso de recolecciones de zonas extraorales se tiene la necesidad de operar en unidades altamente equipadas y representa un aumento de tiempos quirúrgicos y costos que se traduce en una inadecuada aceptación del paciente. ^{1, 4-10}

El hueso autólogo presenta el problema de la reabsorción postinjerto, lo que en ciertos casos representa hasta un 40% - 50% de volumen del hueso implantado. Se considera más acertado considerar que la reabsorción es causada principalmente por el hecho de que a partir del momento de la obtención hasta la colocación del injerto, transcurre un largo tiempo. ^{1, 4-10}

La preservación del hueso es realizada en solución fisiológica fría durante el procedimiento, sin embargo, la escasez de oxígeno y elementos celulares presentes en el hueso mueren, es por ello que en realidad se injertan pequeñas porciones de hueso necrótico que activa macrófagos y desencadenando un mecanismo de reabsorción del injerto. ^{1, 4-10}

La reabsorción es mayor cuando la porción tomada es de mayor tamaño, o es hueso esponjoso, debido a que presenta mayor presencia de elementos celulares y una menor densidad, lo que resulta opuesto en el caso del hueso cortical tal es el caso del injerto de calvaria, y que es un tejido que presenta mayor densidad. ^{1, 4-10}

La reabsorción del hueso autólogo ha arrojado resultados en algunos estudios retrospectivos comparativos sobre injertos en seno maxilar con hueso autólogo o heterólogo, o una mezcla de ambos. Los distintos



materiales utilizados han sido evaluados en función del éxito implantar a largo plazo; el porcentaje del fracaso implantar es significativamente mayor cuando los injertos son realizados con solo hueso autólogo.^{1, 4-10}

1.2.1.1 Intraorales

Sínfisis mentoniana

Esta estructura anatómica representa una buena elección para la colocación de injerto cortical o corticoesponjosa; la selección del tamaño del injerto debe considerar las dimensiones de la estructura diana que se desea regenerar. La literatura sugiere³ que el trazado quirúrgico tenga un margen de seguridad de 0.5 cm mesialmente a la emergencia del nervio mentoniano, 0.5 cm por debajo de los ápices de los dientes incisivos mandibulares y hacia el borde inferior algunos milímetros por encima del margen inferior de la mandíbula evitando el daño de estructuras anatómicas como la inserción del vientre anterior del digástrico o vasos submentonianos que puedan tener repercusión en el perfil facial.^{1, 4, 7, 8, 10}

El abordaje requiere de la anestesia del plexo de la región mentoniana, aunado a esta técnica, se realiza una anestesia troncular de los nervios alveolares inferiores.¹⁰

El diseño del colgajo para el acceso en pacientes dentados, será con una incisión curva extendida de región premolar a región premolar ejecutada en la zona vestibular. Se debe tenerse un cuidado meticuloso para no reseca el tronco o las ramas del nervio mentoniano, tanto durante la incisión como durante la recolección ósea. Inevitablemente, son interrumpidos los dos músculos mentoniano que, al finalizar la intervención, deberán ser restaurados entre sí.^{1, 4, 7, 8, 10}



Rama mandibular

La toma de este injerto comprende una de las zonas donadoras intraorales más comunes. La literatura recomienda que el injerto sea tomado de la zona comprendida entre el primer molar y la rama ascendente, a nivel de la línea oblicua externa como se muestra en la imagen 1. Este injerto cumple con ciertas características expuestas en la

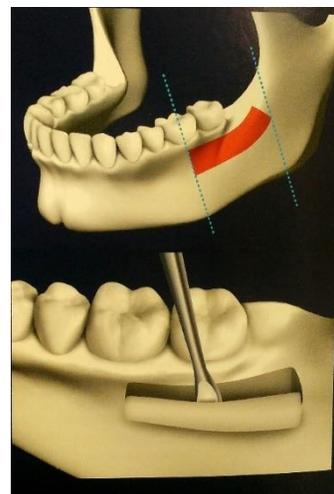


Tabla 1. 1, 4, 7, 8, 10.

Figura 1. Sitio donador de injerto óseo de la rama mandibular. Tiziano, Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.

Tabla 1. Características del injerto de rama mandibular

Ausencia parcial o total en complicaciones neurológicas durante el periodo postoperatorio.
Cercanía del sitio donador al sitio diana.
Calidad de hueso de tipo membranoso, particularmente cortical.
Posibilidad de realizar el procedimiento bajo anestesia local.
Evolución postoperatoria favorable.

Tabla 1¹. Di Stefano Danilo, Injertos óseos en las Reconstrucciones Pre y Periimplantares. 1° edición. Italia: ELSEVIER; 2013.

Indicaciones. Para la elevación de seno maxilar este injerto resulta de gran ayuda para formar un nuevo techo sinusal que tras haber elevado la membrana nos permitirá rellenar la cavidad formada con hueso particulado



que puede ser de diferente origen, ya sea autoinjerto, aloinjerto, xenoinjerto o materiales sintéticos. 1, 4, 7, 8, 10.

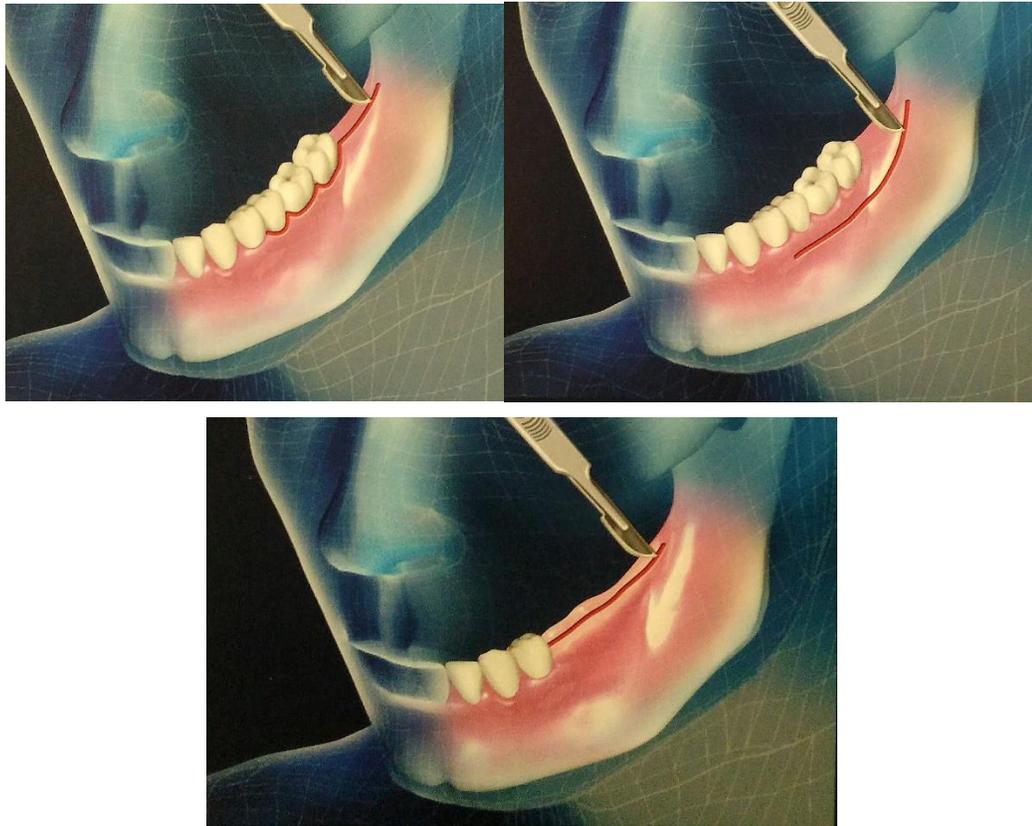


Figura 2. Tipos de incisiones para el diseño del colgajo en la toma del injerto óseo en la rama mandibular. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Quintessence, 2009.



Tuberosidad del maxilar

La tuberosidad del maxilar se encuentra localizada en el área retromolar, y es una de las zonas donas donadoras menos recurrentes utilizadas por el cirujano, debido a que no es área idónea por la cantidad de hueso disponible que no es muy elevada y posee una escasa cantidad de tejido cortical y tejido esponjoso poco denso.¹

La cantidad de hueso que se obtiene de la tuberosidad con respecto al obtenido de la sínfisis mentoniana o la rama mandibular es escaso, ya que la literatura indica que únicamente se puede obtener alrededor de 2-3 ml de hueso.¹

Indicaciones.

Está indicado en defecto de pequeño tamaño, que no requieren gran cantidad de hueso, tal es el caso de la corrección de dehiscencias o fenestraciones post colocación de implante; pequeños defectos que pudieran presentarse en la porción coronal; como relleno en nuevas cavidades sinusales que presentaron durante la intervención de elevación de seno maxilar. Las partículas obtenidas de la tuberosidad pueden ser mezcladas con hueso de distinto origen como los sustitutos óseos que pueden dar funcionalidad como mantenedor de espacio.¹



Exostosis de la cavidad oral

Las exostosis o también llamadas hiperostosis o torus (únicamente si se encuentran en mandíbula o maxilares), son neoformaciones benignas que se desarrollan a partir de la cortical ósea del maxilar o de la mandíbula. En el maxilar se presentan con mayor frecuencia sobre la línea media del paladar, mientras que en la mandíbula se encuentran presentes sobre la superficie lingual.¹

Puede tener presencia unilateral o bilateral y la etiopatogenia puede estar asociada al aumento de carga sobre el tejido óseo por parte del estrés masticatorio, se encuentra asociado a molestias en la articulación temporomandibular, no tiene predilección por género, o tipos étnicos.¹

Esta es una entidad que a pesar de no presentar sintomatología puede interferir en la planificación de prótesis móviles totales o parciales, así como interferencia en las maniobras de intubación en anestesia general, en algunos casos puede causar apnea nocturna debido a la obstrucción de las vías aéreas superiores y dificultad en la deglución y problemas fonéticos.¹

Con dimensiones notables de 2-3 cm son considerados buenos sitios de recolección ósea. Las neoformaciones están recubiertas por una delgada capa de mucosa, y su acceso no presenta complicaciones. Su obtención se lleva a cabo con limas recolectoras de hueso, fresas trefinas y osteotómos para la obtención de mililitros de hueso particulado.¹

Injerto de área cigomática



Para la recolección de hueso cigomático es necesario material adecuado con el uso de osteótomos, fresas trefinas o el uso de raspadores recolectores de hueso. El volumen de hueso obtenido es igualitario al obtenido en la tuberosidad del maxilar de 2-3 mililitros de tejido óseo y cursa con una evolución postoperatoria favorable ya que el paciente presenta molestias leves, así como un ligero edema.^{1, 4, 7, 8, 10}

Injerto de la espina nasal anterior

La espina nasal anterior es una pequeña estructura con forma piramidal, constituida por hueso cortical o más raramente por hueso córtico-medular, y está conformada por dos hemiestructuras fusionadas entre sí por hueso córtico-medular, que está conformada por dos hemiestructuras fusionadas entre sí por una sinartrosis. La función de esta estructura es dar sostén en el área media de la zona anterior maxilar.⁴

La dimensión varía entre individuo e individuo, suministra una cantidad de tejido óseo muy pobre y el uso de esta zona anterior del maxilar del proceso alveolar en la correspondencia del piso de la nariz.⁴

Está indicada en la corrección de pequeños defectos del perfil de la cresta, relacionadas con la colocación de implantes o, en el caso de cierre del canal nasopalatino, para evitar que los implantes estén expuestos en el canal mismo.⁴



Extraorales

Cresta Ilíaca

La cresta ilíaca es un hueso endocondral lo que significa que aporta tanto hueso cortical como hueso corticoesponjoso. Es un sitio que puede donar hasta 70-90 ml de tejido óseo, la cantidad varía en cada individuo en función de la edad, sexo, y actividad física, ya que una persona atlética tiene un aumento de masa muscular, y esta a su vez aumenta la nutrición, el desarrollo

y la conservación del propio hueso. 1, 4 7, 8, 10 .

Estructuras de interés quirúrgico para la toma de injerto de cresta ilíaca.		
Músculos	Arterias	Nervios
M. glúteo menor	Arteria glútea	Nervio íleo - hipogástrico
M. glúteo medio	Arteria isquiática	Nervio íleo - inguinal
M. glúteo mayor	Arteria circunfleja ilíaca profunda	Nervio femoral – cutáneo lateral del músculo
M. ilíaco	Arteria circunfleja ilíaca superficial	
M. sartorio	Arteria epigástrica superficial	
M. tensor de la fascia lata		
M. oblicuo externo del abdomen		
M. oblicuo interno del abdomen		
M. transverso del abdomen		

Tabla 2¹. Di Stefano Danilo, Injertos óseos en las Reconstrucciones Pre y Periimplantares. 1^o edición. Italia: ELSEVIER; 2013.



Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar





Para la preparación del campo operatorio se afeita la hemipúbica en el área de recolección, se posiciona en forma supina sobre la camilla y para hacer más visible el área de la pelvis, se coloca un rollo de tela debajo de los glúteos para que esta se eleve y sea evidente la cresta ilíaca. 1, 4, 7, 8, 10.



Figura 3. Sitio donde es tomado el injerto de cresta ilíaca. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009

La desinfección se realiza con yodopovidona previa a la intervención y el campo operatorio debe estar delimitado con campos estériles, dejando espacio para poder manejar los tejidos y permitiendo una correcta accesibilidad a la cresta ilíaca. 1, 4, 7, 8, 10

Tomando en cuenta las estructuras mencionadas en la tabla 2, la incisión evita el seccionamiento de la rama cutánea del nervio íleo-hipogástrico, ya que de lo contrario podría evolucionar en una parestesia de la cara anterior del muslo. Para evitar la complicación se realiza una incisión oblicua, siguiendo el pliegue cutáneo por encima de la cresta ilíaca, logrando una menor posibilidad de lesiones nerviosas y permitiendo una menor visibilidad de la cicatriz. 1, 4, 7, 8, 10

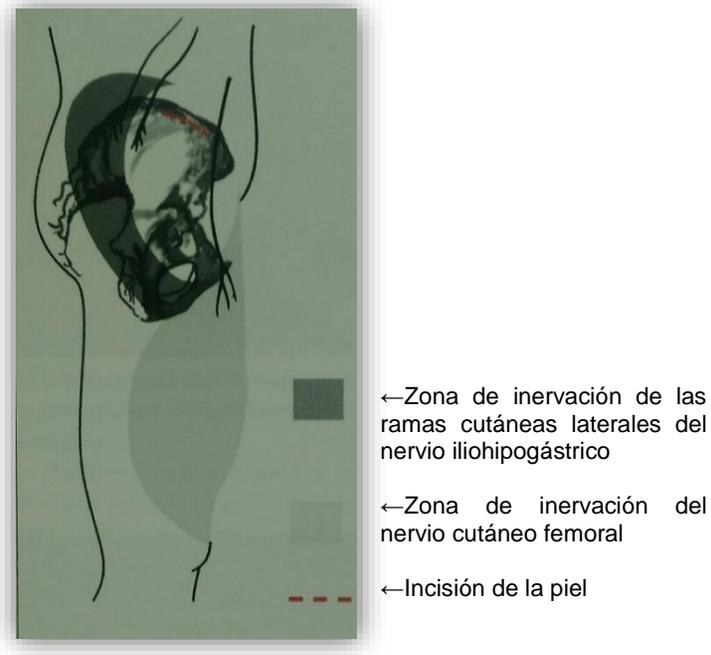


Figura 4. Estructuras de importancia durante la toma del injerto de cresta ilíaca. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009

Con una buena localización de estructuras anatómicas la incisión sale medialmente a 2 cm de la espina ilíaca anterosuperior y continua posterior y lateralmente a la proyección de la cresta ilíaca, por unos 5-6 cm. Sobre extender la incisión hacia el borde inferior resultará en la lesión del ligamento inguinal y la inserción, directamente sobre la cresta ilíaca anterosuperior del músculo sartorio. ^{1, 4, 7, 8, 10}

La exposición de los tejidos se realiza por planos con la incisión cutánea, para proceder a la separación de tejidos subcutáneos hasta destacar, por encima de la cresta ilíaca, la fascia lata y el paso tendinoso entre los músculos glúteos y los de la pared abdominal. La fascia lata es incidida por encima y en el centro de la cresta ilíaca, la longitud será directamente proporcional al tejido que se desee recolectar. ^{1, 4, 7, 8, 10}



Los instrumentos manuales, con sierras o instrumentos de ultrasonido son empleados para delimitar en longitud y profundidad la cantidad de tejido óseo que será tomado, en función de la cantidad de hueso que se desee transplantar. La recolección del hueso se separa de la cortical posterior delicadamente. 1, 4, 7, 8, 10.

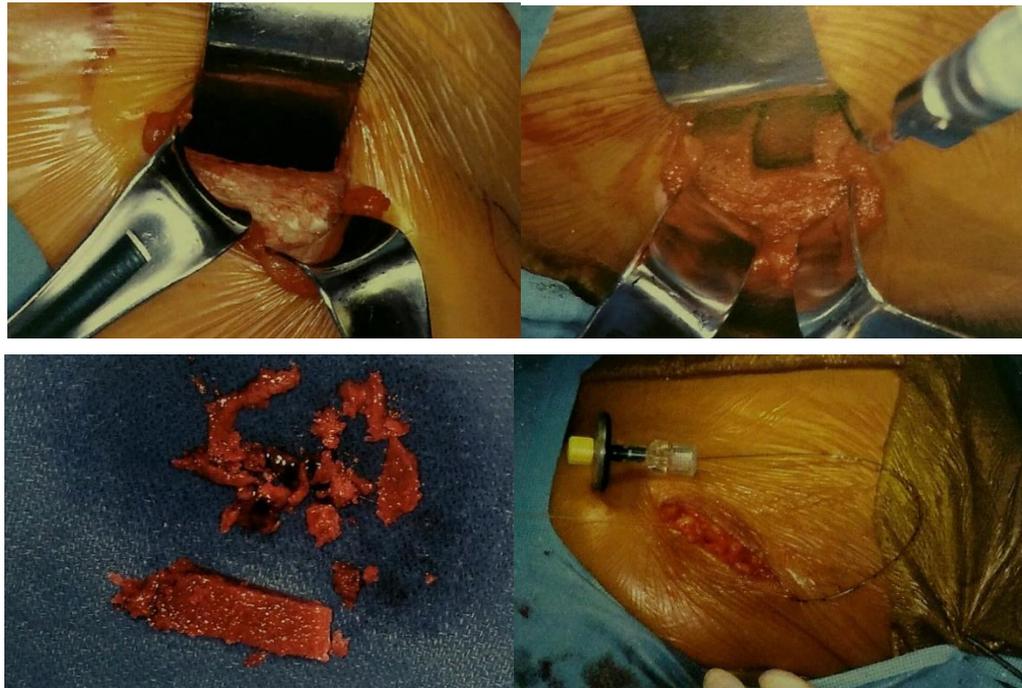


Figura 5. Procedimiento quirúrgico para la toma del injerto, descubriendo los planos anatómicos. Muestra de la cantidad de hueso obtenido. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Quintessence, 2009



Diseño del injerto

En ocasiones la atrofia maxilar requiere que se realicen diseños es el corte del hueso de la cresta ilíaca, para una mejor adaptación sobre el maxilar. El diseño puede ser en “L” para reconstruir la dimensión vertical y restablecer la dimensión horizontal vestíbulo-palatina; el diseño en “J” requiere que la cortical sea marcada en forma más gruesa con respecto al diseño en “L”, debido a la acción de los músculos glúteos sobre la misma, el aumento de espesor resulta en una eliminación más traumática, y debe ser modelado el injerto para su adaptación en el maxilar. ^{1, 4, 7, 8, 10}



Calvaria parietal

Es un injerto membranoso que algunos textos indican que presentan menor reabsorción que los de origen endocondral, es por ello que se considera el injerto de la cortical externa craneal como un injerto de primera elección para reparar defectos en fracturas craneofaciales, y para la reconstrucción con implantes. ^{1, 4, 37, 38, 40.}

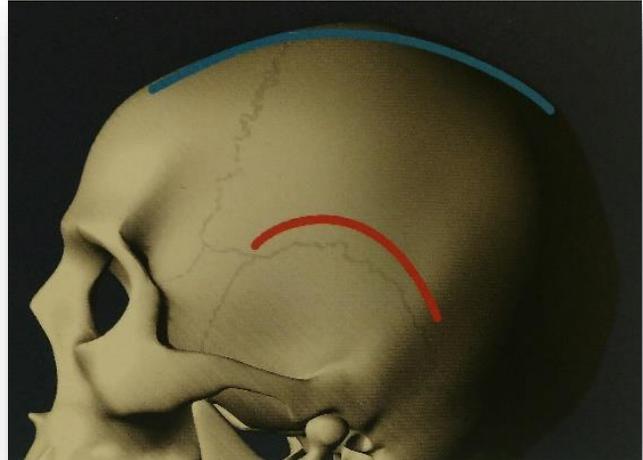


Figura 6. Sitios donadores de hueso en la calvaria parietal. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009

Una de las ventajas de tomar el injerto de esta zona es la ausencia de dolor posoperatorio en comparación con la incomodidad del injerto de cresta ilíaca y la cicatriz en la calvaria es cubierta por el pelo, sin embargo, una de las principales desventajas es la dificultad para modelar el hueso cortical. ^{1, 4, 7, 8, 10}

Puede conseguirse un desdoblado del hueso obtenido de una craneotomía o, lo más frecuente, directamente del cráneo del paciente, separando la cortical del paciente, separando la cortical externa de la externa con ayuda de un escolpo curvo. ^{1, 4, 7, 8, 10}

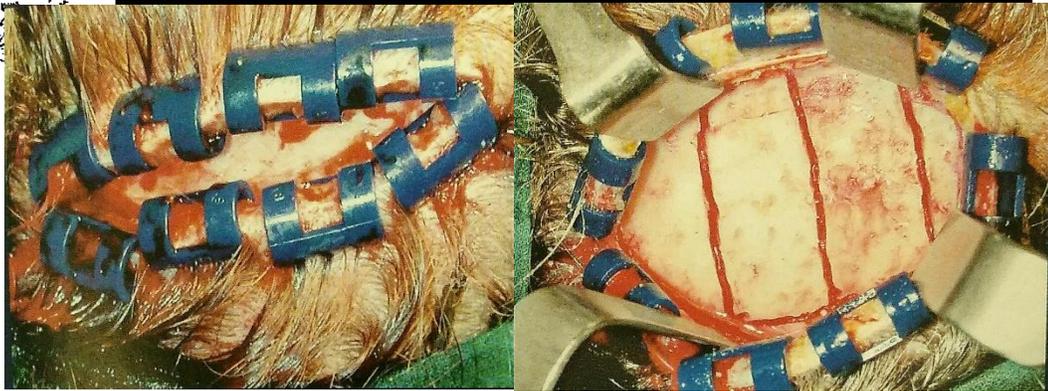


Figura 7. Exposición del área del injerto y delimitación de tejido a obtener. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009

Aunque son poco comunes, entre las principales complicaciones que pueden llegar a existir es un hematoma epidural o subdural, fístula de líquido cefalorraquídeo y daño cerebral. 1. 4. 7. 8. 10.

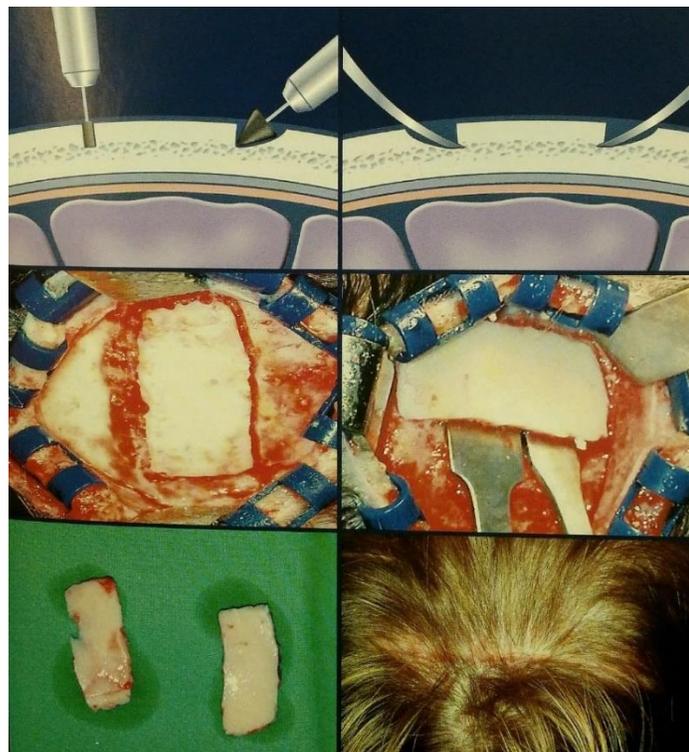


Figura 8. Procedimiento quirúrgico para tomar el hueso compacto de la calvaria. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009



Injerto de tibia

El injerto de tibia es una excelente opción cuando se requiere hueso esponjoso y una cantidad aproximada de 10-15 cc, para rellenar defectos de poca morbilidad sin producir molestias al paciente, el procedimiento se puede llevar a cabo bajo anestesia local más sedación o bajo anestesia general. ^{1, 4, 7, 8, 10}

Las indicaciones son en relleno en defectos óseos postquirúrgicos, atrofiar maxilares y mandibulares y es un injerto ideal para asociarlo a plasma rico en plaquetas. ^{1, 4, 7, 8, 10}

El procedimiento quirúrgico consiste en una mínima incisión sobre la cara anterior de la metafisis tibial, entre el tubérculo de Gerdy y la espina tibial anterior, con una trefina de 8 mm de diámetro se obtienen dos o tres cilindros de hueso esponjoso, salvo la cortical de la tibia, de unos 30-35 mm.¹² Se partícula el hueso para ser mezclado con plasma rico en plaquetas. ^{1, 4, 7, 8, 10}

Presenta una baja morbilidad, y en general no suele producir dolor en el paciente, salvo ligeras molestias al deambular que son compatibles con la vida del paciente. ^{1, 4, 7, 8, 10}

Injerto de costilla

Actualmente sus indicaciones son escasas, ya que ha sido sustituido por las fuentes anteriormente descritas. El injerto corticoesponjoso se extrae entre la 5^a y 7^a costilla, en todo su espesor. Tiene menor cantidad de esponjosa, se reabsorbe en mayor cantidad y más rápidamente, y presenta como



complicación la posibilidad de dañar la pleura y producir el correspondiente neumotórax. 1, 4, 7, 8, 10

1.2.2 Xenoinjerto

Los xenoinjertos consisten en hueso proveniente de un donante de una especie diferente a la del receptor. Los xenoinjertos no tratados ya no se utilizan desde hace mucho tiempo, porque provocan una reacción inmunológica intensa, a lo que fue comprobado ya en 1867 por Ollier. 1, 4-10

Sus ventajas eran su abundancia y la facilidad de extracción. Maatz propuso en la década de 1950 tratar el hueso proveniente de cerdo u ovejas jóvenes mediante diversos procedimientos de desproteinización. Este hueso, denominado hueso de Kiel, ha tenido un amplio éxito de implantación durante varios años, antes de que los malos resultados clínicos lo hayan desacreditado, porque este procedimiento dejaba una gran fracción orgánica. 1, 4-10

Le mejora progresiva de las técnicas de purificación ha permitido proponer nuevas generaciones de sustitutos de origen heterólogo. Los procedimientos de preparación que se utilizan en la actualidad se dirigen a eliminar cualquier antigenicidad, a la vez que se conservan las cualidades biológicas del tejido óseo. 1, 4-10

Algunos xenoinjertos se someten a un tratamiento a muy alta temperatura, correspondiente a una ceramización, que los transforma en una cerámica de hidroxiapatita (HA) idéntica a las hidroxiapatitas sintéticas a las que se puede asemejar. 1, 4-10

Los sustitutos óseos de origen animal provienen por lo general de bovinos, por lo que se ha sugerido la posibilidad de transmisión al ser humano de la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), debido a priones. La infectividad



difiere de la clase IV, en la que se considera que la infectividad no parece detectable, y varios tratamientos permiten limitar este riesgo, que es más teórico que real. En primer lugar, los animales destinados a la alimentación humana. ^{1, 4-10}

Las distintas etapas del tratamiento limitan a continuación de forma considerable el riesgo de contagio. En una fase, el hueso se corta y se somete a un tratamiento mecánico que elimina la mayoría de los restos celulares. ^{1, 4-10}

A continuación, se somete a distintos tratamientos químicos que permiten una desproteínización más o menos completa, una deslipidización y, por último, una inactivación viral y contra los priones. Estas extracciones se realizan por la asociación de diclorometano, de betamercaptoetanol y de urea, según métodos que varían en función de los fabricantes, pero cuyos principios generales son idénticos. Por último, este tratamiento se termina con una esterilización mediante irradiación. ^{1, 4-10}

Los sustitutos óseos procedentes de xenoinjertos han caído en desuso y en la actualidad se emplean poco. Sin embargo, se siguen comercializando y se utilizan sobre todo en países que no poseen bancos de huesos.

Después de los tratamientos, los xenoinjertos presentan una arquitectura ósea idéntica a la del hueso esponjoso humano. La red trabecular está constituida por la fase mineral y la red colágena. Los distintos procedimientos de fabricación no parecen alterar las propiedades mecánicas, que son comparables a las del hueso humano esponjoso, con una resistencia a la compresión del orden de 8 MPa. Estos sustitutos están disponibles en distintas formas estandarizadas: bloque, cuñas, fragmentos, cilindros, etcétera. Se conserva a temperatura ambiente. ^{1, 4-10}



1.2.3 Aloinjerto

También llamado hueso homólogo por tener origen de distinto individuo, pero misma especie. A partir de 1980, gracias a dos avances de la cirugía ortopédica que dieron un impulso considerable al uso de aloinjertos; los progresos de La quimioterapia, que permitieron desarrollar una cirugía de reconstrucción tras exéresis tumoral, particularmente en los casos de osteosarcomas, por otra parte, el desarrollo considerable de la cirugía protésica de la cadera y de la rodilla, consecuencia de desgaste y despegamiento de las piezas, llevó al desarrollo de la reintervención quirúrgica.^{1,4-6}

El tejido óseo puede ser obtenido de donante vivo o de cadáver obtenido dentro de las primeras 24 horas del deceso. Su estructura es idéntica a la del receptor, por lo tanto, debería garantizar una osteoconducción eficaz, fungiendo de sostén para la recolonización de células y vasos sanguíneos.^{1, 4, 6-10}

La posibilidad de utilizar hueso homólogo o derivados es regulada en la Unión Europea por los bancos de tejidos, instituciones a las se les demanda la obligación de recoger y suministrar este tipo de biomateriales. Los datos relacionados con la eficacia de dichos injertos son positivos, aun cuando la disponibilidad permanece limitada por la escasez de donante y porque su uso puede ser rechazado por el paciente, obligando nuevamente a replegarse sobre los biomateriales.^{1, 4-10}

Los procedimientos de conservación han sido ampliamente probados, en el caso de hueso homólogo congelado congelado en fresco no prevén ningún tipo de tratamiento de esterilización, seguramente debido a que la irradiación



de material, que aún contiene lípidos, podría provocar la formación de radicales citotóxicos no deseados. ^{1, 4-10}

En la actualidad, las exigencias de protección sanitaria obligan a aplicar protocolos cada vez más estrictos con la finalidad de eliminar la transmisión de agentes patógenos, estas exigencias incluyen el tratado del trabeculado óseo, tratamientos de esterilización complementarios, físicos y químicos. ^{1, 4-}

10

Bancos de tejidos óseos

Es conocido como banco de tejidos a aquella estructura encargada de recoger, proteger, y en algunos casos transformar y posterior distribución de los injertos óseos. Una buena praxis son una referencia de obligaciones cualitativas en el tratamiento de los tejidos, cuyo cumplimiento debe asegurarse con un sistema de garantía de calidad desarrollado en cada banco, dentro de los principios fundamentales que rigen la actividad relativa al injerto de parte del cuerpo humano, como el anonimato del donante y del receptor, trazabilidad de los injertos, protección sanitaria de la donación (cadena de frío, transmisión de agentes patógenos, competencia del personal del banco).⁹



Origen de trasplantes óseos

En la actualidad existen dos fuentes en el cuerpo humano para su obtención:

Cabezas de femorales: son extraídas ocasionalmente durante artroplastias totales de cadera, para lo cual jurídicamente se deben cumplir algunos aspectos sobre residuos quirúrgicos, una vez tomada la recolección es enviada a algún banco de tejido autorizado para el tratado del hueso.⁹

Segmentos óseos masivos: la toma de estos injertos es regularmente posterior a la extracción de múltiples órganos, y el corazón detenido. Para que la donación se lleve a cabo el donante no debe haber manifestado oposición alguna a dicha donación ¹¹

Para la evaluación de seguridad se requiere un mínimo de tres principales componentes 1) análisis de antecedentes, 2) exámenes de laboratorio y 3) evaluación serológica a distancia, biología molecular para el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y el virus de la hepatitis C (VHC) realizadas para el tratamiento de esterilización secundaria.¹¹

L. Vastel 2010 menciona en su artículo una lista de los criterios para exclusión de donadores de injertos óseos que presenten un alto riesgo de transmisión de un agente patógeno al receptor. Tales criterios pretenden incluir antecedentes que puedan alterar la calidad mecánica del trasplante o transmitir agentes patógenos.¹¹



Sustitutos óseos

Debido a que los injertos autólogos intraorales suministran una cantidad reducida de tejido y los extraorales requieren cirugía mayor, con un costo biológico más elevado, sin mencionar, la apertura de un segundo sitio quirúrgico que entre los pacientes suele ser poco aceptado y esto se traduce en un incremento de la morbilidad. Por tales motivos hay una constante búsqueda de sustitutos óseos para la obtención de resultados en gran parte superponibles con los del hueso autólogo. ^{1, 4, 7, 8, 10}

El sustituto óseo puede ser utilizado solo o en combinación con un autoinjerto; entre sus ventajas la ausencia de un sitio quirúrgico para la recolección de tejido, ofrecen una menor morbilidad postoperatoria, se puede disponer de la cantidad deseada y la aceptación por el paciente es adecuada. ^{1, 4, 7, 8, 10}

El sustituto óseo conserva una resistencia en capacidad de permitir la utilización de los tornillos de osteosíntesis. En el pasado los sustitutos óseos presentaban una dificultad de adaptación a la zona receptora, por otra parte, presentaban mayor flexibilidad obtenida por el proceso de descalcificación que permitía una mejor adaptación a la zona receptora. ^{1, 4, 7-10}

Los sustitutos de hueso utilizados en la actualidad pueden ser clasificados en tres diversas categorías, de acuerdo a su origen:

- Sintéticos
- Naturales, pero de origen óseo
- naturales, de origen óseo



Sustitutos sintéticos. Son obtenidos a través de un proceso de síntesis química y pueden ser reabsorbibles como no reabsorbibles. Estos materiales muestran también la capacidad de mantener en el tiempo enlaces estables con el hueso neoformado. Ningún material de origen sintético reabsorbible ha mostrado ser capaz de someterse a un verdadero remodelado osteoclástico, alineándose con la velocidad del remodelado de la zona del injerto. 1, 4, 7, 8, 10

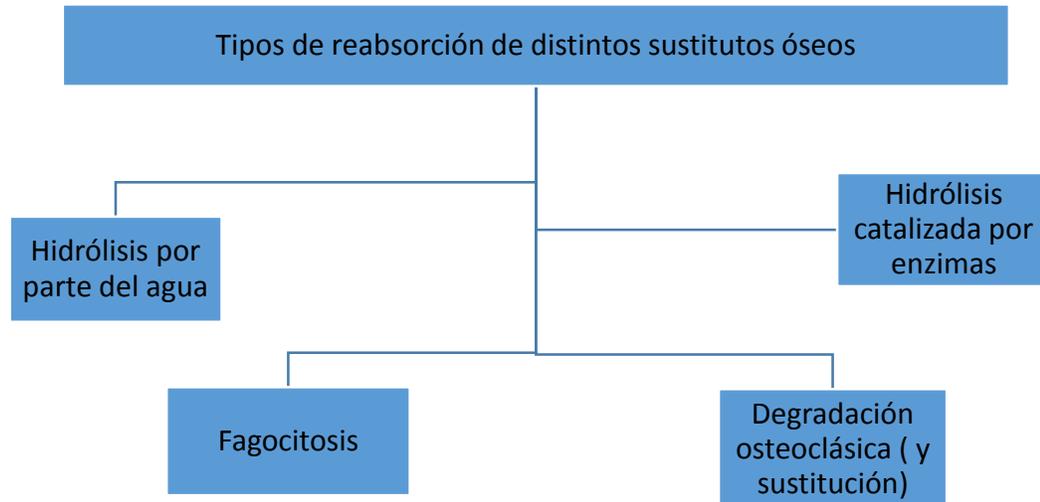
El objetivo de utilizar injertos óseos consiste esencialmente de dos principales aspectos:

- 1) La regeneración ósea estrictamente hablando, la cual prevé la obtención de un volumen óseo vital y funcional, carente de material extraño, al finalizar el proceso regenerador. 1, 4, 7, 8, 10
- 2) Una regeneración ósea que contemple el mantenimiento del material injertado a través del tiempo. 1, 4, 7, 8, 10

El sustituto óseo será totalmente reabsorbido en los tiempos apropiados y a pesar de ser biocompatible e integrado en el hueso neoformado, resultará escasamente o para nada reabsorbible. 1, 4, 7, 8, 10.



Esquema 1^{1,4}. Mecanismo de reabsorción de injertos óseos.



Hidrólisis del agua: es un mecanismo de reabsorción muy rápida que, técnicamente, tiene que ver con los materiales de naturaleza salina, ejemplo de ello es el sulfato de calcio. El dipolo iónico del agua interactúa con los átomos de la sal ionizándolos y llevándolos a solución. ^{1,4}

Hidrólisis catalizada por enzimas: se presenta la solubilidad de partes de la molécula provenientes del agua. Sin embargo, debido a la naturaleza del enlace químico de la molécula de la cual está compuesto el material, esta reacción tiene una energía de activación tan alta que no se produce bajo condiciones fisiológicas. Con la presencia de una enzima, por otra parte, la energía de activación desciende hasta tal punto que la reacción puede producirse en forma cuantitativamente observable. Ejemplo de ello son las membranas de colágeno, que, aunque no se disuelven en el agua una vez injertadas son degradadas por la acción de las colagenasas, enzimas presentes en el tejido conjuntivo. ^{1,4}



Fagocitosis: hace alusión a pequeños fragmentos de cualquier material por debajo de los 0.2 mm de diámetro. Mediante este umbral se activa la reacción macrofágica, por lo que el material es endocitado y posteriormente disuelto en el interior del macrófago.^{1, 4}

Degradación osteoclástica: cuando el material es reconocido por los osteoclastos, estos se adhieren; es soluble en un ambiente ácido y puede ser sustituido por el tejido óseo del paciente.^{1, 4}

La degradación osteoclástica es el mecanismo que prevé la interacción real del material con el metabolismo de reemplazo óseo mediado por la célula. Debido a esto, los sustitutos óseos que experimentan este mecanismo de reabsorción deberían ser definidos como remodelables, en lugar de reabsorbibles.^{1, 4}

La vascularización de aloinjertos trabeculares progresa de forma idéntica a la de un autoinjerto durante las dos primeras semanas y luego declina progresivamente durante las semanas siguientes, hasta encontrar su techo en el 50% de la de los autoinjertos in vitro a las 6 semanas, lo que se relaciona con el desarrollo de oclusiones capilares sucesivas por efecto de la reacción inmunitaria (que mejora con un inmunosupresor). Sin embargo, algunos autores no refieren consecuencias de esta sensibilización inmunitaria sobre la calidad de la integración in vitro final del injerto, lo que permite no tener en cuenta durante muchos años este parámetro en la práctica clínica. Con todo, estudios más recientes pondrían este principio en tela de juicio al establecerse una correlación entre el resultado a largo plazo y la compatibilidad con antígenos leucocíticos humanos (HLA).^{1, 4, 7, 8, 10}



Los tratamientos aplicados al injerto pueden reducir esta inmunogenicidad.

Así, la congelación y la liofilización reducen la antigenicidad de los injertos. La ablación de la médula ósea y de sus células suprime, de una manera general, las dianas principales de la reacción inmunitaria y la reduce sensiblemente. Hay aditivos, como el DMSO, que parecen reducir la antigenicidad de los injertos masivos corticoesponjosos y, al mismo tiempo, hacen posible la supervivencia transitoria de células osteogénicas del donante en el injerto. ^{1, 4, 7, 8, 10}

Entre los biomateriales de origen sintético para regeneración ósea, los cuales presentan un seguimiento documentado, se encuentran:

- Sulfato de calcio.
- Fosfato de calcio y derivados.
- Hidroxiapatita sintética.
- Biovidrios.
- Polímeros del ácido poliglicólico y poliláctico.

Hidroxiapatita

La hidroxiapatita sintética (HA) es un material de síntesis sustitutiva del hueso utilizado y estudiado desde hace mucho tiempo. Representa el componente inorgánico del hueso humano, siendo escaso y para nada reabsorbible. Tiene una aguda capacidad osteoconductor y de osteointegración con el tejido óseo neoformado.¹

Fosfato tricálcico



El fosfato de cálcico y sus derivados constituyen un grupo heterogéneo de materiales que tienen diferentes propiedades de reabsorción, las cuales dependen de la disposición y del número de enlaces químicos en la molécula. Su reabsorción se debe en parte a la hidrólisis, así como a la remarginación celular, siendo rápida por lo general (2-3 meses).¹

Vidrios Bioactivos

Son materiales de naturaleza vítrea, en forma de cristales activos y amorfos, escasamente o para nada reabsorbible y en capacidad de producir un enlace con el tejido óseo formado. Tienen una superficie resistente a la actividad osteoclástica que es responsable de su escasa reabsorbilidad, causada por la imposibilidad del osteoclasto para ejecutar el ciclo de reabsorción completo (adhesión, sellado, acidificación y separación). Probablemente resulta igual con las hidroxiapatitas sintéticas.^{1,4}

Derivados del ácido poliglicólico

Son copolímeros dotados de capacidad osteoconductora, que se presentan bajo la forma de bloque, en gránulos o gel. Tienen una reabsorción relativamente rápida por hidrólisis directa, correlacionada sin embargo con el grado de densidad del material.^{1,4}

1.3 Características de un injerto

1.3.1 Osteoinducción



Es el proceso por el cual el material inorgánico implantado ofrece una matriz para el crecimiento de células óseas progenitoras desde los márgenes del defecto. Dicho material puede ser permanente o reabsorbible. El material osteoconductor puro no forma hueso de una forma intrínseca, su osificación no es endocondral y la formación de hueso siempre comienza en la periferia.

1

En los últimos años, se han caracterizado una serie de factores y sustancias responsables del proceso de osteoinducción, entre las que se encuentran las Proteínas Morfogenéticas (BMPs), que recientemente se han desarrollado de forma recombinante (rhBMP). Presentan un mecanismo puro de osteoinducción, induciendo la formación de hueso.¹

1.3.2 Osteogénesis

Es nueva formación ósea mediada por el injerto de un material de relleno de células vivas, que llevan a cabo la regeneración ósea de una forma directa. Este mecanismo es característico de los autoinjertos y es especialmente importante en los injertos córtico-esponjosos y particulados de esponjosa debido a la más rápida revascularización.¹

1.3.3 Osteoconducción

Es la capacidad que tienen algunos materiales de liberar determinadas sustancias llamadas osteoinductores, capaces de inducir la formación de



hueso por un mecanismo endocondral en zonas alejadas del margen del lecho receptor. En la práctica, este tipo de regeneración ósea, sólo se consigue con el injerto autólogo y alogénico. ¹

1.3.4 Presentación de injertos

Masilla

La presentación en masilla (Putty), que diferentes casas comerciales manejan son de fácil aplicación, debido a que su colocación con jeringa permite el fácil acceso al sitio quirúrgico.¹²

Algunas presentaciones permiten el premezclado del sustituto óseo con un aglutinante, mientras que otras se encuentran en prestación única que no requiere ser premezclado.¹²

Particulado

Las partículas de injertos son la forma más común en la que se presentan los injertos, múltiples partículas con diferentes tamaños de hueso cortical, esponjoso o combinado lo conforman.¹²

El origen puede ser autógeno, heterogéneo, homogéneo o de sustitutos óseos, la selección del tipo de injerto dependerá del volumen del defecto óseo que se desee rellenar.¹²

Esponja de colágeno

La esponja de colágeno acelular es una presentación que se encuentra impregnada de proteína morfogenética ósea tipo 2, esto reduce la reabsorción del injerto, así como la dosis y cantidad de rhBMP-2 requerida, y conservando las propiedades ofrecidas por la proteína morfogenética ósea de tipo 2.^{12,14}



13.5 Adaptación del injerto óseo

Fase osteoinductiva. Esta fase dura aproximadamente un mes y mientras actúa la fase inflamatoria, una red vascular crece a partir del tercer día y continua por tres semanas. Se inicia la fase celular, diferenciación, proliferación y activación; migración de osteoblastos y activación de BMPs.^{12,13}

La maduración del injerto es más rápida con injertos autólogos (3-4 meses) que con xenoinjertos (8-10 meses), aunque ésta se iguala con el paso del tiempo. La adición de xenoinjertos a autoinjertos evita su reabsorción. Añadir hueso autógeno a los xenoinjertos debería ser efectivo al producir un incremento en la formación de hueso vital y disminuir el tiempo de maduración ósea.¹²

Fase osteoconductiva. Cuando las células entran en contacto con el implante, se esparcen a lo largo del metal, formando una delgada capa de hueso inicial y formando un callo fibrocartilaginoso y posteriormente un callo óseo a los 3 meses; al cuarto mes se encontrará la máxima cantidad de hueso sobre el implante.¹²

La osteointegración y la supervivencia de los implantes depende de la cantidad de hueso vital que se forma a su alrededor (interfase hueso-implante). Nunca se produce la unión de la superficie del implante con los biomateriales, sino sólo con tejido osteoide o hueso maduro.¹²

Fase de osteoadaptación. Comienza al cuarto mes y continua posterior a la carga del implante.



1.4 Biología ósea

El tejido óseo interacciona con tres principales tipos celulares: osteoblastos, osteocitos y osteoclastos, y una matriz extracelular altamente organizada, sintetizada por los osteoblastos, y pasan a denominarse osteocitos cuando quedan envueltos por dicha matriz madura. Su actividad sintetizadora disminuye en este punto, y pasan a ejercer el control metabólico de la matriz extendiendo sus prolongaciones y formando una extensa red que la surca. Ambos tipos celulares pertenecen al mismo origen mesenquimático. Los osteoclastos por el contrario, son células multinucleadas de origen monocítico y su función es la destrucción de la matriz del hueso. La biología de las células sintetizadoras y destructoras está regulada por el metabolismo sistémico, esto constituye un sistema de equilibrio dinámico en el que el porcentaje de destrucción es compensado con la de formación; en condiciones normales, el hueso se encuentra en una constante remodelación. Su homeostasis depende del mantenimiento de este equilibrio.¹⁵



La matriz extracelular está formada por una arquitectura ordenada de fibras de colágeno en mayor porcentaje del tipo I, así como de proteoglicanos y otras proteínas minoritarias como osteonectina, osteocalcina, sialoproteínas, etc. En estado maduro la matriz se mineraliza formando cristales de fosfato cálcico en forma de hidroxiapatita. El proceso de reparación se pone en marcha cuando el tejido óseo sufre una fractura, conduciendo a la reposición de la estructura y función perdidas.¹⁵

En el proceso de cicatrización ósea, el tejido repuesto posee una pobre organización. Una serie de factores endógenos y exógenos, que abarcan productos de genes homeóticos, factores de transcripción, citocinas y factores de crecimiento, conduce a la formación de un blastema de reparación por activación de las células madre, formando un callo en la zona de la fractura que, tras sufrir un proceso semejante al desarrollo embrionario, dejarán la estructura reparada en forma y tamaño. El proceso es una serie de acontecimientos celulares y moleculares perfectamente coordinados.¹⁵

1.5 Manejo y colocación del injerto óseo

Para la inserción y colocación del injerto particularizado se pueden utilizar diversos instrumentos, como despegadores angulados, compactadores y cucharillas. Debemos introducir las partículas secas o hidratadas levemente con suero salino o sangre, para facilitar su manejo y permitir que se rehidraten con la sangre del coágulo.¹³

El injerto se compacta siempre presionando hacia el suelo del seno y la pared medial, nunca hacia la membrana sinusal. Es aconsejable rellenar



primero los compartimentos anterior y posterior para disminuir la posibilidad de agujeros vacíos.¹³

La compactación del injerto no debe ser excesiva, dejando espacios que serán ocupados por el coágulo (nuestro verdadero injerto), que será el que inicie la formación del nuevo hueso.¹³

El tamaño de la partícula de los injertos óseos, sobre todo de los xenoinjertos, es importante. A mayor tamaño de la partícula, mayor capacidad de osteoconducción y menor reabsorción. Se recomienda utilizar una mezcla de partículas pequeñas y grandes para producir un espacio interparticulado adecuado. Las pequeñas, al estar muy comprimidas, pueden impedir el crecimiento vascular. Las grandes pueden retrasar la reabsorción y la formación de hueso nuevo.¹³

Si se realiza la implantación inmediata o simultánea, se debe introducir parte del injerto en la porción palatina del seno antes de la colocación de los implantes, con el fin de rellenarla adecuadamente. Debemos intentar preservar la mayor altura ósea vestibular posible para que la estabilidad del injerto sea adecuada.¹³

1.5.1 Membranas

Las membranas de barrera se usan fundamentalmente para reparar perforaciones de la membrana sinusal y para proteger el acceso al seno, colocadas sobre el orificio de la antrostomía.¹³

Los beneficios de su empleo sobre la antrostomía lateral son:

- La exclusión y prevención de la inmigración de células del tejido conectivo no osteogénicas da tiempo a que los osteoblastos provenientes de las paredes óseas adyacentes invadan el injerto



sinusal y formen hueso. El periostio adulto del colgajo vestibular, una vez elevado de la superficie ósea, tiene una alta capacidad fibrogénica y una escasa capacidad osteogénica.¹³

- La retención y estabilización de los injertos particulados dentro del seno evitan su migración a partes blandas.¹³
- La protección del mucoperiostio vestibular de posibles desgarros o perforaciones provocadas por las partículas del material de injerto.¹³

Existen diversos tipos de membranas, que podemos dividir en reabsorbibles y no reabsorbibles. Ambas parece que funcionan satisfactoriamente sin existir consenso sobre cuáles son las más efectivas para la formación del hueso.¹³

Las membranas reabsorbibles son más cómodas y recomendables al evitar una segunda cirugía en los casos de implantación simultánea. Las más usadas actualmente son las de colágeno bovino, equino o porcino, que son perfectamente biocompatibles. Otras láminas o membranas reabsorbibles son sintéticas (poliláctico/poliglicólico), de hueso desecado congelado, de sulfato cálcico y de plasma rico en factores de crecimiento.¹³

Las membranas no reabsorbibles más empleadas son las de polietileno y las de politetrafluoroetileno expandido (PTFE).¹³

La membrana debe sobrepasar 3-5 mm el perímetro de la antrostomía y no debe colocarse sobre las paredes óseas intrasinales (disminuye el aporte vascular endostal).¹³



1.6 Coadyuvantes en la regeneración ósea

1.6.1 Factores de crecimiento

Los factores de crecimiento óseo pueden estimular la formación y mineralización del hueso, inducir a las células mesenquimales indiferenciadas a que se diferencien en células óseas y desencadenar una cascada de reacciones intracelulares y la liberación de factores de crecimiento óseo adicionales y factores estimulantes de las células.¹⁴

Se han identificado y clasificado cerca de 50 factores de crecimiento conocidos; algunos de ellos son específicos de la curación ósea y constituyen un grupo separado de proteínas debido a la forma en que se producen y a su modo de acción. Son, sin embargo, parte de la gran súper familia de los TGF- β . Los factores de crecimiento óseo están presentes fundamentalmente en la matriz ósea y se liberan durante el remodelado o después de un traumatismo. Actúan sobre las células indiferenciadas osteoprogenitoras locales, por lo que tienen áreas de encontrarse también en la matriz ósea extracelular, son osteoinductivas y pueden desencadenar la diferenciación de las células mesenquimales en osteoblastos.¹⁴

1.6.1.1 Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF)

Los factores de crecimiento derivados de las plaquetas son la mayor fuente de este factor de crecimiento y pueden dividirse en varios tipos: AA, BB (homodímeros) y AB (heterodímeros). Estos factores tienen las características de una hormona cicatrizante y actúan como quimiotácticos que reclutan células mesenquimales de la herida. Las plaquetas activadas favorecen también la hemostasia atrayendo a más plaquetas a la zona, que



liberan trombina, tromboxano A₂ y adenosina difosfato. El PDGF aumenta la formación de hueso y cartílago en la zona del injerto. Se ha visto también que activa la colagenasa en las últimas fases de la curación de las heridas, lo que remodela el colágeno para promover la curación de la herida de tejido blando.¹⁴

Los papeles fundamentales de los PDGF en el modelado y remodelado óseo son:

1. Aumentar el número de células necesarias para la formación de hueso (incluyendo los osteoblastos) en la zona de la reparación.¹⁴
2. Desencadenar la formación de capilares mediante su potente actividad mitogénica.¹⁴
3. Estimular el desbidamiento de la zona.¹⁴
4. Proporcionar una fuente continua de factores de crecimiento para las reparaciones óseas.¹⁴

El PDGF mezclado con injertos de hueso autólogo puede acelerar la mineralización hasta un 40% durante el primer año. El PDGF combinado con otros factores de crecimiento periodontal con regeneración ósea guiada.¹⁴

1.6.1.2 Factor de crecimiento fibroblástico (FGF)

Los factores de crecimiento fibroblásticos se almacenan en la matriz extracelular del hueso y tienen muchas de las mismas funciones que los PDGF. Los FGF pueden estimular la proliferación de los osteoblastos, dando lugar a la formación neta de hueso. Además, son unos potentes factores angiogénicos. El FGF- β necesita estar en presencia de hueso para ser eficaz y lo es más cuando se utiliza en combinación con PDGF.¹⁴



1.6.1.3 Factor de crecimiento transformante (TGF)

La super familia de los factores de crecimiento es la del TGF- β , con más de 47 variantes conocidas. El TGF- β incluye citosinas que contribuyen a la reparación ósea. El hueso es el almacén de TGF- β más abundante del cuerpo, que actúa como un agente mitogénico débil para las células osteoblásticas humanas. El TGF- β induce también la quimiotaxis y estimula la formación de la matriz extracelular de las células osteoblásticas y puede inhibir la formación de los osteoclastos.¹⁴

El TGF- β activa a los fibroblastos para que formen procolágeno, que deposita el colágeno tipo I en la herida y puede, por lo tanto, estimular la reparación de los tejidos duros y blandos. Los PDGF y TGF- β_1 ayudan a la curación del tejido blando y a la mineralización ósea, por lo que pueden mezclarse con los materiales del injerto en este y aplicarse sobre la capa superior del mismo.¹⁴

1.6.1.4 Factor de crecimiento tipo insulina (IGF)

Los factores de crecimiento tipo insulina I y II son producidos en el hígado para posteriormente pasar al torrente sanguíneo e imita las funciones de la insulina. Se ha observado que el IGF actúa como factor quimiotáctico para las células progenitoras mesenquimales derivadas de la médula ósea.¹⁴

El PRP es un volumen de plasma autógeno que tiene una concentración de plaquetas por encima de los valores basales (1 millón de plaquetas /ml frente en comparación con los valores normales medios de 200, 000 plaquetas/ml). Se trata de una fuente autógena concentrada de siete factores de



crecimiento que son factores de crecimiento con los que contamos en proporciones determinadas biológicamente.¹⁴

No es osteoconductor por sí mismo, no puede inducir la formación de hueso o DFDB, pero su participación en el proceso de cicatrización es importante, así como para el injerto óseo.¹⁴

Se ha observado que el 90% de los factores de crecimiento liberan PRP a los 10 minutos de activación del coagulo y el 10% restante dentro de la siguiente hora y media. Se trata de un tiempo muy corto en el esquema del aumento óseo, un proceso de 4 a 9 meses.¹⁴

Por otra parte, la cicatrización de tejido blando es un proceso que se completa en un 90% en varias semanas. La influencia del PRP es más notable en este corto espacio de tiempo.¹⁴

1.6.1.6 Plasma rico en plaquetas (PRP)

La sangre completa está formada principalmente por eritrocitos, leucocitos, plaquetas y suero. Los eritrocitos son necesarios para aportar oxígeno y nutrientes a las células. Sin embargo, los eritrocitos estancados se lisan y el pH disminuye, con el riesgo de matar células óseas vitales.¹⁴

La primera fase de la técnica de la centrifugación doble separa los eritrocitos del plasma que contiene las plaquetas, los leucocitos y los factores de la coagulación. Los eritrocitos se separan en este proceso y vuelven a centrifugarse. La segunda centrífuga separa las plaquetas y los leucocitos del plasma y produce PRP. Cuando el plasma está separado físicamente del PRP, el plasma representa el plasma pobre en plaquetas (PPP). Las técnicas de una centrífuga no son eficaces para separar el PRP del PPP y con ellas



se obtiene un recuento de plaquetas recogidas, mayor será la concentración de factores de crecimiento.¹⁴

1.6.1.6 Proteínas morfogenéticas del hueso (BMP)

Este grupo de proteínas que pertenecen a la familia de los TGF- β está directamente relacionado con los fenómenos de condrogénesis y osteogénesis tanto in vitro como in vivo. En la actualidad son numerosos los inconvenientes que se han tenido que resolver y entre ellos destacan los relacionados con las fuentes de síntesis (osteosarcomas, matriz ósea desmineralizada, hueso bovino, ADN recombinante) y con los necesarios transportadores (colágeno puro, proteínas no colágenas, polímeros biodegradables, cerámica ósea).^{15, 16}

Fuentes de síntesis

Antes del desarrollo de técnicas de ingeniería genética, la purificación de estas BMPs se realizaba a partir de diversas fuentes: osteosarcoma humano, osteosarcoma de Dunn (múridos), matriz ósea desmineralizada y hueso bovino. En los últimos años los avances en el campo de la biología molecular han permitido obtener estas proteínas a partir de técnicas de ADN recombinante. La inducción de la osteogénesis mediante la implantación de tejido procedente de osteosarcomas y sus extractos ha sido puesta de manifiesto en numerosas experiencias, en otros casos se ha observado este potencial osteoinductivo en condrosarcomas, osteoclastomas y en sarcomas de Ewing. Los resultados de estos estudios sugieren que este tejido podría contener una o más proteínas morfogenéticas idénticas, o al menos similares, a las presentes en la matriz ósea y la dentina. Las células del osteosarcoma de Dunn con trazas fenotípicas de osteoblastos producen



factores similares a las BMPs con capacidad osteoinductora. Takaoka et al. purificaron por primera vez la BMP-4 (BMP-2B) partiendo de células del osteosarcoma de Dunn, examinando su secuencia polipeptídica y estudiando alguna de sus características bioquímicas. ^{15, 16}

En 1965, Urist demostró cómo la implantación de matriz ósea desmineralizada (DBM) inducía la formación ósea endocondral mediante la diferenciación de células mesenquimáticas en condrocitos y osteocitos. A partir de este primer trabajo se han realizado numerosas investigaciones con el fin de determinar el proceso de diferenciación inducido por la DBM. En este proceso se observan 2 picos de acumulación de ácido hialurónico, el primero de ellos asociado a la migración de las células mesenquimáticas y el segundo relacionado con la agregación de condroblastos. El material osteogénico obtenido a partir de ADN recombinante presenta 2 importantes ventajas: ^{15, 16}

- a) la proteína que se obtiene es mucho más pura que los extractos, ya que éstos suelen presentar una mezcla indeterminada de BMPs. ^{15, 16}

- b) la tecnología recombinante permite obtener un volumen suficiente de material osteoinductivo capaz de reparar defectos óseos de grandes dimensiones. Se han identificado 7 BMPs distintas en humanos a partir de la expresión de proteínas recombinantes. ^{15, 16}



Por la conocida capacidad de la BMP-2 de estimular la regeneración ósea, existen reportes en los que se evalúa su uso en el área maxilofacial. Katanec y cols. evaluaron el uso clínico de rhBMP-2 para inducir aumento de altura del hueso mandibular bilateral seguido de implantes dentales. El paciente de 61 años fue sometido al procedimiento administrándose rhBMP-2 vía esponja de colágeno reabsorbible con una dosis de 3.75 mg para el lado derecho y 1.5 mg para el lado izquierdo. Los sitios quirúrgicos fueron protegidos con una membrana de titanio rígida y a los 6 meses el sitio fue reabierto y removida la membrana para colocar 3 implantes dentales. Los autores observaron buena estabilidad primaria para la posterior rehabilitación oral. Los resultados reportados en este caso clínico indicaron un aumento en la altura de la mandíbula de hasta 5.5 mm, permitiendo concluir que esta opción de tratamiento puede ser considerada antes de la colocación de implantes dentales en zonas donde existe poca altura ósea.^{15, 16}

A diferencia de los buenos resultados obtenidos en el caso anterior, en un modelo de extracción dental en el que se midió la altura de la cresta alveolar, Kim y cols. evaluaron la eficacia de matriz de hueso desmineralizada en combinación con rhBMP-2. De los 69 pacientes, a 35 se les injertó la matriz de hueso con rhBMP-2 a una concentración de 0.05 mg/ml. Evaluaron la seguridad del injerto mediante pruebas sanguíneas y con tomografía la altura de la cresta alveolar a los 3 meses. No fueron encontrados resultados adversos ni reacciones inmunes, aunque tampoco diferencias en la altura de la cresta ósea.^{15, 16}



El uso de BMP ha demostrado resultados promisorios, sin embargo, no deben ser consideradas la panacea para el tratamiento de no unión. Ciertamente existen controversias en la aplicación de BMP en defectos óseos. Aún es necesaria la realización de más estudios para comprobar el uso de las BMP como una modalidad efectiva de tratamiento en cirugía y medicina regenerativa.^{15, 16}

rhBMP-2

La BMN-2 recombinante humana (rhBMP-2) ha demostrado tener gran eficacia en la regeneración ósea de defectos segmentarios, particularmente cuando se combinan con una matriz de colágeno, siendo una valiosa alternativa al empleo de injertos óseos autólogos.^{12,17}

La rhBMP-2 es una réplica de la proteína BMP-2, que se produce de forma natural en los seres humanos y es importante en la regeneración ósea. Este proceso estrechamente controlado de fabricación de rhBMP-2 garantiza la coherencia y la esterilidad de las soluciones puras de BMP. El proceso incluye dos fases.^{12, 17}

Fase 1: Identificación, replicar y almacenando el gen humano de la BMP-2

El proceso comienza mediante la identificación y el aislamiento del gen específico que lleva el código para la fabricación de proteína morfogenética ósea 2. Una vez que se aisló, se une y recombina entonces el ADN de una célula de mamífero de uso común. "Recombinante" se refiere a la inserción, o la recombinación, del gen en la célula de producción.^{12, 17}

A medida que estas células crecen y se multiplican recombinados, e incluyen



el nuevo gen en su ADN. Este proceso de replicación da lugar a una población homogénea de células que pueden producir rhBMP-2.^{12, 17}

Un único lote de células de producción rhBMP-2 se cultiva y se distribuye en varios cientos de frascos pequeños, llama un "banco de células." Este banco es la fuente de toda la producción futura de rhBMP-2. Para mantener de forma segura las células, se congelan a -135 °C y se almacenan en congeladores seguros, vigilados, de temperatura controlada. Debido a que se necesitan sólo unas pocas células recombinadas para hacer muchos millones de unidades de rhBMP-2 y bancos de células futuras, el aislamiento y el proceso de clonación no necesita ser repetido.^{12, 17}

Fase 2: La producción, purificación y esterilización de rhBMP-2

El proceso de purificación implica una serie de cuatro columnas de cromatografía. Las células son transferidas a un biorreactor, que es un entorno de sistema cerrado controlado por ordenador donde comienza la producción a gran escala. Después de un período de crecimiento de alrededor de tres días, las células recombinadas se filtran fuera del medio que contiene rhBMP-2 y se descartan. El rhBMP-2 se mueve en el proceso de purificación, que consiste en una serie de cuatro columnas de cromatografía. Luego se esteriliza con nano filtración como una garantía de la seguridad viral añadida, a pesar de que no hay componentes humanos o animales se añaden durante el proceso de producción recombinante.^{12, 17}

A lo largo del proceso de producción, las pruebas de control de calidad se realizan para evaluar la seguridad, consistencia y pureza de todos los



Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar

materiales. Esto incluye un gran número de pruebas que se realizan durante la fabricación de rhBMP-2. 12, 17





CAPÍTULO II. INJERTOS ÓSEOS EN SENO MAXILAR

2.1 Diagnóstico y planificación

Para un correcto diagnóstico es necesario un examen clínico crítico, valorando la relación intermaxilar. Es conveniente el montaje de modelos en articulador, el encerado diagnóstico y la realización de una férula quirúrgica guía para posicionar correctamente los implantes.¹³

La evaluación radiográfica mediante una ortopantomografía es siempre necesaria e imprescindible, aunque a menudo insuficiente e inadecuada. Aunque produce falsos diagnósticos de los septos y un infradiagnóstico de multitud de patologías sinusales, es capaz de diagnosticar algunas anomalías anatómicas no evidentes en la tomografía computarizada (TC).¹³

La TC debe realizarse, en la mayoría de los casos, como parte del estudio preoperatorio para descartar contraindicaciones a la técnica. Debe incluir no sólo el área dentoalveolar, sino también el complejo osteomeatal y todo el seno maxilar.¹³

La realización de una Tomografía Computarizada postoperatoria podría estar justificada en caso de implantación diferida. Se debe realizar a partir de los 4 meses y sirve para valorar tridimensionalmente la regeneración ósea y planificar mejor la colocación de los implantes. La irradiación que recibe el paciente debe hacernos ser prudentes, valorando los riesgos y los beneficios que queremos obtener. Los nuevos sistemas de Tomografía Computarizada de haz de cono (cone-beam) irradian más selectivamente al paciente.¹³



Planificación

Es imprescindible informar adecuadamente al paciente de la técnica, sus objetivos y sus posibles complicaciones.¹³

Los modernos sistemas de software implantológico constituyen una herramienta útil en la planificación de los tratamientos, aunque no deben sustituir, sino complementar, a las técnicas clásicas para realizar un correcto diagnóstico.¹³

Se recomienda un período de cicatrización de 2-3 meses tras la extracción dentaria para realizar un injerto óseo sinusal (extraer los dientes siempre 2-3 meses antes).¹³

Las indicaciones del injerto óseo sinusal no están perfectamente establecidas. Existen opiniones contradictorias sobre la altura del hueso alveolar que indica la técnica, aunque parece que menos de 8 mm son insuficientes para el éxito a largo plazo de los implantes en el sector maxilar posterior. Este factor puede verse modificado por la anchura y la calidad del hueso. Algunos artículos muestran resultados satisfactorios con implantes cortos rugosos, aunque se necesitan más estudios para confirmarlos.¹³

Las contraindicaciones de injertos óseos sinusales son generalmente relativas (deberíamos hablar de factores de riesgo) y pocas veces absolutas:

- Podemos considerar factores de riesgo la higiene oral inadecuada, la enfermedad periodontal no tratada, la presencia de masas ocupantes de espacio intrasinales, como quistes de retención mucosos, pólipos, tumores benignos y mucosas hiperplásicas, el tabaquismo moderado (< 10 cigarrillos/día), el consumo de alcohol o drogas, la presencia de septos intrasinales, el escaso o excesivo espacio interarcada, la inadecuada relación de los rebordes alveolares, la



existencia de bruxismo y el tratamiento crónico con bisfosfonatos orales.¹³

- Podemos considerar contraindicaciones absolutas la rinosinusitis aguda o crónica, los mucocelos intrasinales, la presencia de fístulas oronasales, el tratamiento con bisfosfonatos intravenosos a altas dosis (pacientes oncológicos), el tabaquismo importante, alteraciones de la función de la membrana sinusal, el estrechamiento del complejo osteomeatal y la inadecuada dimensión transversal del seno. Muchas de estas pueden solucionarse con un tratamiento previo.¹³

2.2 Indicaciones

La elevación del seno está indicada en aquellos casos donde no es posible colocar implantes de longitud adecuada en la cresta ósea posterior edéntula del maxilar superior. La deficiencia de volumen óseo es el principal motivo para no indicar la colocación de implantes, así como de su colocación incorrecta desde un punto de vista tanto estético como biomecánico.^{1,13}

Resulta obvio que el empleo de injertos óseos supone una alternativa terapéutica (que no la única) para el incremento de la disponibilidad ósea en áreas implantarías, periimplantarias e incluso en las que no alberguen implantes dentales, por lo que están indicados en un amplio espectro del tratamiento implantológico, siendo la excepción el caso que no requiere o no se beneficia de uno u otro tipo de sus múltiples formas.^{1,13}

Se trata por tanto de una herramienta imprescindible en la práctica diaria del profesional que enfoca su actividad de una manera preferente a la colocación de implantes dentales.^{1,13}



Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar





2.3 Contraindicaciones

- Cuando la respuesta de los tejidos se vea comprometida por la presencia de enfermedad autoinmunes.
- Todas aquellas condiciones que puedan afectar la cicatrización mediante factores locales que generen lesiones en la mucosa y los maxilares. ³

2.4 Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar

Cada injerto tiene sus propiedades, ventajas y desventajas y es por ello que se presenta la importancia de determinar que injerto que proporciona los mejores resultados durante la elevación del piso del seno maxilar, presentando los mejores resultados de adaptación del hueso en el piso del seno.

Es por ello sé que compararán cada uno de ellos destacando las propiedades de cada tipo de injerto con base en los reportes clínicos que ofrece la literatura. ^{1,13}

Xenoinjerto

Contienen los minerales naturales del hueso y se ha informado que la porosidad y la superficie de estos materiales resulta en una mejor respuesta osteogénica^{1,13}



El uso de hueso mineral desproteinizado de bovino ha sido estudiado y se ha comprobado que ofrece verdaderas ventajas en zonas de alta demanda estética, ya que sirve como apoyo para el tejido blando.^{1,13}

Otros estudios a largo plazo mostraron que la colocación de xenoinjerto en un alveolo pos exodoncia impide la contracción marginal del reborde que ocurre luego de la extracción dentaria.^{1,13}

Las propiedades del xenoinjerto son similares a las del hueso humano la estructura porosa del mismo ofrece espacio para las células sanguíneas y el depósito de nuevo hueso. La microestructura de la superficie del xenoinjerto soporta la adhesión de los osteoblastos que son los responsables de la formación del hueso.^{1,13}

Aloinjerto

Aunque este material se promocioe como osteoinductor, por los resultados obtenidos a través de estudios experimentales en tejidos extraóseos (tejido celular subcutáneo) se consideran biocompatibles y osteoconductores.^{1,13}

Las ventajas del aloinjerto incluyen su disponibilidad en cantidades importantes y diferentes formas y tamaños, no se sacrifican estructuras del huésped y no hay morbilidad del sitio donante. Las desventajas se relacionan con la calidad del tejido óseo regenerado, que no siempre es previsible. Necesitan un procesado para eliminar su capacidad antigénica.^{1,13}



Se encuentran en variadas formas, tamaños y texturas Las respuestas biológicas óseas dependerán de las técnicas de fabricación, la cristalinidad, porosidad y grado de reabsorción. ^{1,13}

Se encuentran en variadas formas, tamaños y texturas Las respuestas biológicas óseas dependerán de las técnicas de fabricación, la cristalinidad, porosidad y grado de reabsorción. ^{1,13}

Estos materiales han sido estudiados teniendo en cuenta su histomorfometría y biología molecular obteniendo resultados óptimos. ^{1,13}

Un factor importante a considerar es mantener el injerto en su posición y evitar que los tejidos blandos interfieran la cicatrización ósea. Durante los primeros momentos de cicatrización del material de injerto, se produce una competición entre el tejido óseo y el blando para rellenar la cavidad y el tejido blando prolifera más rápido tendiendo a cerrar la cavidad. ^{1,13}

Autoinjerto

El mejor material de relleno es el hueso autólogo corticoesponjoso o particulado de esponjoso que puede formar hueso nuevo por mecanismo de osteogénesis, osteoconducción y tiene escasa capacidad antigénica. ^{1,13}

El hueso autógeno esponjoso es el que tiene mayor capacidad osteogénica y los injertos corticales son los que proporcionan mayor estabilidad. ^{1,13}

La obtención de autoinjertos óseos requiere un procedimiento quirúrgico en el sitio donante con el consiguiente riesgo de morbilidad postoperatoria, infección, dolor, hemorragia, debilidad muscular, lesión neurológica, entre otras. También aumenta considerablemente el tiempo quirúrgico y en algunos casos la cantidad de injerto extraído puede ser insuficiente. ^{1,13}



Los injertos óseos más utilizados son los aloinjertos y xenoinjertos; sin embargo, se encuentran en desarrollo alternativas sintéticas conocidas como sustitutos óseos. De manera ideal éstos deben ser biocompatibles, biodegradables, osteoconductivos y osteoinductivos con una estructura similar al hueso de bajo costo y fácil uso.^{1,13}

Todo material de implantación debe desencadenar una reacción lo más fisiológicamente posible con los tejidos que lo rodean. Es fundamental conocer los procesos biológicos normales que se desencadenan en la regeneración y las características físicas, mecánicas y biológicas propias de cada material.^{1,13}

El hueso autólogo particulado y de esponjosa continúa siendo el material de elección para el relleno de cavidades, a pesar de los esfuerzos para conseguir resultados similares con otros materiales, especialmente con hueso alogénico y xenogénico, sustitutos óseos y biomateriales.^{1,13}



CAPÍTULO III. ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DEL SENO MAXILAR

3.1 Generalidades

3.1.1 Anatomía

El seno maxilar ocupa casi todo el espesor del proceso cigomático del maxilar. Este proceso se reduce en casi toda su extensión a una delgada cubierta ósea que forman las paredes del seno. Es una cavidad que comienza su desarrollo en la tercera semana de gestación, en la duodécima semana de gestación, el seno maxilar forma una invaginación del ectodermo de la mitad del surco del meato y crece internamente a un tamaño que al nacer es de aproximadamente 7 x 4 x 4 mm y tiene un volumen de aproximadamente 6 a 8 ml.^{2, 3}

Para su estudio se describen en el seno maxilar, al igual que en el proceso cigomático del maxilar, tres paredes o caras, una base y un vértice. ²

- a) Paredes. La pared superior u orbitaria corresponde a la pared inferior de la órbita. Presenta un saliente alargado de anterior a posterior, determinado por el surco y el conducto infraorbitario. ²

La pared anterior o yugal presenta una convexidad que corresponde a la concavidad de la fosa canina. En la parte superior de esta pared se observa el relieve formado por el conducto infraorbitario. En el espesor de esta pared, que es muy delgada, se encuentra el conducto alveolar.



La pared posterior o infratemporal se corresponde con la fosa infratemporal. En su espesor, que es poco mayor que el de otras paredes, discurren los nervios alveolares superiores posteriores

- b) Base. La base del seno corresponde a la pared lateral de las cavidades nasales. Se divide en dos segmentos que están en relación con el meato nasal inferior y con el meato nasal medio respectivamente. ²

El segmento inferior presenta una delgada zona media constituida por el proceso maxilar del cornete nasal inferior y por la cara maxilar del palatino, que se articula con el cornete nasal inferior. ²

El segmento superior presenta el orificio del seno maxilar. Anterior y posteriormente a este orificio, en las zonas correspondientes a los orificios situados entre el borde superior del cornete nasal inferior y el proceso unciforme del hueso etmoides, la pared es simplemente mucosa. A veces puede encontrarse, en estas zonas mucosas, un orificio accesorio del seno maxilar. Anteriormente, el segmento superior está en relación con el conducto nasolagrimal, que forma en el seno un saliente semicilíndrico oblicuo inferior y posteriormente. ²

La base del seno maxilar, aunque corresponde a la base de la pirámide triangular que constituye el proceso cigomático del maxilar, tiene un contorno cuadrangular debido a que la pared posterior del seno se amplía inferior y posteriormente, cerca de la base del seno. Dicho de otro modo, el borde posterior de la base del seno que corresponde a su pared posterior se ácida dividiéndose en dos bordes secundarios, uno inferior y otro posterior, unidos por un ángulo redondeado. ²



El borde superior de la base del seno sigue el borde superior del hueso. Está abombado por uno o dos salientes redondeados, formados por las hemiceldas de la cara medial del maxilar. El borde anterior ocupa el fondo de un profundo surco vertical, a veces muy estrecho, comprendido entre el saliente del conducto nasolagrimal y la pared anterior del seno. El borde inferior es un canal cóncavo cuyo fondo desciende un poco inferior mente al nivel del suelo de las cavidades nasales. Está en relación con los premolares y los dos primeros molares superiores. Con frecuencia las raíces de los dientes premolares y los dos primeros dientes molares superiores. Con frecuencia las raíces de los dientes molares protruyen en la cavidad del seno. El borde posterior corresponde a la tuberosidad del maxilar y a la fosa infratemporal.²

- c) Vértice. El vértice del seno se prolonga a menudo en el hueso cigomático.².



Figura 9. Corte coronal donde se observa la anatomía del seno maxilar y una neumatización del seno izquierdo por ausencia dental. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.



Por los 12 años de edad, el seno está a la altura del piso de la cavidad nasal. El tamaño de los senos maxilares se desarrolla en la edad adulta a unos 15 ml, su tamaño y neumatización aumenta con la edad y especialmente con la pérdida de dientes. Durante la adolescencia, con el descenso y erupción de los terceros molares, el seno maxilar adquiere la forma y tamaño característicos del adulto. Según Briceño y cols. sus dimensiones aproximadas son de 12-15 cm³ en la adolescencia, mientras que Gosau y cols. mostraron que el volumen del seno maxilar en adultos es en promedio de 5 a 22 ml.^{3, 4, 5}

Membrana de Schneider

El seno maxilar está limitado internamente por una delgada mucosa de epitelio respiratorio ciliado, que presenta continuidad con el epitelio nasal; más gruesa que la membrana de otros senos paranasales, pero más delgada y menos vascular que la mucosa nasal. En su estado embriológico el epitelio deriva de la terminación del cráneo y del meato medio de la cavidad nasal, descendiendo hacia abajo, adelante y atrás desde la duodécima semana.^{4, 17, 18}

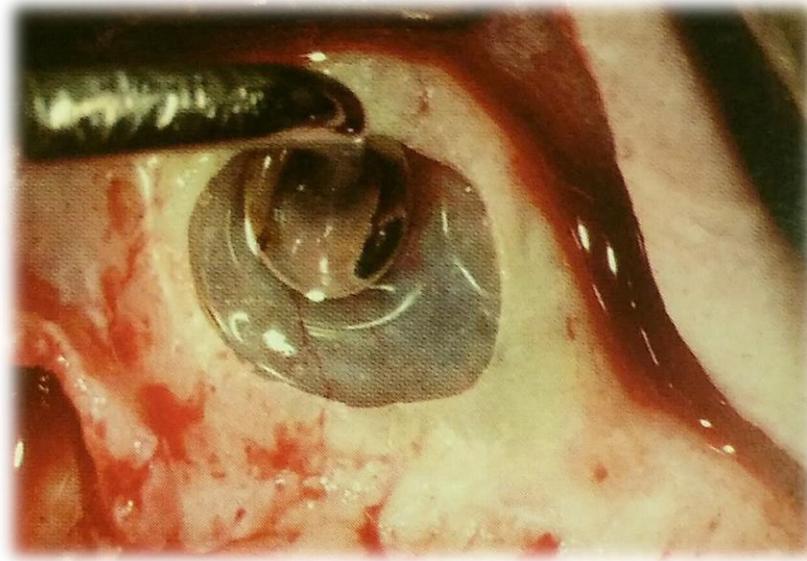


Figura 10. Membrana de Schneider, tras haber hecho una ventana lateral. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.

Ostium nasal

La anatomía del ostium (orificio) maxilar fue y permanece como una gran área de estudio y su función relacionada con la limpieza mucociliar fue extensamente investigada en los estudios iniciales de Hilding (1932) y Proetz (1941). El ostium está situado hacia el lado craneal y conecta el seno maxilar al meato medio de la cavidad nasal. Por otro lado, la pared de la cápsula es de aproximadamente un centímetro por debajo de la pared nasal en adultos dentados. En su porción más anterior, el seno maxilar se extiende generalmente hasta la región comprendida entre el canino y el primer premolar.^{4, 16, 17, 18}

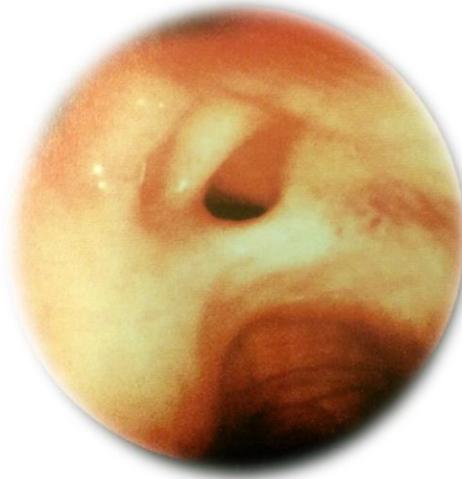


Figura 11. Endoscopía en la que se aprecia el ostium. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.

Inervación

La inervación sensorial general se da desde ramas del nervio maxilar, simpático desde el ganglio cervical superior, y parasimpática desde el ganglio esfenopalatino. Estas fibras están distribuidas a través de las ramas del nervio maxilar, como la infraorbitaria y la dental media superior, y a través de las ramas nasales y palatinas mayores del ganglio pterigopalatino. ^{4, 6, 8}

El aporte simpático está a cargo del hipotálamo, que controla el aporte nervioso simpático al seno maxilar, mediante sinapsis en la columna intermedio-lateral de la médula espinal torácica superior y el ganglio cervical superior. El aporte parasimpático también está a cargo del hipotálamo, que regula la entrada parasimpática del seno maxilar a través de sinapsis en el núcleo salivar superior y el ganglio pterigopalatino. ^{4, 6, 8}



Tabique capsular

El seno maxilar cuenta con tabiques incompletos que parcialmente compartimentan la cavidad, con una orientación aproximadamente frontal. En ocasiones (5% de los casos) puede dividir al seno maxilar en dos cavidades o incluso en 5 cavidades distintas; el primer estudio sobre el tema de Underwood (1910) plantea que la formación de los tabiques es exclusivamente dental y conforme al crecimiento. Mientras que, Ulm y cols. plantean que la presencia de tabiques representa una complicación en la colocación de implantes dentales. Krennmair y cols dividieron en tabiques primarios a los descritos en el estudio de Underwood y secundarios a aquellos que son resultado de la neumatización del seno maxilar, producto de la pérdida dental. Los estudios han podido realizar reportes sobre la presencia de estos tabiques, gracias a estudios radiográficos, quirúrgicos y mediante tomografía computarizada. 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15



Irrigación

Las ramas palatina mayor, esfenopalatina, y dental superior anterior, media y superior, de la arteria maxilar contribuyen al aporte sanguíneo de la mucosa antral. El aporte basal procede de la arteria maxilar interna a través de la arteria alveolar (o alveolodentaria) superior posterior y de la infraorbitaria, además de pequeñas contribuciones de las arterias palatinas y esfenopalatina. El drenaje venoso está a cargo del plexo venoso pterigoideo en su zona posterior, con algunas de las venas faciales en la parte anterior. Los patrones del drenaje linfático se anastomosan entre sí al convergir hacia el ostium y pasar a través de las fontanelas para unirse a los vasos linfáticos de la membrana mucosa de la pared lateral del meato medio. Aunque la vascularización de la mucosa sinusal es de tipo anastomótico, resulta importante conocer la anastomosis entre la arteria infraorbitaria y la arteria alveolar posterior superior. Al proponer un criterio radiográfico para ello, hay discrepancia en la literatura por su controversial efectividad. ^{4, 6, 15, 16.}

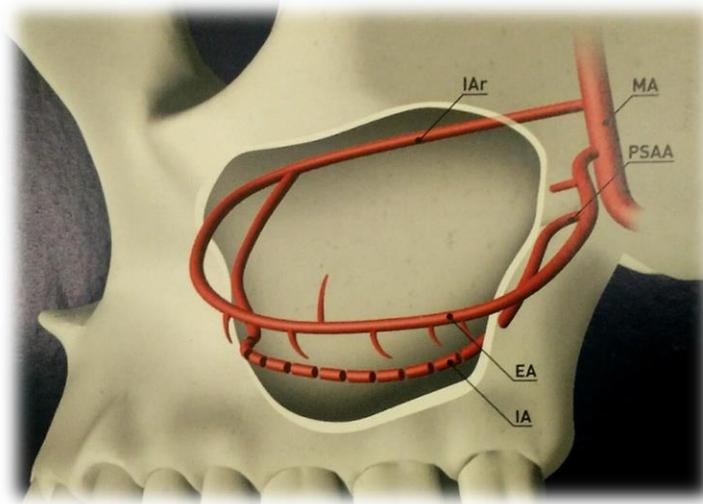


Figura 12. Principales ramas que irrigan el seno maxilar. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.



Dimensiones del seno maxilar

El seno maxilar es el mayor de los senos paranasales. Su tamaño o neumatización aumenta con la edad y especialmente, como ya se mencionó, con la pérdida de dientes. En la adolescencia, con el descenso y erupción del tercer molar, el seno maxilar adquiere la morfología propia del adulto. Su crecimiento o neumatización, no obstante, no acaba ahí, sino que prosigue lentamente durante toda la vida. Como se referenció anteriormente, Gosau y cols. en su estudio indican que el volumen del seno maxilar en adultos tiene un promedio de 5 y 22 mL (con una media: 12.5 mL). Orrett y cols. dicen que la neumatización del seno maxilar aumenta con la edad, hasta llegar a la edad adulta y en promedio su volumen es de 15 ml. Lawson y cols. encontraron, en un estudio radiográfico retrospectivo a diez años, variaciones en el volumen y la configuración capsular de senos maxilares neumatizados en la zona posterior y el cigoma, además de neumatización alveolar que no sobrepasa más allá del primer premolar. ^{3, 4, 6, 7, 15, 17, 18, 19}

3.1.2 Fisiología

Los senos están recubiertos de una mucosa respiratoria especializada que consiste en un epitelio pseudoestratificado ciliado. Las células de Goblet en el epitelio y las glándulas seromucosas ubicadas en la submucosa forman la lámina mucosa que cubre el epitelio. ^{10, 21, 22, 23}

Las dos láminas de moco normal son una profunda (fase sólida) en la cual el cilio recupera su actividad de movimiento y una superficial (fase gel) la cual es transportada por el movimiento ciliar. ^{22, 23}



El barrido mucociliar normal mueve todas las secreciones hacia el ostium del seno. El seno maxilar renueva su capa mucosa de 20 a 30 minutos, estimándose aproximadamente 2 litros la cantidad de secreciones producidas diariamente por la mucosa rinosinusal. ²³

El drenaje de las secreciones de los senos paranasales es gracias a los cilios de las células epiteliales de la mucosa respiratoria, va hacer siempre unidireccional hacia el ostium del seno maxilar. ²³.

Tabla 2. Reporte de la literatura sobre las siguientes funciones atribuidas a los senos maxilares.

Sirve como caja de resonancia en la emisión de sonidos. Sin embargo, esta función no es clara, ya que parecen producirse trastornos de fonación en los casos de agenesia (aplasia) o hipoplasia sinusal. ^{4, 7, 20}
Constituir un sistema mucociliar de limpieza, humidificación y calentamiento del aire inspirado para una efectiva función mucociliar, con relación de tres componentes: el moco, el movimiento ciliar y el fluido periciliar. Así, gracias a los 10 a 15 batidos/segundo de los cilios, la capa de la mucosidad que cubre la mucosa respiratoria se renueva cada 10-15 minutos en la superficie endonasal, lo que arrastra partículas, bacterias y distintos contaminantes del aire inspirado. ^{4, 6, 7, 21}
Aligerar la cabeza, aunque no se han descrito perturbaciones musculoesqueléticas cervicales en las agenesias sinusales. ^{4, 7}
Constituir cámaras de reserva neumática de las fosas nasales. ^{4, 21}
Ayudar al olfato. ^{4, 7}

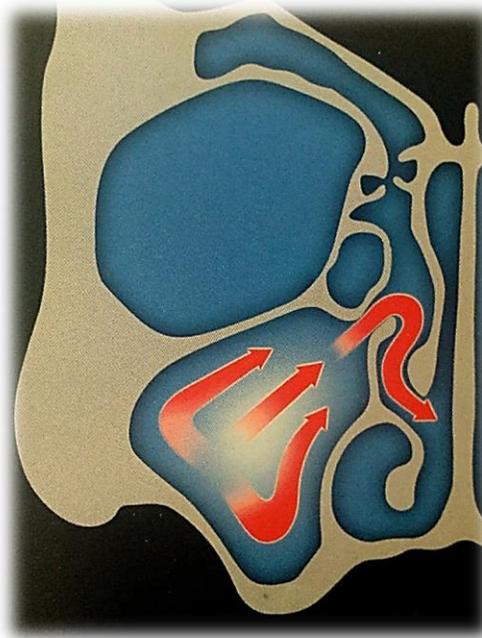
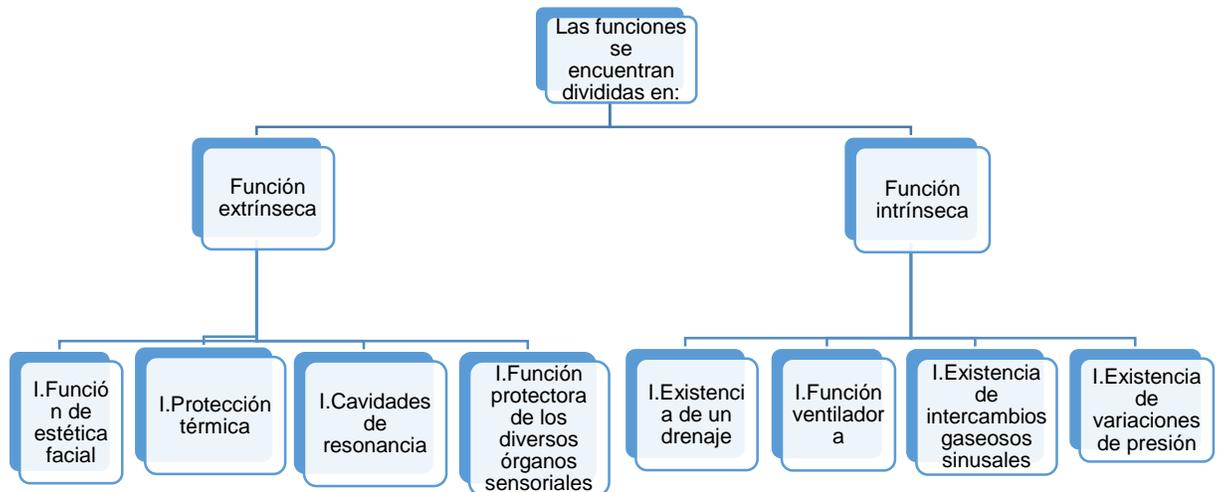


Figura 13. Flujo de aire con salida a través del ostium. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.

La fisiología de los senos maxilares depende principalmente de tres factores:
1) la permeabilidad del ostium; 2) la función ciliar y 3) la calidad del moco nasociliar. ^{22, 23}





Esquema 2. Fisiología del seno maxilar^{22, 23}

3.1.3 Microbiología

Existe una flora bacteriana compuesta principalmente por estreptococos aerobios y bacilos Gram negativo anaerobios del género bacteroides y fusobacterium. ²⁴

Los microorganismos que pueden producir la sinusitis pueden dividirse en tres grandes grupos:

Microorganismos comunes. Los microorganismos más frecuentemente encontrados en la sinusitis aguda o crónica son el *Haemophilus influenzae* y el *Diplococcus pneumoniae*. Existe una variación estacional en la sinusitis crónica maxilar purulenta dado que la infección por *Diplococcus* se presenta durante todo el año, mientras que el *Haemophilus* es más frecuente encontrarlo durante el invierno y la primavera, casi nunca en otoño. ²⁴

Microorganismos menos frecuentes. Cualquiera de los principales grupos de gérmenes patógenos puede ser la causa de una sinusitis. ²⁴

Otros microorganismos. La infección por gérmenes anaerobios del seno maxilar es relativamente frecuente en las infecciones crónicas. Los estreptococos anaerobios y los bacteroides suelen ser los más frecuentemente encontrados. No debemos olvidar a relación de la sinusitis con las infecciones víricas del tracto respiratorio superior, lo que motiva que en cerca del 25% de los casos se aislen virus respiratorios (rinovirus, virus gripales y paragripales, etc.).²⁴



Un escaso drenaje y un aumento de la presión sinusal durante la inflamación producen una disminución de la presión del oxígeno y del flujo sanguíneo de la mucosa que favorece la proliferación de gérmenes anaerobios.²⁴

El reconocimiento precoz del agente etiológico puede ser realizado mediante la coloración de Gram. Con otras técnicas podemos detectar las infecciones por hongos y en todo caso también debe investigarse la presencia de gérmenes anaerobios.²⁴

3.2 Clasificación del maxilar posterior de Mish

Opción subantral 1: colocación del implante

La opción SA, SA1, es aquella donde hay suficiente altura de hueso para la colocación de un implante posterior a el procedimiento quirúrgico. En el hueso que es de un volumen abundante (división A) se utilizan implantes con forma de raíz para el apoyo protésico.¹³

Aquellos pacientes con un volumen de hueso más estrecho (división B) se pueden llevar a cabo tratamientos con osteoplastías o con aumento para incrementar la anchura del hueso.¹³

La osteoplastia en la zona posterior del maxilar SA-1 puede cambiar la categoría SA si la altura del hueso remanente es de 12mm después de que se haya modificado el hueso. En promedio un implante endoóseo de categoría SA-1 se puede osteointegrar de 4 a 8 meses. Mish sugiere que la carga progresiva se realice en las fases protésicas con hueso D3 o D4.¹³

Opción subantral 2: elevación de seno y colocación simultánea del implante

Es la opción a elegir cuando hay de 10 a 12 mm de hueso vertical (0 a 2mm menos que la mínima altura de S1); para ello es necesario elevar en suelo del seno mediante una osteotomía de implante.¹³



La osteotomía del implante endoóseo se prepara según lo indicado por el protocolo de densidad de hueso. La profundidad de la osteotomía está a 1 o 2 mm del piso del seno maxilar. Un osteotomo de copa del mismo diámetro final es seleccionado; seguido de inserta el osteotomo y se va en incrementos de 0.5 a 1mm más allá de la osteotomía, con la finalidad de llegar a una posición final de 2mm por arriba de la osteotomía del implante preparada.

Este abordaje permite la elevación del suelo antral a causa de la fractura en tallo verde en el suelo antral y eleva lentamente el hueso que no se preparó para el implante, elevando la membrana.¹³

Opción subantral 3: injerto de seno con colocación inmediata o diferida de implante endoóseo

El abordaje SA-3 está indicado cuando se encuentran 5 mm de hueso vertical y una anchura suficiente entre el piso del seno y la cresta del reborde residual en el área del pilar prostodóntico necesario.¹³

Se utiliza la técnica de ventana lateral y elevación de la membrana para la colocación de injerto autólogo en el espacio antes ocupado por el seno. Cuando el reborde inicial es más ancho de 5mm, el implante se puede colocar en el mismo procedimiento quirúrgico sin problema alguno, o bien, pasados 2 o más meses antes de la colocación del implante.¹³

Opción subantral 4: curación del injerto de seno y mayor retraso para inserción del implante

La opción SA-4 requiere de un aumento inicial para posterior colocación del implante, este procedimiento debe considerarse cuando hay menos de 5 mm entre la cresta residual residual del hueso y el piso del seno maxilar.¹³



En esta clasificación condiciones de hueso inadecuadas para colocar un implante de manera predecible al mismo tiempo que el injerto sinusal y menos hueso receptor que sea un lecho receptor para proveer un aporte sanguíneo al injerto.¹³

SA-4 es la amplia neumatización del seno y un hueso mínimo en las regiones lateral, anterior y distal del injerto debido a que el antro. Así mismo, se encuentra menos hueso autólogo para recoger en la tuberosidad, lo cual más adelante retrasará la regeneración de hueso en la zona.¹³

Mientras más finas sean las paredes de hueso, menos favorable será el lecho vascular; habrá menos hueso autólogo disponible; esto representa una mayor necesidad de un injerto de mayor volumen que será equivalente a un mayor tiempo de curación y un abordaje quirúrgico distinto.¹³

Tabla 3. Tiempos de curación para las etapas de tratamiento.

Tiempo de tratamiento	Altura (mm)	Procedimiento	Tiempo de curación (meses): injerto	Tiempo de curación (meses): implante
SA-1	>12	Colocación de forma de raíz división A	-	4-6
SA-2	10-12	Elevación de seno; con simultánea colocación de implantes con forma de raíz división A	-	6-8
SA-3	5-10	Injerto sinusal con técnica de abordaje lateral; con colocación diferida de implantes con forma de raíz división A	2-4	4-8
SA-4	<5	Injerto sinusal con técnica lateral, colocación diferida de implantes con forma de raíz división A	6-10	4-10



CAPÍTULO IV. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS EN ELEVACIÓN DE SENO MAXILAR

Se entiende como elevación de seno maxilar a todo aquel procedimiento quirúrgico que se realice para aumentar la altura del reborde alveolar para la futura colocación de implantes.

4.1 Ventana lateral (Caldwell-Luc)

Esta técnica consiste en remover o rotar hacia el interior del seno una ventana de hueso cortical en la cara externa del maxilar, sin perforar la membrana sinusal. Para ello se procurarán incisiones que queden a la altura del suelo del seno y por encima de la misma, para tener un correcto acceso de la zona. ^{4, 25}

La cirugía puede ser ambulatoria bajo los efectos de anestesia local y sedación si se requiere, o dentro de un quirófano bajo anestesia general nasoesotraqueal. ^{4, 25}

Para dejar expuesta la ventana lateral del maxilar, se diseñan cuatro ostectomías de manera lineal; dos cortes horizontales, uno inferior justo por debajo del suelo del seno maxilar y otro superior a la altura del aumento planificado, lo que permitirá la colocación de implantes de 15 mm de longitud. Las ostectomías verticales pasan cerca de la eminencia canina y la pared nasal externa, aquí también para facilitar la elevación de la membrana de Schneider. ^{4, 25}

Una vez que se ha creado la ventana, se elimina el hueso remanente que haya quedado adherido a la membrana sinusal que presenta un característico gris brillante y así dejarla descubierta, o bien girar el hueso seccionado hacia adentro para conformar el nuevo piso de seno maxilar. ^{4, 25}



Si durante el procedimiento se realizan pequeñas perforaciones, estas podrán dejarse sin tratamiento, mientras que las perforaciones de mayor tamaño obligarán al cirujano a abandonar el procedimiento para retomarlo como mínimo cuatro meses más tarde.^{4, 25}

La colocación de un parche, como una membrana de colágena u otras sustancias reabsorbibles, queda a criterio del profesional, pero se debe tener claro que el agregado de estos materiales será un factor predisponente para favorecer las probabilidades de infección posoperatoria.^{4, 25}

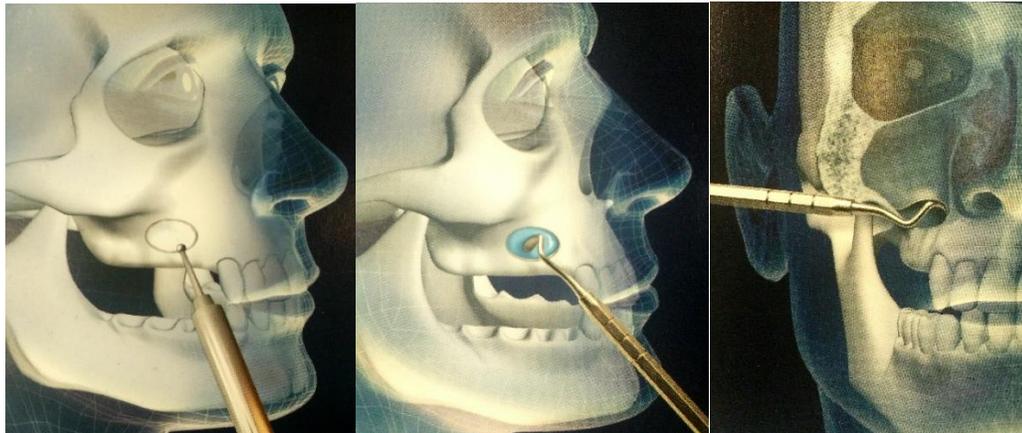


Figura 14. Ventana lateral con elevación de la membrana de Schneider. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.

4.2 Técnica transcrestal

Esta técnica consiste en remover o rotar hacia el interior del seno una ventana de hueso cortical en la cara externa del maxilar, sin perforar la membrana sinusal. Para ello se procurarán incisiones que queden a la altura del suelo del seno y por encima de la misma, para tener un correcto acceso de la zona.^{4, 25}



La cirugía puede ser ambulatoria bajo los efectos de anestesia local y sedación si se requiere, o dentro de un quirófano bajo anestesia general nasoadtraqueal. ^{4, 25}

Para dejar expuesta la ventana lateral del maxilar, se diseñan cuatro ostectomías de manera lineal; dos cortes horizontales, uno inferior justo por debajo del suelo del seno maxilar y otro superior a la altura del aumento planificado, lo que permitirá la colocación de implantes de 15 mm de longitud. Las ostectomías verticales pasan cerca de la eminencia canina y la pared nasal externa, aquí también para facilitar la elevación de la membrana de Schneider. ^{4, 25}

Una vez que se ha creado la ventana, se elimina el hueso remanente que haya quedado adherido a la membrana sinusal que presenta un característico gris brillante y así dejarla descubierta, o bien girar el hueso seccionado hacia adentro para conformar el nuevo piso de seno maxilar. ^{4, 25}

Si durante el procedimiento se realizan pequeñas perforaciones, estas podrán dejarse sin tratamiento, mientras que las perforaciones de mayor tamaño obligarán al cirujano a abandonar el procedimiento para retomarlo como mínimo cuatro meses más tarde. ^{4, 25}

La colocación de un parche, como una membrana de colágena u otras sustancias reabsorbibles, queda a criterio del profesional, pero se debe tener claro que el agregado de estos materiales será un factor predisponente para favorecer las probabilidades de infección posoperatoria. ^{4,25}

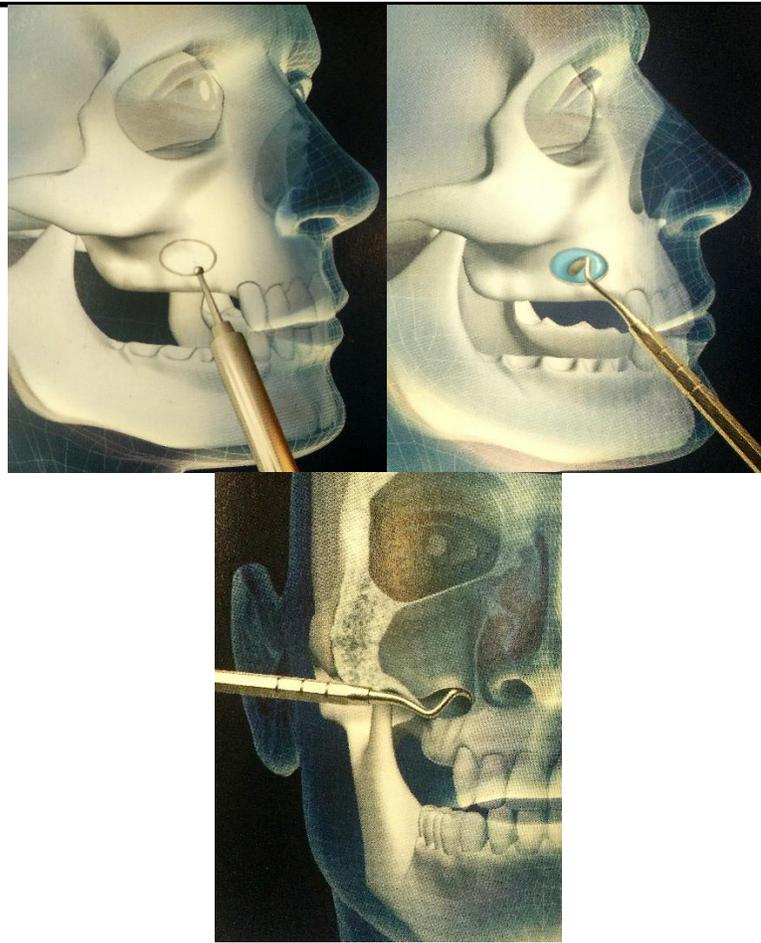


Figura 6. Ventana lateral con elevación de la membrana de Schneider. Tiziano Testori, Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. 1° edición. Quintessence, 2009

4.2.1 Técnica con osteótomos

Como se acaba de mencionar, entre 1994 y 1995, Robert Summers publicó una serie de cuatro artículos en los que planteaba una nueva técnica de aumento horizontal y vertical para colocación de implantes sin necesidad de perforación. Para esto indicaba el uso de instrumentos cónicos graduados en longitud y grosor que se denominan osteótomos.⁴⁻³¹

Al introducir los instrumentos progresivamente en el orden indicado por la casa comercial, expanden lateralmente el hueso vestibular y palatino, y lo compactan conforme se vaya realizando la penetración. El objetivo inicial



reportado por Summers fue mejorar la densidad ósea y conservar la mayor cantidad de hueso, proponiendo esta técnica específicamente para zonas posteriores del maxilar, las cuales presentan corticales delgadas o ausentes y un hueso trabeculado de consistencia blanda.^{4, 25}

La elevación de seno es una de las diversas aplicaciones que reporta, como la expansión vestíbulo-lingual/palatina de rebordes (REO, por su sigla en inglés) de más de tres milímetros. El autor propone que la elevación de piso de seno maxilar se puede realizar, bien sean con osteótomos únicamente (OSFE, por su sigla en inglés) o con osteótomos más adición de hueso (BAOSFE, por su sigla en inglés). Summers planteaba que la OSFE se debe realizar cuando hay una distancia menor de diez milímetros entre la cresta del maxilar y el piso de seno, pero una altura de hueso remanente de cinco o seis milímetros.^{4, 29}

Esta técnica, a diferencia del desplazamiento lateral en la REO, empuja progresivamente el hueso remanente hacia arriba, al tiempo que van elevándose el seno maxilar, el periostio y la membrana gracias a la masa ósea deslizada. Greenstein y Cavallaro expusieron que subantralmente se encuentra hueso tanto blando como denso. Por otro lado, Summers reporta mejor fijación del implante y simplificación de la elevación de seno maxilar con osteótomos con la técnica BAOSFE, ya que, al ser incrementado gradualmente el material de injerto, actúa como un tapón hidráulico que empuja los límites del seno hacia arriba.^{4, 29, 31}



4.2.2 Técnica de Cosci

Ferdinando Cosci y Marcello Luccioli, al observar el potencial invasivo de la técnica Caldwell-Luc modificada reportada por Boyne y James, en 1980, y el pobre control de la fractura en la técnica con osteótomos de Summers, reportaron una serie de 256 implantes colocados en 237 pacientes entre 1994 y 1999, con una nueva técnica de elevación de piso de seno denominada técnica de Cosci. Esta se caracteriza por la perforación (no fractura) de la cortical del piso de seno maxilar, realizada en rebordes alveolares de más de cuatro milímetros, con el uso de fresas de elevación (lifting drills) diseñadas por el autor.^{4, 30, 31}

El estuche quirúrgico está compuesto por ocho fresas con el mismo diámetro (3,10 mm), ángulo de corte de 30° y longitudes de incremento sucesivo (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 mm) para ser utilizadas secuencialmente, lo cual es similar al uso de los osteótomos reportados en la técnica de Summers. Esta técnica está indicada únicamente para colocación inmediata de implantes.^{4, 30, 31}

Técnica de elevación crestral de base (crestal core sinus augmentation) Summers publicó una modificación de las técnicas OSFE y BAOSFE, originalmente denominada desplazamiento crestral del sitio futuro (crestal FSD), que está indicada en rebordes alveolares insuficientes en pacientes parcialmente edéntulos, donde su longitud no permite la colocación inmediata de implantes. Greenstein y Cavallaro reportaron que es innecesario remover el hueso remanente y, por lo tanto, es desplazado apicalmente con osteótomos especiales (FS osteotomes) que intruyen el hueso apicalmente. Summers explica que tanto la parte del hueso elevado como la otra parte del hueso dentro del sitio quirúrgico permanecen con suministro sanguíneo derivado de la membrana de Schneider, además del aporte de células osteogénicas y proteínas morfogenéticas de hueso (BMP, por su sigla en inglés), que brinda los materiales de injerto. Estas técnicas, al



Comparación de injertos óseos empleados durante la elevación de seno maxilar

igual que la técnica de Cosci, son pobremente reportadas por su dificultad operativa y la alta probabilidad de perforación de la membrana.^{4, 30-33}





CAPÍTULO V. COMPLICACIONES EN LAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DE INJERTOS ÓSEOS EN SENO MAXILAR

Perforación de la membrana sinusal

La membrana sinusal sirve para evitar la contaminación bacteriana y la diseminación del biomaterial a través del seno maxilar. La perforación de la membrana de Schneider es la complicación quirúrgica más frecuente durante la realización de un injerto óseo sinusal, con una incidencia entre el 7 y el 56%. Se han clasificado fundamentalmente en función de la localización y su tamaño. Las más frecuentes son las de las áreas infero-mesial e infero-distal, que a su vez son las más difíciles de reparar. ^{4, 32-34}

La anatomía sinusal es determinante en la incidencia de perforaciones de la membrana. Ésta aumenta a mayor grosor y convexidad de la pared lateral, mayor estrechez del seno, menor altura del reborde alveolar residual, cuando existen anastomosis arteriales intra o extraóseas, adhesión entre la membrana y la mucosa oral, tabiques antrales, improntas óseas de raíces dentales o exodoncias recientes. ^{4, 34}

El tabaco, la presencia de quistes retención y la sinusitis crónica no parecen ser relevantes en la tasa de perforaciones de la membrana. El bisturí piezoeléctrico no parece aportar ventajas sustanciales en cuanto a la prevención de la perforación (incidencia entre 7-30%), sin presentar diferencias significativas con la instrumentación rotatoria. Esto se debe a que la mayoría se produce durante la instrumentación manual, que es común para ambos. ^{4, 34}



La importancia del diseño de la ventana ósea, de la osteotomía u osteoplastia y de diversas maniobras técnicas, como la aplicación de presión negativa nasal, está aún por dilucidar. Se recomienda usar fresas de diamante al final de la antrostomía, realizar osteotomías completas de forma elíptica u ovalada y emplear unos despegadores angulados adecuados. ^{4, 34}

La perforación de la membrana de Schneider no parece determinante en la supervivencia o fracaso de implantes, pues no existen diferencias significativas salvo en los casos de grandes perforaciones, donde existen indicios razonables de que ésta desciende de forma importante. ^{4, 34}

Existen resultados dispares en la literatura sobre si la perforación de la membrana aumenta la incidencia de complicaciones quirúrgicas y postquirúrgicas, aunque no parece existir una relación causal clara.

Tratamiento de las perforaciones:

- El sistema de reparación de la perforación no parece ser determinante en el éxito del tratamiento. El material empleado dependerá fundamentalmente del tamaño y la localización de la perforación. Los más utilizados son las membranas de colágeno reabsorbibles (de reabsorción lenta) y las láminas de celulosa oxidada. Las principales ventajas de estas últimas son su flexibilidad, adhesión y actividad hemostática. Sus inconvenientes son la falta de rigidez y su rápida reabsorción. ^{4, 34-42}
- En general podemos asumir la tabla 2, que nos relaciona la técnica, los materiales y los tipos de injertos empleados para reparar las perforaciones de la membrana sinusal en función de su tamaño. ^{4, 34}



Deberemos suspender un injerto óseo sinusal por lesión de la membrana cuando consideremos que no es reparable y de ninguna manera vamos a conseguir la suficiente estabilidad para mantener mecánicamente el injerto evitando su diseminación.^{4, 34}

Reentrada

No existe experiencia descrita en la literatura sobre la reentrada tras el aborto de una elevación sinusal por una perforación irreparable de la membrana. La reentrada es posible, siendo previsible una mayor dificultad en el despegamiento del mucoperiostio vestibular de la membrana sinusal. Para evitarlo, al final de la primera cirugía se debe colocar una membrana de barrera (reabsorbible o no) sobre la ventana lateral, con el fin de prevenir la adhesión de la membrana sinusal al periostio del colgajo vestibular. El tiempo que debemos diferir esta segunda cirugía no está descrito; parece que dos meses es suficiente para que se produzca la regeneración completa de la membrana sinusal.³⁴⁻⁴²

Durante la reentrada es necesario ampliar la antrostomía para conseguir salvar la fibrosis formada y conseguir diseccionar la membrana sinusal normal.³⁴⁻⁴²



Los injertos óseos sinusal pueden producir una sinusitis maxilar al ocluir el complejo osteomeatal en los casos en que existe un estrechamiento del mismo (debido a un septum desviado, morfología anormal del cornete medio, concha bullosa, etc.), mucocelos, quistes de retención mucosos y engrosamientos de la membrana.^{4, 34}

En determinadas ocasiones, sin embargo, el injerto óseo sinusal pueden mejorar el drenaje del seno maxilar al elevar la membrana hacia el ostium de drenaje. En el tratamiento de una sinusitis tras la realización de un injerto óseo sinusal distinguimos varios niveles de actuación:

- Antibioterapia sistémica: puede responder si es un proceso leve que afecta a un área restringida. ^{4, 34}
- Si existe un absceso estará indicado realizar un drenaje del mismo. Éste se debe realizar en la misma incisión crestal quirúrgica, evitando las incisiones en el área de la ventana para evitar producir una fístula oroantral difícil de reparar. ^{4, 34}
- Remoción parcial o total del injerto.
- Remoción de los implantes. ^{4, 34}
- Puede realizarse un nuevo injerto sinusal 3-4 meses después de la resolución del proceso. ^{4, 34}

La antibioterapia que hay que emplear generalmente es empírica. Los principales grupos terapéuticos con actividad frente a los gérmenes más comunes son:

- Beta-lactámicos: penicilinas (amoxicilina-clavulánico) y cefalosporinas (cefditoren, cefuroxima y cefpodoxima). ^{34, 40-46}



Fluoroquinolonas: efecto bactericida rápido, con actividad frente a casi el 100% de cepas de *S. pneumoniae* y *H. influenzae* y alta concentración en el foco de infección: levofloxacino y moxifloxacino.³⁴

Necrosis óseas avasculares y comunicaciones orosinusales

El manejo cuidadoso de los colgajos vestibular y palatino es importante para evitar complicaciones locales de la herida, como las necrosis óseas avasculares y las comunicaciones orosinusales.^{34, 45, 46}

La laceración del colgajo mucoperióstico bucal puede provocar una fístula oroantral. La separación excesiva o traumática del colgajo palatino, especialmente para la colocación de los implantes, es un factor de riesgo de necrosis ósea avascular.³⁴



CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

- I. La elevación de seno maxilar es un procedimiento quirúrgico que requiere la inserción de un injerto óseo y es empleado en aquellos casos donde existe una neumatización del seno maxilar, resultado de la ausencia dental por factores como caries, enfermedad periodontal o traumatismos, el tratamiento proporciona mayor estabilidad al implante dental mediante procesos como la osteogénesis, osteoconducción y osteoinducción.
- II. La única propiedad reportada en todos los tipos de injerto ha sido la capacidad osteoconductiva.
- III. El hueso autógeno aún es considerado el 'estándar de oro' de los materiales de injerto para la elevación de seno maxilar, a pesar que se asocia a una elevada tasa de complicaciones.
- IV. El hueso autólogo permite la vascularización inmediata debida a su memoria mecánica y estructura porosa; mientras que a la hidroxiapatita de origen bovino se da un tamaño adecuado de partículas para que este se asemeje a la porosidad del hueso autólogo, por lo tanto, las ilimitadas formas de las partículas de hidroxiapatita bovina permiten que el injerto tome la forma de la lesión a reparar, que el injerto sea de más fácil manejo y se reducen tiempos anestésicos y quirúrgicos. El hueso autólogo puede ser utilizado en lesiones de mediano y gran tamaño y el bovino se utiliza solo en lesiones de pequeño y mediano tamaño
- V. El injerto autólogo implica dos lechos quirúrgicos y produce mayor incomodidad posoperatoria, sin embargo, contiene las células propias del hueso receptor lo cual es un factor que aún no se consigue con el hueso bovino en partículas.



El xenoinjerto bovino contiene una arquitectura natural del hueso, sin embargo, no contiene su fase orgánica es por ello que se vuelve inerte y bioactivo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Di Stefano Danilo, Injertos óseos en las Reconstrucciones Pre y Periimplantares. 1° edición. Italia: ELSEVIER; 2013.
- 2) Rouvière H., Anatomía Humana descriptiva, topográfica y funcional Tomo I. 11° edición. España: ELSEVIER MASSON; 2005.
- 3) Orrett E. Ogle, Robert J. Weinstock, Ezra Friedman. Surgical Anatomy of the Nasal Cavity and Paranasal Sinuses. Oral Maxillofac Surg Clin N Am 24 (2012) 155–166.
- 4) Briceño JF, Estrada JH, Elevación de piso de seno maxilar: consideraciones anatómicas y clínicas. Revisión de la literatura. Univ Odontol. 2012 Jul-Dic; 31 (67):27-55.
- 5) D. Mainard. Sustitutos óseos. EMC – Aparato Locomotor. Volume 47 > n°2 >junio 2014.
- 6) Tortolini P., Rubio S., Diferentes alternativas de rellenos óseos. SCIELO. Avances en Periodoncia e Implantología Oral. Vol.24 no.3 Madrid dic. 2012.
- 7) Block M., Atlas en color de cirugía implantológica dental. 2° edición. Buenos Aires: Panamericana; 2010.
- 8) Navarro C., Tratado de Cirugía Oral y Maxilofacial. Tomo I. 2° edición. España: ARÁN; 2008.
- 9) L. Vastel, Aloinjertos óseos y bancos de tejidos. ELSEVIER, EMC El aparato locomotor. 2010; Issue 3, Vol. 43, páginas 1-10.
- 10) Chiapasco M, Tácticas y Técnicas en Cirugía Oral. 3° edición. Italia: AMOLCA; 2015.



- 11) Summers RB. The osteotome technique: Part 3--Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium*. 1994 Jun; 15(6): 698-708.
- 12) Ribeiro-Rotta RF, Lindh C, Pereira AC, Rohlin M. Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a systematic review. *Clin. Oral Impl. Res.* 22, 2011; 789–801.
- 13) Tiziano, Testori, *Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment*. 1° edición. Italia: Quintessence, 2009.
- 14) Villareal P.M. y cols., I Conferencia Nacional de Consenso sobre el Injerto Óseo del Seno Maxilar. ELSEVIER DOYMA. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*. 2010;32(2):41-63.
- 15) Gosau M, Rink D, Driemel O, Draenert FG. Maxillary sinus anatomy: a cadaveric study with clinical implications. *Anat Rec (Hoboken)*. 2009 Mar; 292(3): 352-4.
- 16) Mish C., *Implantología contemporánea*. 3° ed. E.U.A.; ELSEVIER: 2009.
- 17) Ghaus F, Faruqi N. Morphometric Analysis of Developing Maxillary Sinuses in Human Foetuses. *Int. J. Morphol.*, 24(3):303-308, 2006.
- 18) L. Peris, J. Prat, R. Dejoz, M. Comin, C. Atienza, J. S. Barreda, I. Roger, C. Reig y P. Vera. Proteínas morfogenéticas óseas (BMPs): Efecto de la proteína osteogénica-1 (OP-1/BMP-7) en la condrogénesis y osteogénesis. *Rev Esp Cir Osteoart* 1996; 31: 37-48.
- 19) Radi JN, Becerra F, Otálvaro N. Cirugía de elevación del piso de seno maxilar. I. Consideraciones básicas generales. *Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq.* 2003; 14(1): 84-91.
- 20) Van Den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res.* 2000 Jun; 11(3): 256-65.



- 21) Rodella LF, Buffoli B, Labanca M, Rezzani R. A review of the mandibular and maxillary nerve supplies and their clinical relevance. *Arch Oral Biol.* 2012 Apr; 57(4): 323-34.
- 22) Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Soejima Y. Measurement of maxillary sinus volumen using computerized tomographic images. *Int. J Oral Maxillofac. Implants.* 1998 Nov-Dic; 13(6): 811-8.
- 23) Ella B, Noble Rda C, Lauverjat Y, Sédarat C, Zwetyenga N, Siberchicot F, Caix P. Septa within the sinus: effect on elevation of the sinus floor. *Brit J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Sept; 46(6): 464-7.
- 24) Stover J. The incidence, localization and height of maxillary sinus septa in the edentulous and dentate maxilla *J Oral Maxillofac Surg.* 1999 Jun; 57(6): 671-2.
- 25) Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-left procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995 Jul-Ag; 10(4): 462-5.
- 26) Krennmair G, Ulm C, Lugmayr H. Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical implications. *J Craniomaxillofac Surg.* 1997 Oct; 25(5): 261-5.
- 27) Krennmair G, Ulm CW, Lugmayr H, Solar P. The incidence, location, and height of maxillary sinus septa in the edentulous and dentate maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999 Jun; 57(6): 667-71.
- 28) Underwood AS. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *J Anat Physiol.* 1910 Jul; 44(Pt 4): 354-69.
- 29) 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 SepOct; 20(5): 784-7.
- 30) Ulm CW, Solar P, Gsellmann B, Matejka M, Watzek G. The edentulous maxillary alveolar process in the region of the maxillary sinus--a study of physical dimension. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1995 Ag; 24(4): 279-82.



- 31) Lawson W, Patel ZM, Lin FY. The development and pathologic processes that influence maxillary sinus pneumatization. *Anat Rec (Hoboken)*. 2008 Nov; 291(11): 1554-63.
- 32) Moore C, Bromwich M, Roth K, Matic DB. Endoscopic anatomy of the orbital floor and maxillary sinus. *J Craniofac Surg*. 2008 Ener; 19(1): 271-6.
- 33) Kantarci M, Karasen RM, Alper F, Onbas O, Okur A, Karaman A. Remarkable anatomic variations in paranasal sinus region and their clinical importance. *Eur J Radiol*. 2004 Jun; 50(3): 296-302.
- 34) Griffa A, Berrone M, Boffano P, Viterbo S, Berrone S. Mucociliary function during maxillary sinus floor elevation. *J Craniofac Surg*. 2010 Sep; 21(5): 1500-2.
- 35) Mancilla Canelas Gonzalo, Mendoza Amatller Alfredo. Sinusitis. *Rev. bol. ped.* [Internet]. 2002 Jun [citado 2016 Oct 09]; 41(2): 111-114. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752002000200014&lng=es.
- 36) Roberto Miranda L. Tomografía computada de cavidades perinasales: anatomía y variantes anatómicas. *Rev. Peruana de Radiología*. Vol. 2 N° nov. 1998
- 37) BRAUN J STEPHANIE. Estudio microbiológico del tracto respiratorio superior. *Rev. chil. infectol.* [Internet]. 2003 [citado 2016 Oct 10]; 20(3): 193-198. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182003000300007&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182003000300007>.
- 38) Herrero M. et. al., 382 elevaciones de seno con técnica de ventana lateral y uso de biomaterial de relleno. *ELSEVIER DOYMA. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*. 2011; 33 (3): 109-113.



- 39) Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium*. 1994 Feb; 15(2): 152-60.
- 40) Summers RB. The osteotome technique: Part 2--The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium*. 1994 Apr; 15(4): 422-34.
- 41) Summers RB. The osteotome technique: Part 4--Future site development. *Compendium*. 1995 Nov; 16(11): 10908.
- 42) 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.
- 43) Checchi L, Felice P, Antonini ES, Cosci F, Pellegrino G, Esposito M. Crestal sinus lift for implant rehabilitation: a randomised clinical trial comparing the Cosci and the Summers techniques. A preliminary report on complications and patient reference. *Eur J Oral Impl*. 2010 Autumn; 3(3): 221-32.
- 44) Kolerman R, Moses O, Artzi Z, Barnea E, Tal H. Maxillary sinus augmentation by the crestal core elevation technique. *J Periodontol*. 2011 Jan; 82(1): 41-51.
- 45) Greenstein G, Cavallaro J. Transcrestal sinus floor elevation with osteotomes: simplified technique and management of various scenarios. *Compendium*. 2011 May; 32(4): 12-22.
- 46) Becerra J. y cols. Regeneración ósea, terapia celular e ingeniería tisular. *Med Clin (Barc)* 2001; 116: 23-34.