



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE  
TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A   D E N T I S T A

P R E S E N T A:

GABRIELA LETICIA VÉLAZQUEZ HERNÁNDEZ

TUTORA: Esp. ÁGUEDA MARISOL ARELLANO FLORES

MÉXICO, D.F.

2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

*“Memoria selectiva para recordar lo bueno, prudencia lógica para no arruinar el presente, y optimismo desafiante para encarar el futuro.”*

*Isabel Allende.*

*A mis padres que no tengo manera de agradecer todos los esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí, el apoyo y amor incondicional que me han brindado a lo largo de esta travesía para volver realidad este hermoso sueño, gracias por estar conmigo en cada paso, por darme el estímulo y las mejores palabras de aliento, pero sobre todo por inspirarme a ser mejor persona. Este logro es tan suyo como mío.*

*A mis hermanos, Cris y José, que han estado siempre conmigo, gracias por su invaluable apoyo en este recorrido.*

*A ti Jesús, por ser mi confidente, por siempre creer en mí y el impulso en cada momento durante esta etapa.*

*Agradezco el respeto, la comprensión y la amistad de las personas que confiaron en mí y contribuyeron de manera especial.*

*A mis profesores, en especial a la Esp. Águeda por el conocimiento, la guía y dedicación en esta fase y, a la Mtra. Rocío por brindar un interés genuino a nuestra formación, gracias por el esmero con que nos brinda su sabiduría.*

*Y sobre todo a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Odontología por darme esta invaluable oportunidad...*

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
2.	OBJETIVO .....	7
3.	MARCO TEÓRICO .....	8
➤	BIOLOGÍA DEL HUESO .....	8
	Células del hueso.....	8
	Modelado y remodelado óseo.....	10
	Factores de crecimiento.....	12
	Cicatrización del hueso .....	14
	Proceso biológico de incorporación de un injerto óseo .....	15
➤	PRINCIPIOS DE LA REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA.....	17
	Mecanismo de acción .....	18
	Base científica.....	19
	Biología de la regeneración ósea.....	20
➤	CRITERIOS DE DISEÑO DE LA MEMBRANA PARA REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA. ....	21
	Biocompatibilidad .....	22
	Creación de espacio .....	22
	Oclusividad o exclusión celular .....	23
	Integración con el tejido circundante .....	24
	Manipulación clínica.....	24
➤	MEMBRANAS DE BARRERA PARA REGENERACIÓN ÓSEA GUÍADA .....	25
➤	MEMBRANAS REABSORBIBLES .....	25
	Indicaciones .....	27
	Contraindicaciones de las membranas reabsorbibles .....	27
	Ventajas .....	28
	Desventajas.....	28
➤	MEMBRANAS NO REABSORBIBLES.....	29
	Ventajas .....	29
	Desventajas .....	30

	Membrana e-PTFE .....	30
	Membrana d-PTFE .....	31
	Membrana con refuerzo de titanio .....	32
	Malla de titanio .....	33
➤	MALLA DE TITANIO EN LA REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA .....	33
	Indicaciones .....	36
	Contraindicaciones.....	36
	Propiedades .....	36
	Características generales .....	38
	Técnica quirúrgica.....	40
	Cuidados postoperatorios .....	42
➤	INJERTO ÓSEO PARA ROG.....	43
	Osteogénesis .....	44
	Osteoconducción .....	44
	Osteoinducción .....	45
	Requisitos para la regeneración ósea.....	46
	Clasificación de los injertos.....	46
	Autoinjerto .....	47
	Aloinjertos.....	49
	Xenoinjertos .....	50
	Aloplásticos .....	51
4.	MÉTODO .....	53
	4.1 PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO .....	53
	4.2 FASE PREQUIRÚRGICA .....	56
	4.3 FASE QUIRÚRGICA.....	56
	4.4 FASE POSTQUIRÚRGICA .....	63
5.	RESULTADOS.....	64
6.	DISCUSIÓN .....	65
7.	CONCLUSIONES .....	74
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75



## 1. INTRODUCCIÓN

Un adecuado hueso alveolar es crucial para la estética, como para la rehabilitación dental. Factores tales como infección, lesiones quísticas, trauma dental-alveolar o agenesia dentaria congénita, causan una reducción de las dimensiones del reborde alveolar. Algunos pacientes presentan hueso horizontal o vertical insuficiente, por ello es esencial realizar la restauración de los tejidos duros y blandos.

Se han desarrollado varios métodos para aumentar el volumen de hueso y aumentar el crecimiento de tejido: 1) La osteogénesis por distracción, describe la inducción quirúrgica progresiva de una fractura y la tracción gradual de dos extremos del hueso para crear la regeneración ósea entre los dos fragmentos; 2) La osteoinducción, que emplea factores de crecimiento y células osteoprogenitoras para la diferenciación y reclutamiento derivados de la matriz del injerto, para la formación ósea heterótópica; 3) La osteoconducción, mecanismo por el que un determinado material de injerto proporciona un soporte estructural que favorece la formación ósea; y 4) La regeneración ósea guiada, que proporciona espacio mediante membranas de barrera que protegen el defecto de la invasión de tejido fibroconectivo, que posteriormente será llenado con hueso nuevo.



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.

---



La mayoría de los enfoques bioquímicos osteoinductores todavía tienen una aplicación clínica muy limitada, tales como el uso de las proteínas morfogenéticas óseas (BMP), donde su activación continua sigue sin conocerse en su totalidad. Igualmente, la osteogénesis por distracción en ciertos lugares, tales como en la mandíbula, se encuentra todavía en la fase de desarrollo, presentando en general algunas complicaciones como cicatrices, fracturas, parestesias temporales, dehiscencia y desviación de los fragmentos. Esto deja a la regeneración ósea guiada (ROG) como el método más comúnmente aplicado en la práctica clínica, este procedimiento reporta mejores resultados y más predecibles cuando se emplea para rellenar defectos óseos. Además, ROG mejora la previsibilidad de aumento óseo y proporciona la estabilidad a largo plazo para el sitio recientemente aumentado.

ROG utiliza membranas de barrera reabsorbibles o no reabsorbibles, entre ellas se encuentra la malla de titanio que se utiliza para la reconstrucción de defectos óseos, la presencia de poros facilita la nutrición y el intercambio metabólico así como la estabilización del injerto óseo, manteniendo un apropiado contorno para la regeneración ósea deseada y proporciona soporte a la mucosa.



## 2. OBJETIVO

- ❖ El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión literaria con el fin de comprender la regeneración ósea guiada. Conocer los principios y fundamentos para que se produzca este proceso.
- ❖ Identificar los diferentes tipos de materiales que se pueden emplear y seleccionar mediante sus características los que mejor se adecuan al tratamiento a realizar.
- ❖ Describir las propiedades de la malla de titanio y presentar un caso clínico de regeneración ósea guiada con el uso de este material.



## 3. MARCO TEÓRICO

### ➤ **BIOLOGÍA DEL HUESO**

El hueso es un tejido conjuntivo especializado que se caracteriza por su matriz orgánica mineralizada. La matriz orgánica del hueso está formada por proteínas colágenas y no colágenas. Dentro de esa matriz se depositan iones de calcio y de fosfato, en forma de hidroxapatita. <sup>1</sup>

La composición que posee permite que el tejido óseo resista las cargas, proteja órganos sensibles de las fuerzas externas y como reservorio de minerales para la homeostasis sistémica del cuerpo. Dentro de sus funciones es la transmisión de las fuerzas generadas por los músculos y provisión de un espacio para la producción de células sanguíneas. <sup>1, 2</sup>

La matriz ósea se sintetiza en dos formas histológicas, reticular o laminar. El hueso reticular se produce durante el desarrollo fetal o la reparación de una fractura, pero la disposición aleatoria de las fibras de colágeno proporciona menos integridad que las fibras de colágeno paralelas en el hueso laminar producido lentamente. <sup>2</sup>

### **Células del hueso**

Los osteoblastos son las células responsables de la formación del hueso, sintetizan los componentes de la matriz extracelular (MEC) y controlan la mineralización de la matriz. Están ubicados sobre la superficie del hueso que exhiben depósito activo de matriz, tienen la capacidad de transformarse en dos tipos de células diferentes: células de revestimiento óseo y osteocitos.

1

Las células de revestimiento óseo son células alargadas que cubren una superficie de tejido óseo y no tienen actividad sintética. Los osteocitos son células de forma estrellada que se encuentran dentro de la matriz ósea mineralizada, estas permanecen en contacto con otras células del hueso por medio de prolongaciones citoplasmáticas. Los osteocitos se encargan de la regulación de la homeostasis del calcio en la sangre y de percibir la carga mecánica y transmitir esta información para otras células del hueso. <sup>1</sup>

Los osteoblastos son células diferenciadas carecen de la capacidad de migrar y reproducirse. Entonces para que pueda formarse hueso en un sitio deben migrar células progenitoras mesenquimáticas indiferenciadas (células osteoprogenitoras) que van a proliferar y convertirse en osteoblastos. Las células osteoprogenitoras están presentes en la médula ósea, en el endostio y en el periostio que recubre la superficie de los huesos. <sup>1</sup> Figura 1

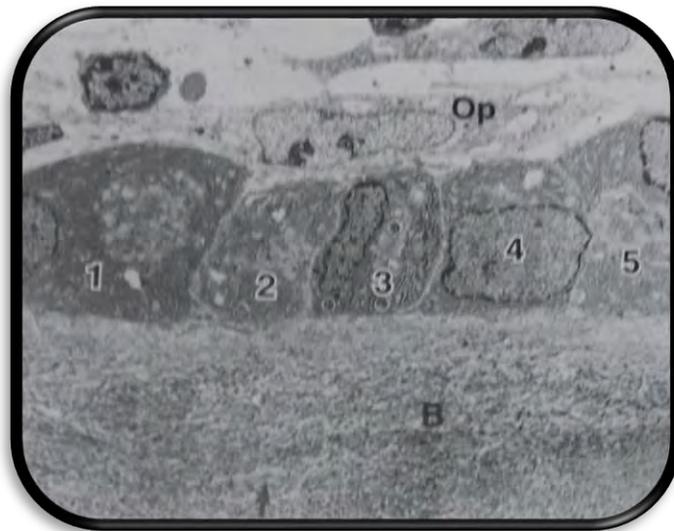


Figura 1. Principales células del hueso. Osteoblastos numerados del 1 al 5; célula osteoprogenitora OP. <sup>8</sup>

La osteogénesis se relaciona con un crecimiento vascular dentro de la matriz, la célula perivascular o periocito se considera como la célula osteoprogenitora fundamental. La diferenciación y el desarrollo de los osteoblastos a partir de células osteoprogenitoras dependen de la liberación de factores de crecimiento (*GF*), osteoinductores u osteopromotores como las proteínas morfogenéticas del hueso (*BMP*) y otros factores relacionados como el factor de crecimiento similar a la insulina (*IGF*), el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (*PDGF*) y el factor de crecimiento fibroblástico (*FGF*).<sup>1</sup>

La actividad formadora de hueso se compagina con la resorción ósea, de la cual se encargan los osteoclastos.<sup>1</sup>

## Modelado y remodelado óseo

Cuando se forma hueso nuevo inician procesos de resorción y depósito. El modelado permite cambiar su arquitectura inicial del hueso debido a las demandas externas, como pueden ser las cargas. El remodelado modifica lo que ocurre dentro del tejido mineralizado sin una alteración relacionada con la arquitectura del tejido. Durante la formación de hueso el remodelado permite la sustitución del hueso primario o reticular por hueso laminar, que es más resistente a las cargas.<sup>1</sup> Figura 2

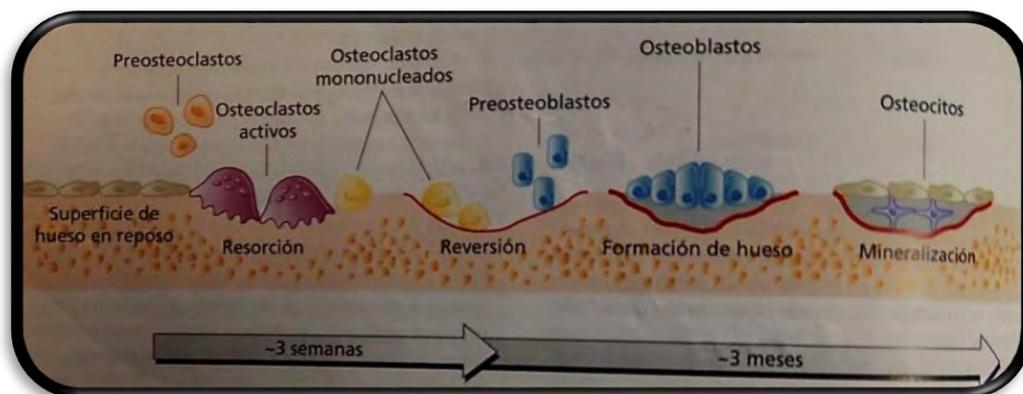


Figura 2. Ciclo del remodelado óseo<sup>6</sup>

El remodelado óseo tiene el propósito de reemplazar el hueso viejo por uno nuevo. Para que se lleve a cabo debe existir la presencia de unidades óseas multicelulares (UOM). Figura 3

Una UOM se forma por osteoclastos que se localizan en la superficie del hueso recién resorbido; un compartimiento que contiene vasos y pericitos; y finalmente una capa de osteoblastos presentes en una matriz orgánica neoformada. Producen una secuencia ordenada de adhesión de osteoclastos, resorción, adhesión, proliferación de osteoblastos y síntesis de la matriz.<sup>1,2</sup> Figura 4

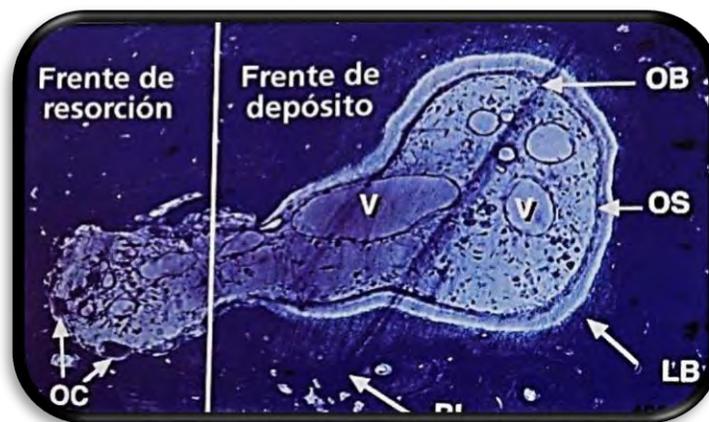


Figura 3. Unidad ósea multicelular (UOM). Frente de resorción con osteoclastos (OC) y frente de depósito con osteoblastos (OB). Estructuras vasculares (V). RL= línea de reversión: LB= hueso laminar.<sup>6</sup>

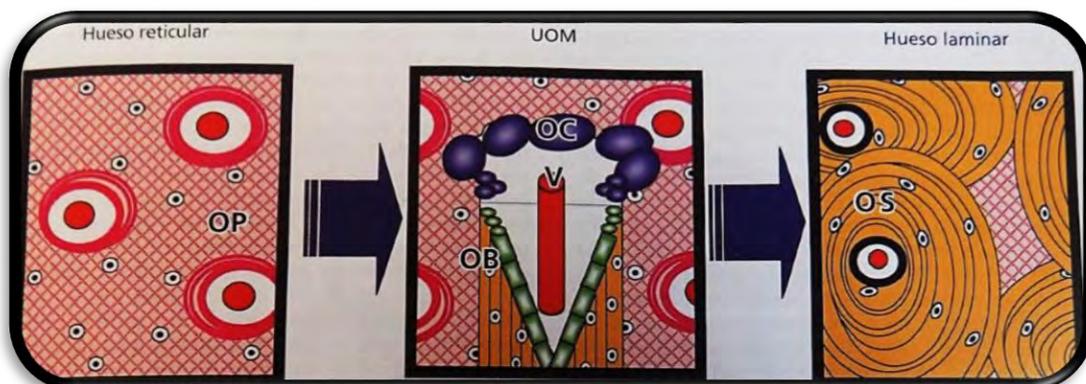


Figura 4. Esquema de la transición de hueso reticular a hueso laminar, durante el remodelado. El hueso reticular con osteonas primarias (OP) es transformado en hueso laminar en un proceso que involucra la presencia de UOM. La UOM contiene osteoclastos (OC), estructuras vasculares (V) y osteoblastos (OB). Los osteoblastos producen tejido óseo que tiene orientación concéntrica en torno al vaso sanguíneo y se forman osteonas secundarias (OS) con hueso laminar.<sup>6</sup>



Los estímulos locales y la secreción de hormonas como la hormona paratiroidea (PTH), la hormona del crecimiento, la leptina y la calcitonina intervienen en el control del remodelado óseo. <sup>1</sup>

## Factores de crecimiento

Los factores de crecimiento aumentan la capacidad de regeneración del hueso alveolar y mejoran la quimiotaxis, la diferenciación y la proliferación celular. Los factores de crecimiento son mediadores biológicos naturales que regulan la reparación tisular al ligarse a receptores específicos de la superficie celular, inducen vías de señalización intracelular para la activación de genes que modifican la actividad y su fenotipo. <sup>1</sup>

Entre los factores de crecimiento se encuentran las proteínas morfogenéticas óseas (BMP), factor de crecimiento derivado de las plaquetas, interleuquinas, factor de crecimiento fibroblástico, factores de crecimiento pseudoinsulínico, factores estimuladores de las colonias de granulocitos-macrófago. También se liberan factores angiogénicos, como el factor de crecimiento vascular derivado del endotelio y la angiogenina. <sup>3</sup>

El proceso de cicatrización se lleva a cabo por mecanismos celulares y moleculares controlados por la familia de genes del factor transformador del crecimiento beta (TGF- $\beta$ ), que codifican moléculas de señales extracelulares; Las BMP inducen la formación de hueso y cartílago por estimulación de los eventos celulares de las células osteoprogenitoras. Un subgrupo de BMP tienen actividad osteoinductora, BMP-2, BMP-4, BMP-6, BMP-7 y BMP-9 (figura 5). <sup>1</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



Fase de la cicatrización de la herida	Factor de crecimiento	Célula de origen	Funciones
Inflamatoria	PDGF	Plaquetas	Aumenta la quimiotaxis de neutrófilos y monocitos.
	TGF- $\beta$	Plaquetas, leucocitos, fibroblastos	Aumenta la quimiotaxis de neutrófilos y monocitos Expresión autócrina de citosinas adicionales (TNF $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , PDGF y quimiocinas).
Proliferativa	VEGF	Plaquetas, leucocitos, fibroblastos	Aumenta permeabilidad vascular
	EGF	Macrófagos, células mesenquimáticas, plaquetas	Estimula la proliferación y la migración epitelial
	FGF-2	Macrófagos, células endoteliales	Estimula la proliferación de fibroblastos y la síntesis de MEC Aumenta la quimiotaxis, la proliferación y la diferenciación de las células endoteliales
	KGF (FGF-7)	Queratinocitos, fibroblastos	Estimula la proliferación y la migración epitelial
	PDGF	Macrófagos, células endoteliales	Estimula la proliferación de fibroblastos y la síntesis de MEC
	TGF- $\beta$	Macrófagos, leucocitos, fibroblastos	Estimula la proliferación y la migración epitelial
	VEGF	Macrófagos	Aumenta la quimiotaxis de células progenitoras endoteliales
Remodelado óseo	BMP 2-4	Osteoblastos	Estimula la migración de células progenitoras mesenquimáticas
	BMP-7	Osteoblastos	Estimula la diferenciación de osteoblastos y condroblastos
	FGF-2	Macrófagos, células endoteliales	Estimula la migración de células progenitoras mesenquimáticas
	IGF-II	Macrófagos, fibroblastos	Estimula la proliferación de osteoblastos y la síntesis de MEC
	PDGF	Macrófagos, osteoblastos	Estimula la diferenciación de fibroblastos en miofibroblastos Estimula la proliferación de células progenitoras mesenquimáticas
	TGF- $\beta$	Fibroblastos, osteoblastos	Induce la apoptosis de células endoteliales y fibroblastos Induce la diferenciación de fibroblastos en miofibroblastos Estimula la quimiotaxis y la supervivencia de los osteoblastos
	VEGF	Macrófagos	Quimiotaxis de células madre mesenquimáticas, efecto antiapoptótico sobre las células formadoras de hueso, promoción de angiogénesis

Figura 5. Tabla de factores de crecimiento.



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



Del mismo modo existen factores de crecimiento producidos por células osteogénicas, plaquetas y células de inflamación que participan en la cicatrización del hueso, entre ellos: IGF-I Y II, TGF $\beta$ -1, PDGF Y FGF-2. La matriz ósea sirve como reservorio para estos factores de crecimiento y para las BMP; estas sustancias son activadas por metaloproteínas de la matriz durante la resorción de la matriz. Durante el proceso de inflamación el ambiente ácido activa los factores de crecimiento, que contribuyen a la quimiotaxis, migración, proliferación y diferenciación de las células mesenquimáticas en osteoblastos. <sup>1</sup>

## Cicatrización del hueso

La cicatrización del tejido óseo incluye tanto regeneración como reparación.

Para que exista regeneración existen ciertos requisitos, como la estructura calcificada del hueso no produce perfusión debe establecer un suministro adecuado de sangre a través de la nueva vasculatura a la vez que conserva una fijación o estabilización rígida para la formación ósea. Cualquier movimiento de los segmentos de hueso durante la cicatrización genera la interrupción del suministro y por lo tanto un cambio en el tipo de tejido, puede variar desde la formación de hueso hasta de tejido conectivo fibroso. <sup>4, 5</sup>

Existen factores que pueden interferir sobre la formación del hueso. <sup>1</sup>

1. Falta de proliferación vascular.
2. Estabilización incorrecta del coágulo y tejido de granulación en el defecto.
3. Crecimiento dentro de la lesión del tejido fibroso, con elevada actividad proliferativa.
4. Contaminación bacteriana.



La curación de una herida incluye cuatro fases: <sup>1</sup>

1. Coagulación de la sangre.
2. Limpieza de la herida.
3. Formación de tejido.
4. Modelado y remodelado tisular.

## **Proceso biológico de incorporación de un injerto óseo**

Cuando se coloca injerto óseo se desencadenan acontecimientos histológicos que dependen de las características del injerto, el grado de vascularización y las características de la zona receptora. <sup>1</sup>

Los procesos de incorporación que incluyen son: <sup>6</sup>

1. Formación de un hematoma con liberación de citoquinas y factores de crecimiento.
2. Inflamación, migración y proliferación de células mesenquimales que desarrollan un tejido fibrovascular alrededor y en el interior del injerto.
3. Invasión vascular del injerto a través de los canales de Volkman o Havers.
4. Reabsorción focal osteoclástica de las superficies y el interior del injerto.
5. Formación de neohueso por vía endocondral o membranosa.



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



El proceso se inicia cuando en el lecho receptor se produce un hematoma alrededor del injerto. Los injertos avasculares tienden a necrosarse y por lo tanto se inicia una reacción inflamatoria. La mayoría de los osteocitos del injerto mueren, solo aquellos que estén en la superficie o que restablezcan el aporte vascular sobreviven. <sup>1</sup>

Durante la reacción inflamatoria, las plaquetas se adhieren a la superficie de la herida, degranulándose y liberando factores de crecimiento que incluyen PDGF, TGF- $\beta$ , FGF-2 inmersos en la malla de fibrina formada al desencadenarse la coagulación. Posteriormente los neutrófilos, linfocitos y monocitos son atraídos hacia el hematoma. Los neutrófilos liberan quininas y prostaglandinas que son angiogénicas. Por consiguiente el tejido de granulación resultante se compone de pequeños vasos y de tejido fibroso edematoso rico en citoquinas y factores de crecimiento. <sup>6</sup>

El hematoma se reorganiza en un estroma fibrovascular y el tejido conectivo del huésped envía yemas vasculares y células mesenquimales al interior del injerto. La fase inicial de incorporación se caracteriza por la inflamación, revascularización y osteoinducción. <sup>6</sup>

## ➤ PRINCIPIOS DE LA REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA

La regeneración ósea guiada fue descrita por primera vez en 1959 por Hurley y cols., para el tratamiento de la fusión espinal experimental. En 1950 Basset y Boyne en el laboratorio realizaron pruebas con acetato de celulosa en la reconstrucción de defectos óseos corticales en huesos largos y del esqueleto facial, donde excluían el tejido conectivo del defecto óseo para que se diera el proceso de osteogénesis.<sup>6,7</sup>

Una serie de estudios en animales proporcionó evidencia para demostrar que puede ser previsible la regeneración ósea en defectos óseos de tamaño crítico. Tras una serie de experimentos documentaron la exclusión de células mediante barreras que intervenían con la proliferación de determinadas células con el fin de obtener una cicatrización más rápida y de un tejido similar al perdido. Después en 1980 Karring y Nyman utilizaron una membrana como barrera, la aplicaron como terapéutica de la enfermedad periodontal (figura 6). A finales de los años 80, se investigaron estas técnicas para implementarlas en implantología.<sup>6,7</sup>

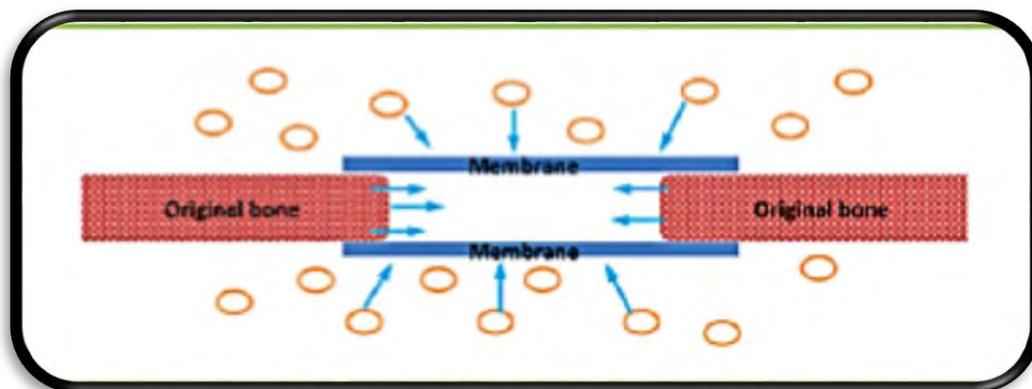


Figura 6. Principio de regeneración ósea guiada con barreras mecánicas (membranas) para sellar el defecto óseo del tejido conectivo blando circundante en un espacio aislado mediante el cual sólo las células de la médula pueden migrar.

El cuerpo tiene tejidos que poseen el potencial biológico de regeneración, mientras se les proporcione un ambiente adecuado durante la cicatrización. Por ello, el objetivo final de esta técnica, es usar un dispositivo temporal para proporcionar un entorno necesario para que el cuerpo pueda utilizar el potencial natural de cicatrización y regenerar los tejidos perdidos y ausentes.

El principio básico de la ROG es favorecer la formación ósea, esto implica la colocación de barreras mecánicas que deben poseer una determinada permeabilidad y compatibilidad tisular, para proteger al defecto óseo del tejido conectivo circundante, proporcionando así células formadoras de hueso con acceso a un espacio aislado destinado a la regeneración ósea.<sup>6,7</sup>

Figura 7



Figura 7. Ilustración que muestra una membrana de barrera diseñada para permitir un crecimiento interno más rápido. Estabiliza el coágulo y minimiza los micromovimientos.<sup>9</sup>

## Mecanismo de acción

La nueva formación ósea se desarrolla de células osteoprogenitoras derivadas de los canales haversianos y de Volkman, del endostio y el periostio en el hueso compacto y de la médula ósea en el hueso esponjoso que poseen potencial osteogénico.<sup>6,8</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



La eficacia de las membranas de barrera, junto con la cicatrización ósea y la terapia reconstructiva, es el resultado de una combinación de diferentes mecanismos mecánicos, celulares y moleculares: <sup>6</sup>

- Prevención de la acción masiva de fibroblastos.
- Prevención de la inhibición del contacto por interacción de células heterópicas.
- Exclusión de factores inhibitorios solubles derivados de células.
- Concentración local de factores estimulantes del crecimiento.
- Propiedades estimuladoras de la misma membrana.

## Base científica

Para lograr la formación de hueso deben existir condiciones específicas que permitan este proceso, se debe tener en cuenta: <sup>6</sup>

1. Una fuente de células osteogénicas.  
Por ello es importante que se encuentre hueso viable adyacente al defecto donde se desea la regeneración.
2. Es esencial una fuente adecuada de vascularización.  
Esta fuente se origina de la superficie del hueso adyacente (canales de Volkman y compartimiento de la médula ósea).
3. El sitio de la herida debe permanecer mecánicamente estable durante la cicatrización.
4. Se debe crear y mantener un espacio apropiado entre la membrana y la superficie del hueso primario.
5. Se excluyen las células de tejido conjuntivo blando del espacio creado por la barrera de la membrana.  
La estructura del material utilizado debe mantener separado el tejido conjuntivo, sin que afecte la vascularización del defecto.



## Biología de la regeneración ósea

El hueso posee el potencial para regenerarse con una estructura idéntica a la original tras una fractura o lesión. <sup>1</sup>

Cuando no existe una condición estable, se produce una curación secundaria con la formación de un fibrocartílago intermedio seguido de una osificación endocondral. En cambio, si las circunstancias son estables el hueso tiene una regeneración primaria, mientras tenga aporte vascular y un soporte o base sólida. La base sólida es proporcionada por la superficie distal del fragmento o por bordes óseos del defecto. <sup>1</sup>

Existen factores que impiden la regeneración ósea, tales como una deficiencia en el aporte sanguíneo, inestabilidad mecánica, defectos considerables e invasión de otros tejidos. La deficiencia de aporte sanguíneo y la inestabilidad mecánica se asocian a fracturas, esta provoca uniones hipertróficas con la formación de abundante callo óseo y una diferenciación hacia fibrocartílago en el foco de la fractura. <sup>1</sup>

Si la inestabilidad persiste, se detiene la osificación endocondral debido a la inhibición de la mineralización del fibrocartílago. La interrupción del aporte sanguíneo causa necrosis en los fragmentos, lo que ocasiona una mala unión, si existe pérdida de fragmentos o la extracción quirúrgica de los restos necróticos se motiva la formación de defectos amplios. El tejido conectivo contiguo puede proliferar más rápido y ocupar el defecto, antes de que se realice la regeneración ósea. <sup>8</sup>



## ➤ CRITERIOS DE DISEÑO DE LA MEMBRANA PARA REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA.

La técnica quirúrgica durante el tratamiento es importante, pero se deben considerar otros factores que contribuyen al éxito de la ROG, incluyendo oclusión de la barrera y su estabilidad, el tamaño de las perforaciones, el sellado periférico entre la barrera y el hueso huésped, un suministro adecuado de sangre y el acceso a las células formadoras de hueso. <sup>7</sup> Figura 8

Figura 8. Requisitos biológicos para la regeneración ósea <sup>5</sup>	
Requisito	Procedimiento quirúrgico
Suministro de sangre	Perforaciones corticales
Estabilización	Tornillos de fijación Clavos de membrana
Osteoblastos	Hueso autógeno (injerto o sitio receptor)
Espacio confinado	Membrana de barrera
Mantenimiento del espacio	Tornillos a modo de tienda de campaña Materiales de injerto óseo
Cobertura de la herida	Tratamiento de colgajo Sutura libre de tensión

Para su uso las membranas de barrera deben cumplir cinco principales criterios de diseño, según lo descrito por Scantlebury: <sup>6, 7,8</sup>

- 1) Biocompatibilidad
- 2) Creación de espacio
- 3) Oclusividad.
- 4) Integración del tejido
- 5) Manipulación clínica.



## **Biocompatibilidad**

La membrana debe estar fabricada de un material biocompatible.

La interacción entre el material y el tejido no debe provocar alteraciones al tejido circundante, ni el resultado de la cicatrización o la seguridad general del paciente.<sup>7,9</sup>

Williams define la biocompatibilidad como “el estado de equilibrio de un biomaterial cuando se introduce en un medio fisiológico, sin que el material reaccione y afecte significativamente al organismo, o el medio orgánico reaccione y afecte significativamente al material”. Aunque existen materiales diseñados para que interactúen con el organismo, como son las membranas reabsorbible. Por lo tanto, la bioquímica y estructura del material empleado debe resultar en una respuesta a cuerpo extraño mínima.<sup>6</sup>

## **Creación de espacio**

Debe proporcionar un espacio estable para que ocurra la regeneración ósea. La creación de espacio proporciona el volumen necesario con una geometría específica para la reconstrucción funcional. La estabilidad puede proporcionarse mediante una fijación de la membrana al tejido óseo subyacente. Al cerrar el colgajo no debe colapsarse o aplastarse.<sup>7,9</sup>

La membrana debe sostener su propio peso y resistir la presión ejercida por el tejido blando suprayacente y de fuerzas externas como la masticación. Esta calidad se relaciona con el espesor de la membrana. Debe poseer equilibrio entre la rigidez para no colapsar y la flexibilidad para adaptarse al contorno del defecto. Si la membrana se hundiera en el espacio del defecto, el volumen para la regeneración se reduce y no se consigue un resultado clínico óptimo.<sup>7,9</sup>



## Oclusividad o exclusión celular

Debe poseer la propiedad de ser impermeable, evitar que el tejido conjuntivo fibroso invada el espacio adyacente al hueso y proporcionar protección contra la invasión bacteriana, si la membrana llegará a quedar expuesta. <sup>7,9</sup>

La superficie externa de la membrana se debe fijar al tejido circundante y formar un sello biológico, para impedir el paso de las bacterias. La oclusividad evita la formación de tejido fibroso, lo que impide o retrasa la formación de hueso. Está ligada con la porosidad de la membrana; este factor tiene una gran influencia sobre el potencial de invasión de las células. <sup>7</sup>

Los poros de la membrana facilitan la difusión de fluidos, oxígeno, nutrientes y sustancias bioactivas para el crecimiento celular, que es vital para el hueso y la regeneración de los tejidos blandos. Sin embargo, estos poros también deben ser impermeables a las células epiteliales o fibroblastos gingivales; un tamaño de poro más grande permite que estas células de crecimiento ocupen más rápido el espacio del defecto e inhiben la infiltración y actividad de las células formadoras de hueso. A mayor tamaño de poro también actúa una vía fácil para la contaminación bacteriana, y la extirpación quirúrgica de estas membranas contaminadas se complica debido al exceso de crecimiento de tejido blando. Por el contrario, si los poros son demasiado pequeños, la migración celular de todas las células es limitada, lo que conduce a la deposición mejorada de colágeno, la formación de tejido avascular, y una ausencia de crecimiento capilar y la infiltración. <sup>7</sup>

El tamaño de poro influye en la capacidad del material para soportar el tejido. Un tamaño de poro grande disminuye el área de la superficie resultante del material, lo que limita los pasos iniciales de la adhesión celular sobre la membrana y la posterior disminución de crecimiento hacia el interior de los vasos sanguíneos. <sup>7</sup>



## **Integración con el tejido circundante**

Debe poder integrarse o anclarse a los tejidos circundantes. La integración con el tejido conjuntivo ayuda a estabilizar la herida mientras cicatriza y evita su filtración dentro del defecto, retarda la migración de epitelio alrededor del material, si este queda expuesto.<sup>7,9</sup>

La integración del tejido entre la membrana y los contornos del hueso adyacente depende de la capacidad del material de la membrana; un material que es demasiado rígido no será capaz de moldearse a la forma de la zona del defecto.<sup>7</sup>

Winter denominó *inhibición por contacto*, cuando las células del tejido conectivo contactan unas con otras, interrumpen su mitosis y se detiene el crecimiento tisular. Al emplear barreras semipermeables, los poros inducen la inhibición por contacto, impidiendo que éstas invadan el espacio creado.<sup>10</sup>

## **Manipulación clínica**

Debe tener fácil manejo clínico, quirúrgico y del mantenimiento postoperatorio. La membrana debe ser manipulada y recortada sin que se fragmente o se desestructure.<sup>7</sup>

Una membrana demasiado maleable conduce a complicaciones si no puede reproducir la forma en un entorno clínico. Por otra parte, una membrana demasiado rígida no puede ser contorneada fácilmente, los bordes afilados pueden perforar el tejido gingival, provocando la posterior exposición de la membrana. Un estudio demostró que las barreras no reabsorbibles proporcionan una rigidez adecuada sobre membranas reabsorbibles para la anchura y la altura óptima de los huesos en la ROG.<sup>7</sup>

## ➤ MEMBRANAS DE BARRERA PARA REGENERACIÓN ÓSEA GUÍADA

Las membranas son materiales biológicamente inertes que sirven para proteger el coágulo sanguíneo y evitan que las células de tejido blando migren hacia el defecto óseo, lo que permite que se establezcan células osteogénicas.<sup>7</sup>

Las membranas se clasifican en reabsorbibles o no reabsorbibles. La selección de un material se basa en las propiedades biológicas de la membrana.<sup>7</sup> Figura 9

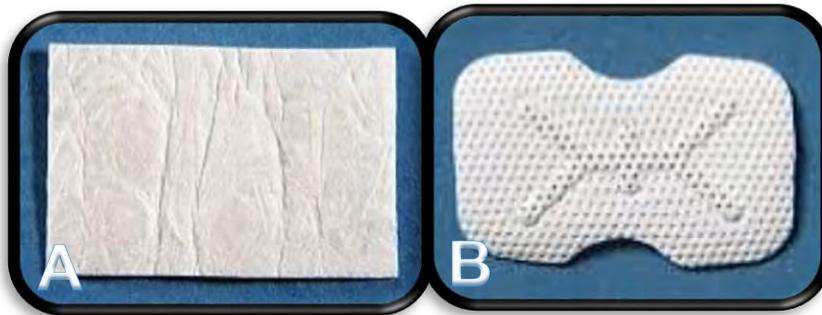


Figura 9. A) Membrana reabsorbible de colágeno B) Membrana no reabsorbible d-PTFE<sup>11</sup>

## ➤ MEMBRANAS REABSORBIBLES

Son biodegradables en condiciones fisiológicas, al entrar en contacto con los tejidos. Los mecanismos de reabsorción se producen a través de: digestión enzimática, fagocitosis e hidrólisis.<sup>5</sup>

Tipos de membranas reabsorbibles:<sup>5</sup>

- ❖ Productos naturales: Cargile, celulosa oxidada, colágeno autógeno, colágeno humano de banco, colágeno bovino, periostio.
- ❖ Productos sintéticos: Poliglactin 910 (ácido poliláctico y poliglucólico), ácido poliláctico, ácido poliláctico + ácido cítrico, sulfato de calcio.



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



El tiempo de reabsorción se modifica según el material con el que estén confeccionadas, además de otros factores como: la vascularización de los tejidos, el grosor de la mucosa, el grado de reacción inflamatoria en el postoperatorio, la modificación del pH tisular, las infecciones locales y las exposiciones parciales de la membrana (figura 10).<sup>11</sup>

Las membranas reabsorbibles que poseen una combinación de ácido poliglucólico, ácido poliláctico y carbonato de trimetileno se absorben entre 6 y 14 meses; aquellos que contienen una bicapa de colágeno de origen porcino, un gel de ácido poliláctico y tendón de Aquiles bovino se absorben a las 4 a 18 semanas.<sup>5</sup>

Figura 10. Membranas reabsorbibles. Tiempos de reabsorción

	Colágeno	Poliglactin	Ácido poliláctico	Sulfato de calcio
Tiempo de reabsorción	6-8 semanas	4-6 semanas	Inicio: 6 semanas Termino: 6-12 meses	3-4 semanas

El colágeno utilizado es una variedad de cadenas cruzadas de origen porcino o bovino. La membrana de colágeno se reabsorbe por la actividad enzimática de los macrófagos y los leucocitos polimorfonucleares. Entre sus complicaciones están la degradación temprana, la proliferación epitelial a lo largo del material y la pérdida prematura por infección. Mientras que los materiales de barrera de ácido poliláctico y ácido poliglucólico son biocompatibles, pero desencadenan una reacción tisular durante su degradación mediante hidrólisis y se eliminan del organismo a través del ciclo de Krebs como dióxido de carbono y agua.<sup>4</sup>



## Indicaciones

Las principales indicaciones en la ROG: <sup>5</sup>

- ❖ Defectos locales de crestas alveolares (horizontales o verticales limitados).
- ❖ Relleno óseo periimplantario.
- ❖ Dehiscencias y fenestraciones asociadas a la colocación de implantes.
- ❖ Defectos óseos asociados al fracaso en la osteointegración de implantes.
- ❖ Lesiones óseas residuales.
- ❖ Cobertura de perforaciones de la membrana sinusal en elevaciones de seno.

## Contraindicaciones de las membranas reabsorbibles

Principales contraindicaciones: <sup>6</sup>

- ❖ Cualquier proceso patológico que contraindique las técnicas periodontales o la colocación de un implante.
- ❖ Presencia de una infección activa en el lugar donde se pretende llevar a cabo la cirugía.
- ❖ Higiene deficiente.
- ❖ Paciente fumador. Contraindicación relativa, ya que pueden disminuir su consumo la semana anterior a la cirugía y durante la semana siguiente a la misma.
- ❖ Incapacidad de mantener estable el defecto incluso mediante otros materiales de fijación.
- ❖ Presencia de inflamación en el tejido blando.



## Ventajas

Son reabsorbidas por el cuerpo, eliminando la necesidad de una segunda cirugía para su extracción, lo que mejora la cicatrización de los tejidos blandos. Reducen el riesgo de morbilidad, el riesgo de daño a los tejidos y el costo-beneficio. <sup>4,7</sup>

Al principio las membranas reabsorbibles rígidas promueven un grado similar de la regeneración ósea y la formación ósea como las membranas no reabsorbibles. <sup>7</sup>

## Desventajas

Presentan un período corto de degradación antes de completar la regeneración ósea, la pérdida de estabilidad, las reacciones inflamatorias asociadas a la degradación de la membrana y la pérdida de rigidez. <sup>5</sup>

Tienen un grado impredecible de resorción, que puede alterar significativamente la cantidad de formación de hueso. Si se reabsorben rápido, la falta de rigidez en el defecto implicara que se requiera de un apoyo adicional para completar la regeneración. <sup>7</sup>

También tienen deficiencias cuando se trata de proteger grandes injertos óseos. Cuando las membranas se exponen y/o se asocian con reacciones inflamatorias en el tejido adyacente, la actividad enzimática de los macrófagos y neutrófilos hace que la membrana sea rápidamente degradada, lo que afecta la integridad estructural de la membrana y provoca la disminución de la función como barrera y por lo tanto se obtiene menos regeneración ósea. <sup>7</sup>

Recientes estudios integran la vinculación cruzada del colágeno para aumentar la resistencia a la biodegradación y aumentar la longevidad como barrera. La reacción inflamatoria mínima no interfiere con la osteogénesis. <sup>5</sup>



Otra desventaja es la falta de rigidez del material, que produce un colapso en el área del defecto, para evitarlo se recomienda adaptar la membrana con el injerto o el hueso alveolar adyacente para mantener las dimensiones deseadas.<sup>5</sup>

## ➤ MEMBRANAS NO REABSORBIBLES

Las membranas no reabsorbibles incluyen los materiales de politetrafluoroetileno (PTFE) y malla de titanio. Un inconveniente en el uso de este tipo de membrana es la necesidad de su eliminación en un segundo procedimiento quirúrgico, que puede alterar el proceso de regeneración.<sup>5,6,7,9,11</sup>

El espacio se mantiene bajo el material con el injerto o tornillos a modo de tienda de campaña, con el fin de generar la regeneración de un mayor volumen óseo. Las membranas más rígidas o reforzadas con titanio mantienen el espacio sin necesidad de injerto óseo, estas promueven mayores cantidades de hueso nuevo y mantienen suficiente espacio sin añadir dispositivos de soporte.<sup>5</sup>

### **Ventajas**

Entre sus características proporcionan una función de barrera eficaz, son biocompatibles, no se modifican en condiciones fisiológicas, mantienen el espacio debajo de la membrana durante un período suficiente, tienen un riesgo reducido de complicaciones a largo plazo y son fáciles de manejar clínicamente.<sup>7,11</sup>

Tienen la capacidad de mantener la separación de los tejidos durante un período prolongado, sino se exponen y pueden permanecer en su sitio por varios meses o años. Por lo general se retiran después de 6 a 12 meses.<sup>5</sup>



## Desventajas

La exposición de la membrana es una complicación frecuente, permite una comunicación entre el medio oral y los tejidos en neoformación, elevando el potencial de infección y disminuyendo las posibilidades de una correcta regeneración. Simion y cols, reportan una menor regeneración ósea cuando se exponen las membranas frente a la ausencia de tal exposición de un 41.6% contra un 96.6%. Otra desventaja de este tipo de membranas es la realización de una segunda cirugía para retirarlas, que en ocasiones altera el proceso de regeneración. <sup>6</sup>

## Membrana e-PTFE

De acuerdo con su estructura, PTFE se puede dividir en dos tipos: PTFE expandido (e-PTFE) y de alta densidad de PTFE (d-PTFE). <sup>7</sup> Figura 11

La membrana e-PTFE tiene dos microestructuras diferentes: un borde coronal y una porción oclusiva. La porción coronal, tiene un collar con microestructura abierta que facilita la formación temprana de coágulos y la inserción de fibras de colágeno para estabilizar la membrana. La porción oclusiva tiene una distancia internodal de menos de 8 micras para permitir el flujo de nutrientes al tiempo que evita la infiltración de otros tipos de células. Se compone de numerosos poros pequeños, que fomentan la unión de células de tejido que estabilizan la interfaz de los tejidos. Estos poros también actúan para restringir la migración de células epiteliales. <sup>7</sup>

Resiste la degradación por los tejidos del huésped y por microorganismos y no produce reacciones inmunológicas. <sup>4</sup>

En defectos grandes o en áreas supracrestales la membrana no mantiene adecuadamente el espacio, sólo si es sostenida por materiales de relleno. Para retirarla, se expone el margen de la membrana para removerla mediante un tirón suave, posterior a un período de cuatro a seis semanas. <sup>4,5</sup>

El inconveniente de la membrana e-PTFE es que debe ser removido inmediatamente en el caso de que existiera una inflamación. Ha sido descontinuada y no está disponible para uso dental. <sup>4,7</sup>

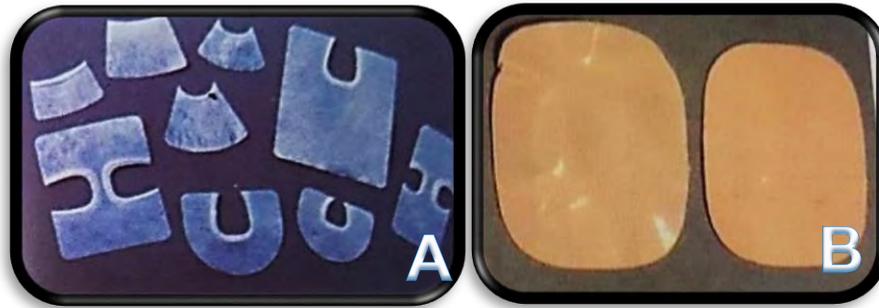


Figura 11. Membranas de e-PTFE, A) Forma predeterminada B) Membranas que deben ser recortadas y adaptadas. <sup>11</sup>

## Membrana d-PTFE

Esta membrana se desarrolló originalmente en 1993.

Esta membrana está hecha de un PTFE de alta densidad, con un tamaño de los poros submicrométrica (0,2 micras). Debido a esta alta densidad y al tamaño del poro pequeño, la infiltración de bacterias en el sitio se elimina. <sup>7</sup>

Figura 12

Tiene la ventaja de no requerir el cierre primario de los tejidos blandos y al exponerse a la cavidad oral sigue actuando como una barrera, el riesgo de infección es menor que el de e-PTFE. <sup>7</sup>



Figura 12. Membranas de d-PTFE <sup>11</sup>

## Membrana con refuerzo de titanio

Proporcionan un mejor soporte a la membrana y mantienen el espacio en defectos desfavorables. Conservan su forma tridimensional con una altura y anchura específica; sin embargo hay riesgo de dehiscencia de la mucosa después de la cirugía, ya que impiden el establecimiento del suministro vascular adecuado. <sup>12</sup> Figura 13

Simion et al., en un estudio clínico e histológico, demostraron que el uso de membranas de e-PTFE de titanio reforzado para el aumento vertical del reborde resultó en una regeneración ósea incompleta. Probablemente debido a la contracción del coágulo de sangre debajo de la membrana durante la etapa inicial de la curación, el atrapamiento de aire debajo del material, por una micro-circulación o un período de cicatrización insuficiente. <sup>12</sup>

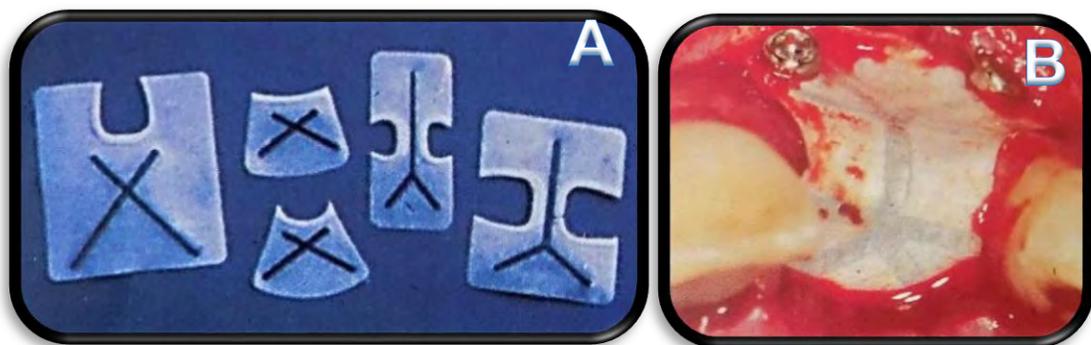


Figura 13. Membranas con refuerzo de titanio. A) Diseño predeterminado B) Membrana adaptada a defecto óseo.<sup>11</sup>



## Malla de titanio

Es un enrejado de titanio, diseñado para que reproduzca el volumen tridimensional que se pretende obtener, rellenando el espacio creado con un injerto óseo y logrando que los tejidos blandos no colapsen. <sup>10</sup>

El titanio se aprovecha en numerosas aplicaciones quirúrgicas, debido a su alta resistencia y rigidez, su baja densidad y bajo peso correspondiente, su capacidad de soportar altas temperaturas y su resistencia a la corrosión. Este metal es muy reactivo y puede ser pasiva do fácilmente para formar una capa de óxido protectora, representando una alta resistencia a la corrosión.

### ➤ MALLA DE TITANIO EN LA REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA

En 1969, Boyne utilizó una malla de titanio para la reconstrucción de grandes defectos óseos, informó su uso en la reconstrucción ósea de las crestas deficientes en maxilares desdentados en 15 pacientes a los cuales se les dio un seguimiento de 3 a 10 años. La técnica consistía en contornear sobre modelos dentales desdentados el diseño al cual debían ser restaurados con una forma de cresta ideal, después se esterilizó la malla y se utilizó para contener el injerto de hueso en el momento de la cirugía. Posteriormente, se presentó una reabsorción de 10% a 20% en este grupo de pacientes, se comparó con un segundo grupo donde no empleo ninguna barrera y este presentaba un 70% de reabsorción. <sup>7, 12,13</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



La técnica consiste en reconstruir los diferentes tipos de defectos óseos mediante la realización de un injerto óseo, que queda modelado y estabilizado con una malla de titanio, conformada previamente a la zona a reconstruir. <sup>6</sup>

Los traumatismos, las resecciones tumorales, la atrofia fisiológica y la patología de origen dental u óseo producen defectos en los procesos alveolares. Estos se clasifican en tres categorías: <sup>6</sup>

1. Localizados: Afectan a un espacio que abarca de 1 a 3 piezas dentales
2. Segmentarios: Abarcan de 3 a 5 piezas dentales
3. Generalizados: Afectan a una hemiarcada o a la arcada completa.

Según su morfología pueden clasificarse en defectos de 1, 2 ó 3 paredes.

## Antecedentes

En los últimos años se ha estudiado varios diseños de membrana para mejorar la formación de hueso, para estabilizar el injerto óseo y reducir al mínimo el riesgo de colapso y crecimiento de tejido blando. En la siguiente tabla se muestran los estudios más relevantes en el estudio de la malla de titanio.<sup>1</sup>Figura 14



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



Figura 14. ANTECEDENTES DEL USO DE LA MALLA DE TITANIO. <sup>7</sup>

Año / Autor	Modelo animal	Tipo de membrana	Evaluación	Resultado
2012 Rothamel	Maxilar de perro	Remotis (varias capas con sistema interconectado de poros) BioGide (estructura bicapa, superficie superior lisa e inferior más gruesa)	Formación de biodegradación y hueso	Ambas membranas integradas en el tejido circundante sin ningún tipo de infección inflamatoria, permite la vascularización temprana y el apoyo en la formación de hueso. Biodegradación: Remotis (8-12 semanas) y BioGide (4-8 semanas).
2008 Sverzut	Mandíbula de perro	Fijación interna rígida (RIF) Injerto óseo (BG) Membrana microporosa (MI) Membrana laser perforada microporosa (MIP)	Área de hueso	MI+BG: grandes cantidades de hueso en comparación con otros grupos. MIP solo y BG: no hay diferencia. MI: menor área de hueso y reducción de la cantidad de hueso injertado.
2003 Van Steenberghe	Cráneo del conejo	Cúpula de titanio en forma de barrera.	Área de tejido Área de trabéculas	El hueso creció sistemáticamente a lo largo de la superficie de titanio. Después de la eliminación de la barrera, en promedio se mantuvo 75.3% y 59.4% del volumen de hueso recién creado después de 3 y 9 meses respectivamente.
2003 Yamada	Bóveda craneal de conejo	Casquete hemisférico de titanio. Un casquillo tenía agujeros pequeños (1.5 mm) y otro sin agujeros.	Áreas de tejido recién generado (%) y el hueso mineralizado en el tejido recién generado bajo el casquete de titanio.	La cantidad de hueso mineralizado generada a los 3 meses debajo del casquete sin agujeros, proporciona oclusividad total, suficiente rigidez y el paso del tiempo permite el aumento de hueso mineralizado de manera predecible.
1999 Simion	Mandíbula de perro	Titanio reforzado de e-PTFE Membrana regenerativa	Tejido regenerado, el contacto de la membrana con hueso regenerado o con el hueso.	Una microestructura muy porosa abierta + una barrera totalmente oclusiva: resultados regenerativos significativos. Únicamente a dispositivos reabsorbibles.
1998 Lundgren	Área edéntula del maxilar en conejos	Material de aumento Gore-Tex Lamina de titanio no perforada Lamina de titanio perforada	Total de área de hueso original, área restante óseo, hueso mineralizado, hueso cortical y trabéculas, medula ósea	El grado más alto de regeneración en defectos debajo de las láminas de titanio, particularmente en la perforada (cubierta o no con membrana Gore-Tex)
1994 Schmid	Bóveda craneal de conejo	Titanio fundido en dispositivo de oro: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrado por el metal fundido</li> <li>• Cubierto por una e-PTFE</li> </ul>	Área de formación de hueso en los cilindros con independencia de que la cámara fue sellada por titanio fundido o de la membrana de e-PTFE.	Después de 8 meses el hueso se formó en todos los cilindros, independientemente del sellado con titanio o e-PTFE. Se concluye que la permeabilidad de la membrana no es necesaria en la regeneración ósea guiada.



## Indicaciones

El uso de malla de titanio se indica para los siguientes casos: <sup>6</sup>

- ❖ Reconstrucción de defectos óseos tridimensionales tanto localizados, como segmentarios o generalizados.
- ❖ Situaciones en la que existe un alto riesgo de colapso de los tejidos blandos sobre el defecto de regeneración.
- ❖ Medio para garantizar la estabilidad de la membrana de barrera en procesos de regeneración ósea guiada.
- ❖ En tratamientos de defectos generalizados, maxilares y mandibulares como medio de retención, estabilización y remodelación de injertos particulados compuestos.

## Contraindicaciones

- ❖ Defectos localizados donde la propia morfología del defecto es suficiente para lograr la estabilidad del injerto. <sup>6</sup>
- ❖ En procesos alveolares recubiertos por mucosas fibrosas y mal vascularizadas, donde existe un alto riesgo de exposición prematura de la malla. <sup>6</sup>

## Propiedades

Están fabricadas mediante un sistema con el que se consiguen unas ventanas de ángulos redondeados. Tienen gran dureza, resistencia a la tensión, un espesor mínimo que determina que sea menos rígida y mejora la ductibilidad de la malla. <sup>7</sup>

Permite al hueso huésped unos movimientos de micro fluctuación bajo tensiones funcionales. Las propiedades físicas de este tipo de malla se asemejan a las del hueso cortical humano. <sup>6</sup>

Posee excelentes propiedades mecánicas para la estabilización de los injertos de hueso por debajo de la membrana. Su rigidez proporciona un amplio espacio de mantenimiento y previene el colapso de su contorno, incluso en casos con una gran cavidad ósea, la elasticidad de la malla impide la compresión de la mucosa y la estabilidad impide el desplazamiento del injerto, la conformación le proporciona plasticidad, flexión, contorneado y adaptación a cualquier defecto óseo. El resultado es la creación de un espacio definido que imita la forma de la cresta alveolar deseada y el aumento de hueso es máximo cuando la membrana se mantiene en su lugar durante todo el período de cicatrización (figura 15).<sup>7, 12, 13</sup>

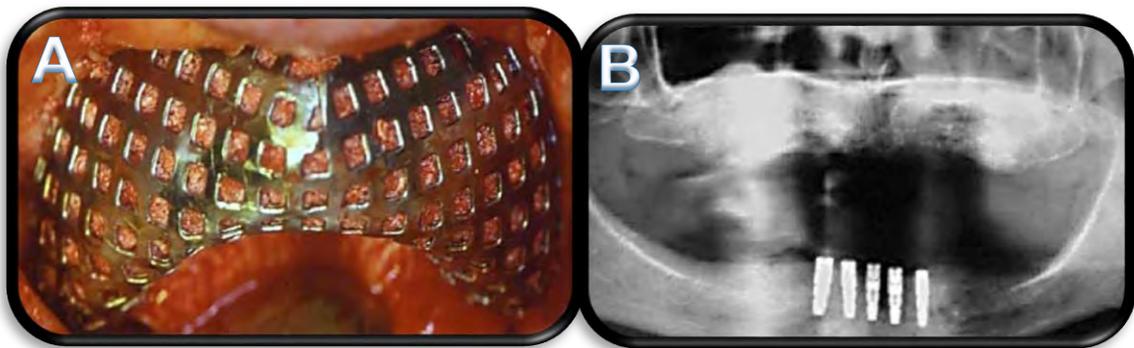


Figura 15. A) Malla de titanio estabilizando injerto de hueso  
B) Ortopantomografía después de retirar la malla de titanio.

La superficie lisa de la malla de titanio hace que sea menos susceptible a la contaminación bacteriana.<sup>7</sup>

Una característica importante es la macroporosidad que mantiene el suministro de sangre y aumenta la regeneración mediante la estabilidad, permitiendo la difusión de nutrientes extracelulares a través de la membrana. Otra ventaja de esta macroporosidad, se relaciona con la fijación de los tejidos blandos, que puede estabilizar y restringir la migración de células epiteliales. La desventaja es que esto hace que el material sea difícil de eliminar en la segunda cirugía.<sup>7, 14, 15</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



La mayoría de los problemas surgen de la exposición y del crecimiento de tejido blando. Aunque el riesgo de exposición es alto debido a los bordes afilados, causados por el corte y la flexión; el riesgo de infección sigue siendo bajo. La exposición se puede manejar el tiempo suficiente para que el injerto madure. <sup>7, 13</sup>

Es posible dejar la malla de titanio aunque esta haya sido expuesta de una esquina o borde, solo deben modificarse y aliviar los ángulos agudos e irregulares, con el fin de minimizar el trauma y malestar que resulta del contacto con la lengua, la mejilla y la encía. Este material no requiere su eliminación inmediata, debido a que el material no interfiere con el flujo de sangre a los tejidos adyacentes por la presencia de poros dentro de la malla. El tamaño del poro es un factor relevante porque los poros pequeños podrían bloquear el proceso de vascularización integral. <sup>15</sup>

## Características generales

El retraso de la formación de hueso debajo de una barrera de titanio se atribuye a un poro mediano y grande por la infiltración de tejido no óseo en el defecto. El uso de un poro grande ( $\geq 2$  mm) conduce a un crecimiento de un mayor volumen de tejido blando que un poro pequeño ( $< 2$  mm). La adaptación de una membrana de colágeno reabsorbible cuando se utiliza un poro grande disminuye el paso de fibroblastos gingivales en el defecto injertado. <sup>14</sup> Figura 16

El aumento óseo sustancial se puede lograr empleando malla de titanio en combinación con diversos materiales de injerto óseo. No existe diferencia significativa en los resultados de regeneración, esto es debido a que el material injertado está protegido y por lo tanto no muestra mayor reabsorción del injerto. <sup>14</sup>

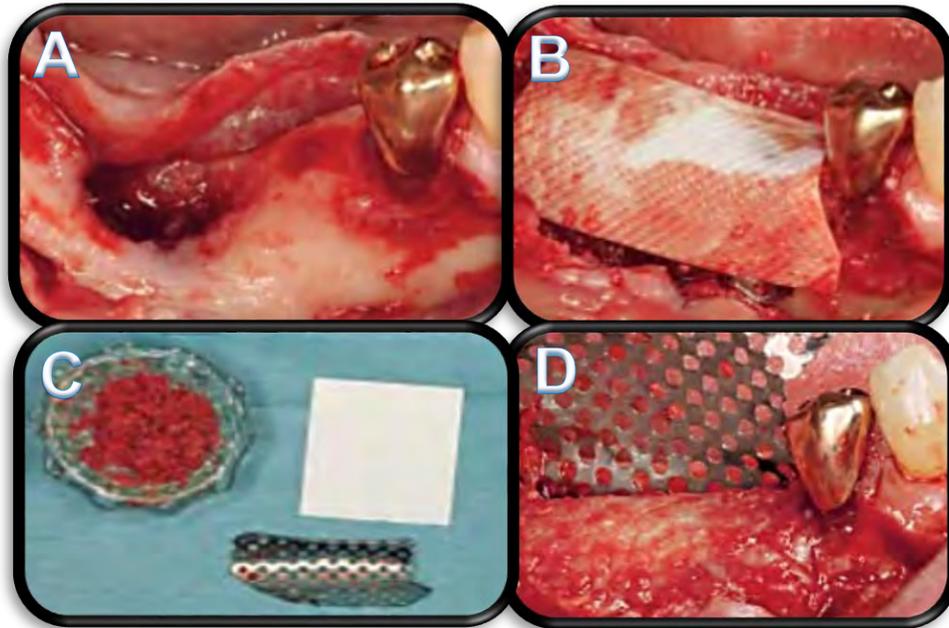


Figura 16. A) Defecto en proceso alveolar; B) Colocación de malla de titanio y membrana reabsorbible; C) Materiales; D) Regeneración ósea. <sup>25</sup>

La evolución clínica indica que las células osteogénicas pueden migrar y crecer en un defecto más rápido que en una ROG tradicional. La estabilización de un coágulo de sangre en el defecto, junto con la sustitución del coágulo por una matriz provisional, determina la resolución del defecto. Se recomienda la fijación de la malla con tornillos razonablemente largos. <sup>14</sup>

El mantenimiento del espacio y la resistencia al colapso está influenciado por el espesor de la malla. En lo que respecta al espesor 0.2 mm representa el equilibrio adecuado entre la rigidez necesaria para el apoyo, la protección del injerto, la flexibilidad esencial para reducir el riesgo de perforación de la mucosa y la dehiscencia de los tejidos blandos. <sup>12</sup>

## Técnica quirúrgica

Se realiza la anestesia local de la región.

Para la reconstrucción se realiza una incisión supracrestal horizontal con incisiones de descarga en la cara vestibular de los sitios quirúrgicos y un despegamiento mucoperióstico amplio que nos permita exponer en su totalidad el defecto y reposicionamiento coronal eventual (figura 17).<sup>6,14</sup>

La placa cortical de los defectos es perforada para provocar el sangrado y la infiltración de células osteogénicas desde los espacios de la médula ósea.<sup>9</sup>

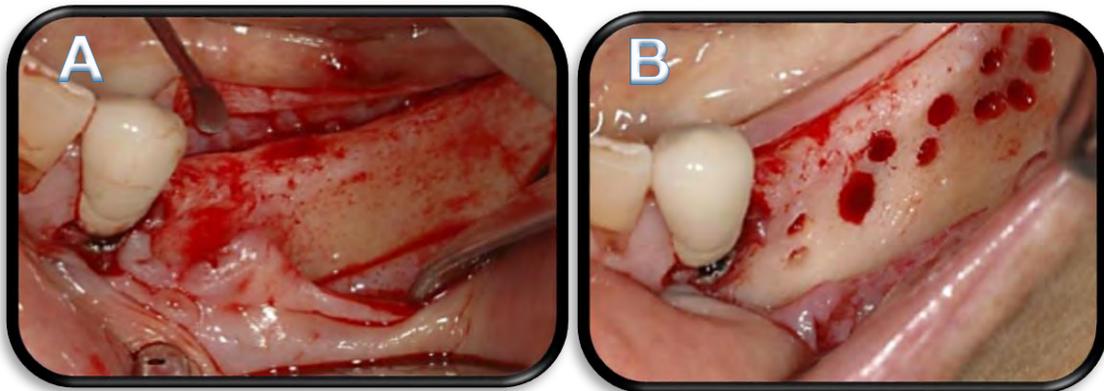


Figura 17.A) Incisión del sitio quirúrgico, B) Perforación del proceso alveolar.

Algunos defectos se valoran hasta ser quirúrgicamente expuestos. En otros casos el defecto se crea durante la intervención, al realizar la extracción de restos radiculares, dientes incluidos, la extirpación de quistes o extracción de implantes fracasados. La colocación de la malla en estos defectos previene la movilidad del injerto y la presión de los tejidos blandos sobre el mismo.<sup>6</sup>

Es conveniente realizar previamente sobre el defecto una plantilla para determinar la forma y extensión con la que debe recortarse la malla de titanio, para que cubra la zona a regenerar (figura 18). El injerto óseo se puede colocar antes o después de la colocación de la malla de titanio.<sup>6, 14</sup>

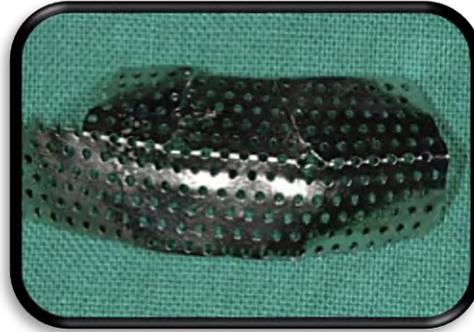


Figura 18. Malla de titanio preformada. <sup>14</sup>

La malla recortada se coloca sobre el defecto; su ductibilidad y maleabilidad permiten que sea adaptada sobre el hueso. La adaptación se completa al inmovilizar la malla con los tornillos de fijación. En defectos localizados la posibilidad de colapso o movilización de la malla por trauma oclusal o por movimientos de deglución o masticación son menores. <sup>6</sup>

Los puntos donde situaremos los tornillos deben localizarse sobre hueso cortical denso, evitando las raíces de los dientes adyacentes y la proximidad de los elementos anatómicos susceptibles a lesión. <sup>6</sup> Figura 19

La presencia de un espesor y anchura de tejido queratinizado es esencial en el sitio quirúrgico para el cierre y la cicatrización del tejido blando creando un cierre primario libre de tensión. <sup>14</sup>

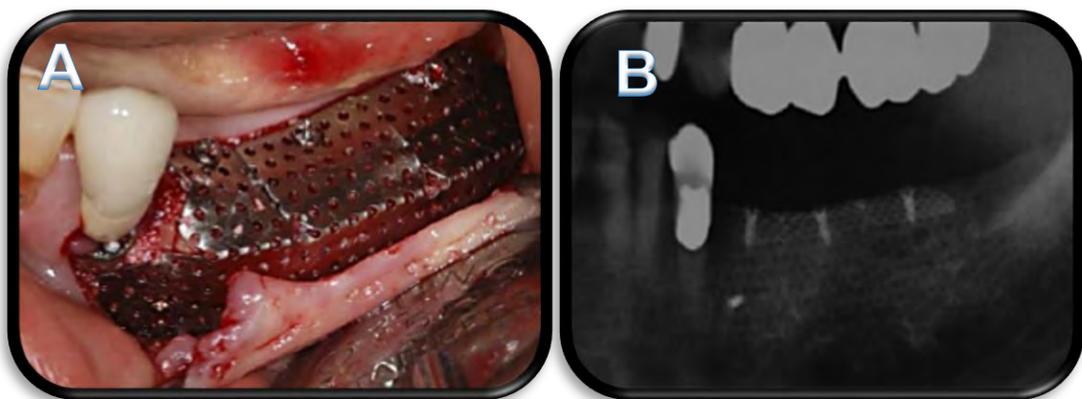


Figura 19. A) Fijación de la malla por medio de tornillos; B) vista radiográfica postoperatoria. <sup>14</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



La cresta se puede aumentar vertical y horizontalmente. Debido a la gran cantidad de crecimiento, puede representar tensión en el cierre del colgajo, por ello es importante ubicar las incisiones en el lugar adecuado. Cuando se realiza un aumento mandibular completo, la incisión es a lo largo de la región submental. Cuando se requiere en un defecto segmentario o en el maxilar superior, se prefiere una incisión vestibular, para reducir el riesgo de dehiscencia de la herida. El cierre será sobre o cerca de la cresta del nuevo reborde. <sup>13, 16</sup>

## **Cuidados postoperatorios**

El cuidado postoperatorio incluye el uso de antibióticos tales como amoxicilina o clindamicina durante 7 a 10 días y la utilización de un antiséptico bucal como es la clorhexidina durante al menos las primeras 2 a 4 semanas. Si se presentará dehiscencia, se usa la clorhexidina hasta el momento de retirar la malla. Al exponerse la malla, se recomienda la limpieza adecuada con un cepillo de cerdas suaves para eliminar la placa. <sup>13</sup>

Las visitas de seguimiento son por lo general a las 2 semanas, 1 mes, 3 meses y 6 meses después de la operación. La regeneración de los tejidos permite la curación de defectos óseos en un plazo de 6 a 10 meses con este material. <sup>12, 13</sup>

## ➤ INJERTO ÓSEO PARA ROG

El injerto óseo es un proceso que ayuda a regenerar hueso perdido, el lugar receptor del tejido es el encargado de la vascularización y nutrición del material para favorecer su viabilidad. Se debe limitar el volumen, al colocar mayor cantidad se compromete más su irrigación. <sup>10</sup> Figura 20

Se puede colocar o transferir células o material no vivo a un sitio determinado con el objetivo de facilitar o promover la curación en defectos óseos. Estos materiales mantienen el espacio, permiten el crecimiento óseo posterior y el reemplazo del injerto por hueso. Para ser considerado como injerto óseo, debe poseer al menos una de estas tres funciones básicas: osteogénesis, osteoinducción u osteoconducción. <sup>1, 5, 6</sup>

El requisito más importante de los materiales de injerto óseo es que deben facilitar el crecimiento interno de vascularización y migración de osteoprogenitores. El tamaño de las partículas determina el espacio resultante disponible para la formación ósea, debe ser de 100 a 1000  $\mu\text{m}$ , para guiar el crecimiento hacia el interior del hueso. El hueso se forma en conos llamados osteonas con un suministro central de sangre. <sup>5</sup>

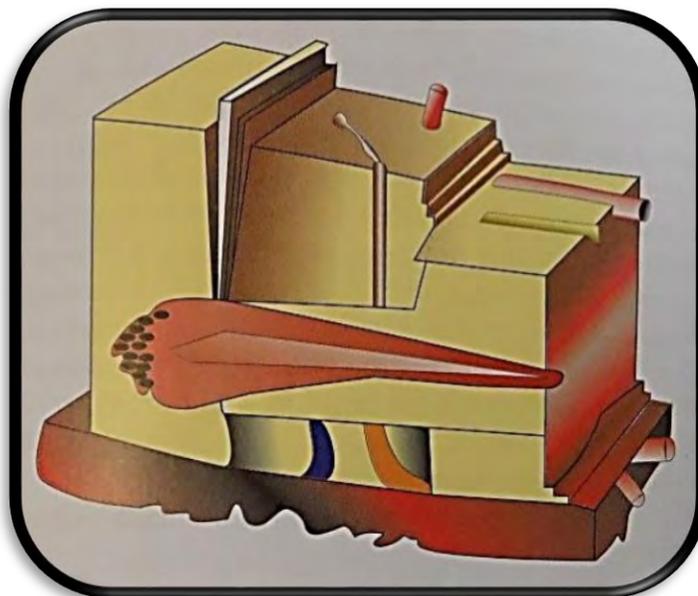


Figura 20. Angiogénesis desde el lecho receptor. <sup>6</sup>



## **Osteogénesis**

La osteogénesis se refiere a la formación o desarrollo de hueso nuevo por parte de las células en el injerto, ocurre cuando se trasplanta osteoblastos viables y células osteoprogenitoras al defecto junto con el material del injerto y en este sitio se establecen nuevos centros de formación de hueso, siempre que exista suministro de sangre adecuado y viabilidad celular. Por tanto, existirá formación ósea por los osteoblastos que se encuentran en el defecto como los que se agregan con el injerto. <sup>1, 5, 6</sup>

## **Osteoconducción**

Es la capacidad del material de crear un andamiaje para que crezcan precursores de los osteoblastos en el interior del defecto. Este proceso suele ser seguido por una resorción gradual del material implantado. Si el material implantado no es reabsorbible, la incorporación se limita al depósito de hueso sobre la superficie del material pero no hay sustitución durante la fase de remodelado. <sup>4, 6, 11</sup>

El material proporciona un soporte estructural que favorece la regeneración ósea. La estructura se debe componer por un material bioinerte o bioactivo; la forma y dimensiones de sus estructuras internas y externas deben favorecer la ocupación del defecto por células osteoprogenitoras. <sup>4, 11</sup>

La osteoconducción se define como el proceso de crecimiento e invasión de vasos, tejido perivascular y células progenitoras desde el lecho receptor hacia el injerto con el objetivo de que exista una incorporación. <sup>1,6</sup>

No inhiben ni inducen la formación ósea, su finalidad es permitir la formación por parte de los osteoblastos en el defecto injertado a lo largo de la superficie del material, ya que sirven como puente entre el espacio del hueso existente y un lugar distante que de otra forma no se ocuparía con hueso. <sup>5</sup>



## Osteoinducción

La osteoinducción es un proceso químico que incluye la neoformación de hueso por la diferenciación de células indemnes del tejido conjuntivo en células formadoras de hueso (osteoblastos) bajo la influencia de una sustancia inductora o de varias. <sup>1,5</sup>

Elementos del injerto activamente estimulan al lecho receptor para invadir la estructura con elementos osteogénicos. La osteoinducción requiere un estímulo inductor y un ambiente favorable. <sup>6</sup> Figura 21

Estos mecanismos básicos de formación de hueso intervienen en la regeneración. Es improbable que se produzca osteogénesis sin osteoconducción y osteoinducción. El material del injerto funciona sobre todo como andamiaje para las células invasoras del huésped; los osteoblastos y osteocitos del hueso circundante no tienen la capacidad de migrar y dividirse, así que el trasplante es invadido por células mesenquimáticas indemnes que después se diferencian en osteoblastos. <sup>1</sup>

**Figura 21. Propiedades biológicas de diversos materiales de injerto óseo. <sup>5</sup>**

Fuente	Osteoconductor	Osteoinductor	Osteogénico
Aloplástico	Si	No	No
Xenoinjerto	Si	No	No
Alloinjerto	Si	Si/no	No
Autoinjerto	Si	Si	Si



## Requisitos para la regeneración ósea

Existen tres condiciones esenciales para la regeneración ósea: <sup>1</sup>

1. Provisión de células formadoras de hueso o de células con capacidad de diferenciarse en células formadoras de hueso.
2. Presencia de estímulos osteoinductores para iniciar la diferenciación de células mesenquimáticas en osteoblastos.
3. Presencia de un ambiente osteoconductor que forme un andamiaje sobre el cual pueda proliferar un tejido invasor y en el cual las células osteoprogenitoras estimuladas pueda diferenciarse en osteoblastos y formar hueso.

La regeneración ósea se produce en forma sistemática cuando hay un período de curación no complicado de al menos 6 meses. Deben cumplir requisitos para la utilización en la ROG, como sostener adecuadamente la membrana para proveer un volumen predefinido del hueso regenerado y ser una estructura guía para el crecimiento o estimulación del hueso. <sup>1, 4</sup>

Los sustitutos óseos deben ser biocompatibles, no inducir reacciones alérgicas ni inmunitarias, ser tolerados por los tejidos del huésped, crear un andamiaje para el crecimiento de capilares y de tejidos perivasculares y actuar como transporte de factores que promuevan la formación ósea. <sup>1</sup>

## Clasificación de los injertos

Se utilizan diversos materiales para la reconstrucción de defectos óseos. Se clasifican dependiendo de su origen: <sup>10</sup>

- ❖ Autoinjerto: Trasplante de tejidos o células de una zona a otra del mismo individuo.



- ❖ Aloinjerto: Trasplante de tejidos o células de un individuo a otro de la misma especie.
- ❖ Xenoinjerto: Trasplante de tejidos o células entre individuos de especies diferentes.
- ❖ Aloinjertos: Implante de materiales sintéticos.

Los aloinjertos y xenoinjertos son cuerpos extraños para el organismo, por lo tanto se suprime el potencial antigénico por medio de radiación, congelamiento y tratamiento químico para evitar una respuesta inmune.

4,5

Como mínima característica los injertos deben ser osteoconductivos. <sup>5</sup>

Figura 22

**Figura 22. Características del material ideal de injerto. <sup>10</sup>**

❖ Biocompatible	❖ Hidrofílico
❖ Osteoinductivo	❖ Fácil de obtener
❖ Osteoconductivo	❖ Fácil de manipular
❖ Buen patrón temporal de eliminación	❖ Estéril o esterilizable
❖ Buenas cualidades biomecánicas	❖ Mal sustrato para proliferación de patógenos
	❖ Barato

## Autoinjerto

Son extraídos de una parte del cuerpo del paciente y trasplantados a otra. Los diferentes tipos incluyen bloques de hueso cortical, el coágulo óseo, hueso cortical o medular intraoral, hueso de alvéolos postextracciones y hueso extraoral. <sup>11</sup>

El coágulo óseo se obtiene de un sitio intraoral y se mezcla con las partículas de hueso con sangre del paciente. Las pequeñas partículas obtenidas serán reabsorbidas y reemplazadas por hueso neoformado. Se cree que la porción mineralizada induce la formación ósea. Las desventajas del coágulo óseo incluyen la aspiración y la falta de precisión en cuanto a la cantidad de hueso que se obtiene. <sup>11</sup> Figura 23



Figura 23. Obtención de coágulo óseo como injerto autólogo. <sup>11</sup>

Conservan cierta viabilidad celular y se considera que promueven la reparación ósea mediante osteogénesis u osteoconducción. El hueso autógeno esponjoso es el que tiene mayor capacidad osteogénica y los injertos corticales son los que proporcionan mayor estabilidad. Tiene reabsorción gradual y el hueso nuevo lo reemplaza. <sup>3,5</sup>

Los sitios quirúrgicos intraorales donde se obtiene el hueso son tuberosidades, mentón, rebordes edéntulos, sitios postextracción, torus mandibulares. Sin embargo, la obtención 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. <sup>3, 11</sup>

## Aloinjertos

Son injertos óseos transferidos entre sujetos de una misma especie pero genéticamente diferentes. Evitan la agresión quirúrgica de los injertos autógenos. Son obtenidos de cadáveres y sometidos a un tratamiento especial para prevenir riesgos de antigenicidad, mediante desecación por congelación, radiación o sustancias químicas para suprimir las reacciones inmunes.<sup>5,11</sup>

Pueden clasificarse según su procesamiento en congelados, liofilizado (secado en frío), liofilizado y desmineralizado; y hueso irradiado.<sup>3</sup> Figura 24

Los aloinjertos más usados son hueso esponjoso y médula iliaca congelados, injerto óseo liofilizado, deshidratado y congelado (FDBA, freeze-dried bone allograft) y el injerto óseo alógeno descalcificado liofilizado (DFDBA, decalcified freeze-dried bone allograft).<sup>5,11</sup>

El FDBA posee una capacidad osteoinductiva superior, produciendo en un 78% de los casos una regeneración mayor del 50%. Mientras el DFDBA, estimula la formación de hueso produciendo osteogénesis, por la presencia de la proteína morfogenética ósea (BMP).<sup>5, 10, 11</sup>

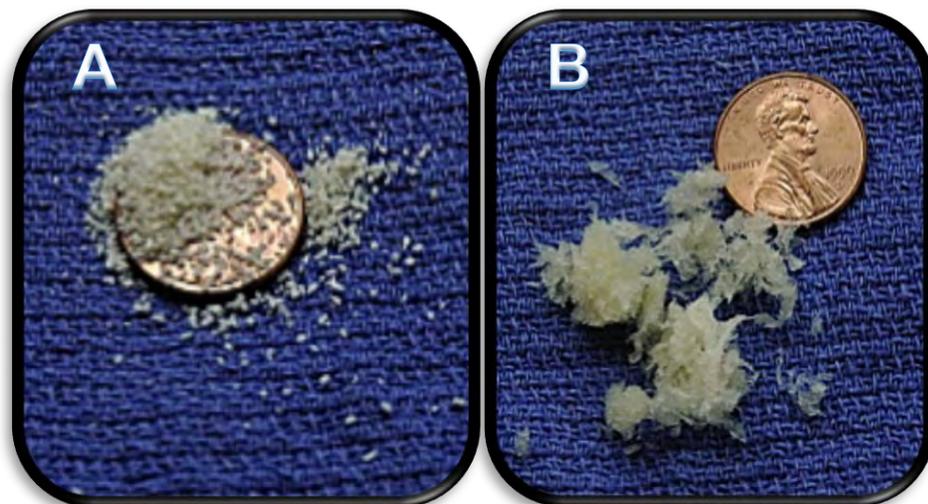


Figura 24. A) Aloinjerto liofilizado (Oragraft) B) Grafton: matriz de hueso desmineralizado.<sup>3</sup>

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 procesamiento para eliminar su capacidad antigénica, donde pierden viabilidad celular por el proceso de elaboración, la deshidratación y el congelamiento. <sup>3</sup>

## Xenoinjertos

Se obtienen de otras especies, especialmente de los bovinos. Se utilizan técnicas de elaboración y purificación para eliminar los componentes orgánicos de fuente ósea bovina y dejar matriz inorgánica en una forma inorgánica estable, como consecuencia se eliminan las proteínas y desaparece la capacidad osteoinductiva del material y sólo permanece el mecanismo osteoconductor. <sup>5, 6, 11</sup>

El hueso bovino inorgánico es una matriz ósea porosa, tiene una reabsorción lenta. Se remueven los componentes orgánicos del hueso, pero se preserva la arquitectura trabecular y la porosidad. La conformación de microtúneles intercrystalinos y microcapilares entre los cristales de apatita bovina, favorecen el crecimiento interno de los vasos sanguíneos y la migración de los osteoblastos, que promueven la osteoconducción. <sup>5, 6</sup> Figura 25

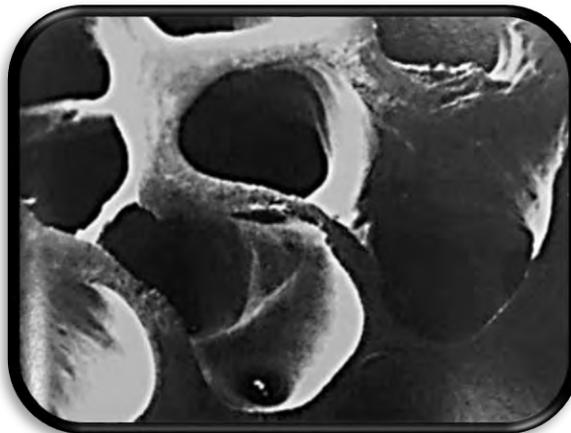


Figura 25. Imagen microscópica de hidroxapatita bovina (BHA). Su estructura cristalina es similar a la del hueso humano. <sup>9</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



Existen presentaciones desde chips, conos, cilindros hasta polvo con partículas de aproximadamente 600  $\mu\text{m}$ ., es de fácil manipulación. <sup>9</sup>

Tiene la propiedad de ser biocompatible con los tejidos adyacentes, por lo que no induce respuesta inmune sistémica. También posee estabilidad a largo plazo. <sup>5</sup>

La integración se debe al reemplazo óseo con hueso recién formado. El análisis histomorfométrico demostró que el hueso bovino inorgánico aumenta la porción mineral en áreas regeneradas, en comparación con áreas de hueso del huésped. Una porción del material permanece en el tejido óseo y lentamente es incluido en el hueso laminar, por lo cual el resultado es un hueso más denso. <sup>6</sup>

La hidroxiapatita bovina (BHA) tiene una configuración similar a la del hueso humano y se considera osteoconductor. Existe una discusión si es o no reabsorbible, si se degrada lentamente o es fagocitable. Las partículas se incorporan al hueso recién regenerado, ya que el material actúa como “refuerzo” del tejido óseo recién formado y evita la reabsorción temprana. <sup>6</sup>

## **Aloplásticos**

Estos materiales son sustitutos de injertos óseos sintéticos, inorgánicos, biocompatibles y bioactivos que promueven la reparación mediante osteoconducción. En relación a su porosidad los materiales pueden clasificarse en densos, macroporosos y microporosos; con su estructura, pueden ser cristalinos o amorfos. <sup>3</sup>

Cuanto más porosos son los materiales ofrecen mejor soporte para el crecimiento óseo y la velocidad de reabsorción aumenta. Cuanto más cristalinos son menos reabsorbibles. <sup>11</sup>



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



Ejemplos de materiales aloplásticos: <sup>3</sup>

- ❖ Hidroxiapatita HA reabsorbible- HA densa.
- ❖ Fosfato beta-tricálcico.
- ❖ Sulfato de calcio.
- ❖ Carbonato de calcio.
- ❖ HTR (polimero de sustitución de tejidos duros).
- ❖ Vidrios bioactivos (óxido de calcio, dióxido de silicio, óxido de sodio).

La hidroxiapatita tiene dos presentaciones: una forma cerámica no reabsorbible particulada y una forma no cerámica reabsorbible particulada. La formación de hueso es limitada y en ocasiones no se encontraba nueva inserción ósea. La mayor parte de las partículas de HA quedaban incluidas en el tejido conjuntivo y pocas veces había observación de hueso nuevo en torno a partículas que se hallaban cerca del hueso del huésped. <sup>3, 5</sup>

El fosfato beta-tricálcico se reabsorbe con rapidez o es encapsulado por el tejido conjuntivo, con mínima formación de hueso. <sup>5</sup>

El sulfato de calcio puede ser usado en combinación con otros materiales en una proporción de 1:4. Esto reduce la pérdida de partículas del biomaterial, acelera la mineralización del injerto y es denso para excluir al apitelio y al tejido conectivo. También puede ser usado sobre el injerto o composite en forma de barrera o membrana. <sup>11</sup>

Los biovidrios pueden ser reabsorbibles o no reabsorbibles. Al exponerse a los líquidos tisulares se forma una capa doble de gel de silicato y fosfato de calcio sobre su superficie. A través de esta capa se promueve la absorción y la concentración de las proteínas utilizadas por los osteoblastos para formar la matriz extracelular que se considera promueve la formación de hueso. <sup>5</sup>



## 4. MÉTODO

### 4.1 PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO

#### HISTORIA CLÍNICA

Paciente femenino de 24 años de edad, acude a la clínica periférica oriente de la Facultad de Odontología U.N.A.M a interconsulta y valoración del cirujano maxilofacial, es remitido por su ortodoncista. Al interrogatorio niega antecedentes personales patológicos y hereditarios, refiere tener esquema de vacunación completo y adecuados hábitos de higiene personal y bucal. Niega toxicomanías, alergias, luéticos, fímicos, procedimientos quirúrgicos, neoplasias, eventos traumáticos y transfusionales.

Inicia su padecimiento actual hace un año 6 meses cuando inicia su tratamiento ortodóntico se observa que el diente 47 esta impactado y con erupción parcial en posición horizontal según la clasificación de Winter, que ocasiona la pérdida ósea vertical distal del diente 46 y el diente 48 presenta posición mesioangular y extrusión dental.

#### EXPLORACIÓN CLÍNICA

A la exploración física intraoral presenta fórmula dentaria completa y se observa que paciente presenta tratamiento ortodóntico. Figura 26

Basándonos en la nomenclatura de la Federación Dental Internacional (FDI), se observan restauraciones estéticas en 25, 26 y 36, sin presencia de caries, la mucosa bucal no presenta alteraciones y tampoco existencia de enfermedad periodontal. Los movimientos mandibulares de apertura, cierre, lateralidad, protrusión y retrusión no presentan alteración.

Se advierte la ausencia del diente 38, dientes 36 y 46 presentan banda de ortodoncia, el diente 46 no presenta movilidad dental, se observa la erupción parcial del diente 47 y el diente 48 se localiza en posición mesioangular y presenta extrusión dental.



Figura 26. Fotografía intraoral inicial. Fuente propia.

## EXPLORACIÓN RADIOGRÁFICA

### Ortopantomografía

En la ortopantomografía se observa según la clasificación de Winter, el diente 18 en posición distoangular, los dientes 11 y 21 presentan reabsorción de la raíz; el diente 28 en posición distoangular; el diente 38 está incluido e impactado en posición horizontal, dientes 31, 32, 42 y 43 presentan reabsorción de la raíz; el diente 46 presenta pérdida ósea vertical distal, el diente 47 se encuentra parcialmente erupcionado, en posición horizontal y el diente 48 presenta posición mesioangular y extrusión dental. Figura 27



Figura 27. Radiografía ortopantomografía. Fuente propia

## Radiografía periapical

Se observa a detalle la pérdida ósea vertical distal del diente 46 y la cercanía del nervio dentario inferior con las raíces del diente 47 (Fig. 28).

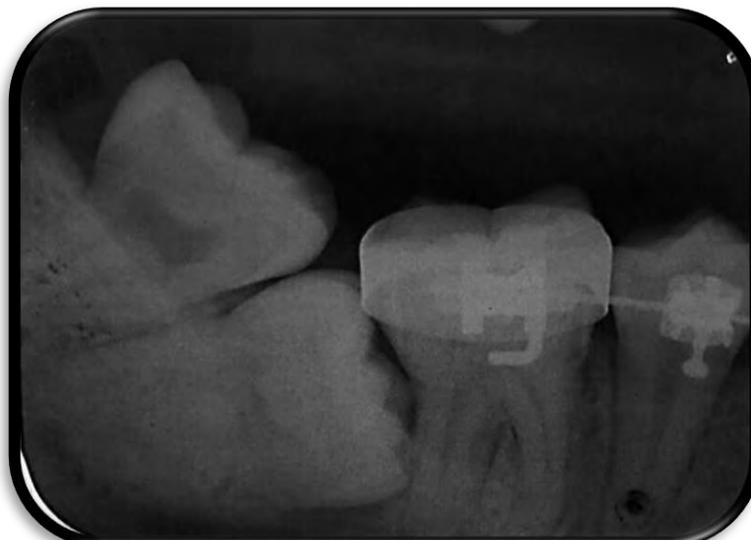


Figura 28. Radiografía periapical. Fuente propia.

## 4.2 FASE PREQUIRÚRGICA

### PLAN DE TRATAMIENTO

Regeneración ósea guiada con malla de titanio tras la extracción quirúrgica del diente 47, con la finalidad de corregir la pérdida ósea vertical distal del diente 46 y la conservación del diente 48 para que posteriormente se realice el desplazamiento mediante tracción ortodóntica.

## 4.3 FASE QUIRÚRGICA

### ANESTESIA

Se anestesia nervio dental inferior con lidocaína al 2% con epinefrina y aguja corta, mediante la técnica Gow Gates. Figura 29

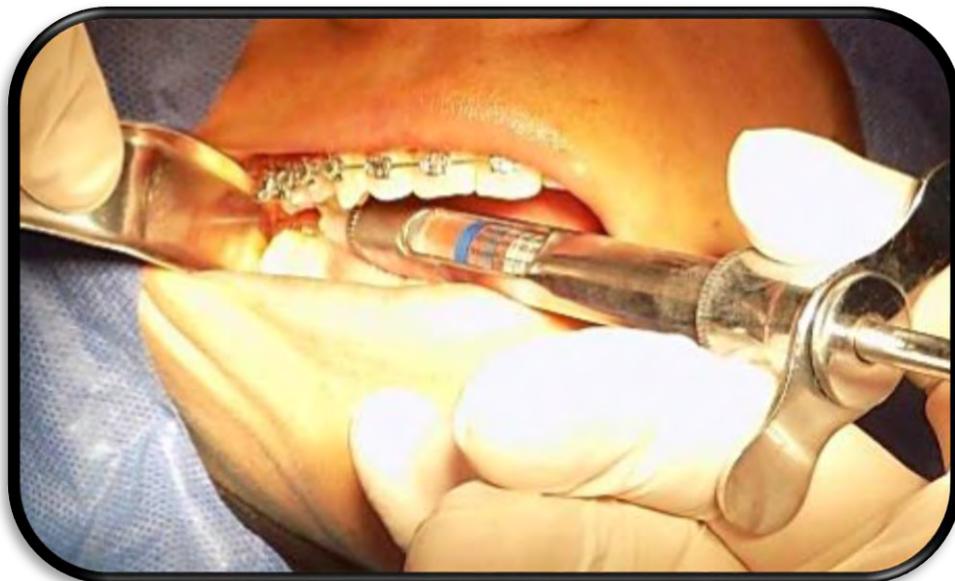


Figura 29. Anestesia del nervio dentario inferior. Fuente propia.

## COLGAJO

Se inicia procedimiento previa anestesia local, se incide con hoja de bisturí #15, se realiza incisión semi-Newman (Figura 30). Posteriormente con legra de Molt se comienza el despegamiento del colgajo mucoperióstico. Figura 31



Figura 30. Incisión vestibular.

Fuente propia.



Figura 31. Levantamiento de colgajo. Fuente propia.

## OSTEOTOMÍA

Para la osteotomía se utilizó micromotor con fresa troncocónica 703L, mientras se irriga con suero fisiológico para eliminar el hueso en vestibular y exponer la corona del diente 47. Figura 32

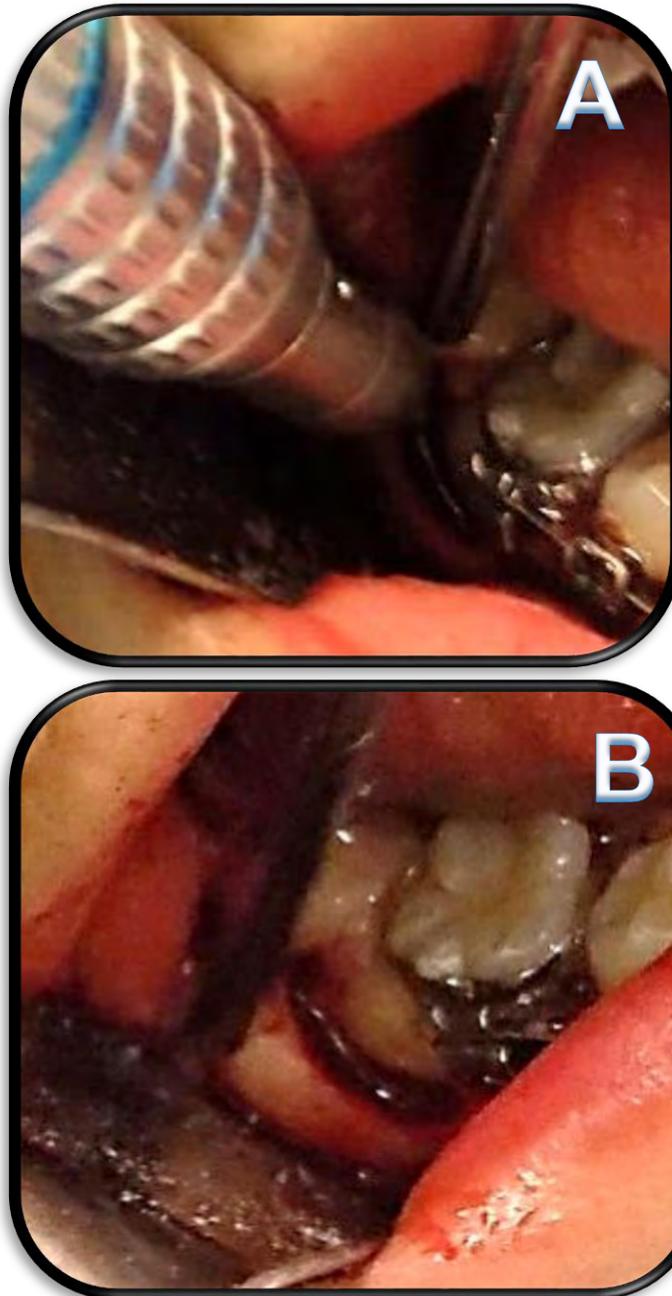


Figura 32. A) Osteotomía B) Visualización de la corona. Fuente propia.

## ODONTOSECCIÓN

La odontosección se utiliza para dividir el diente y conseguir la extracción eliminando la menor cantidad de hueso. Se divide el diente por su eje menor mediante una sección transversa para separar la corona de las raíces. Después se efectúa una segunda odontosección en el eje axial dental para seccionar las raíces y se extraen mediante elevadores rectos. Figura 33

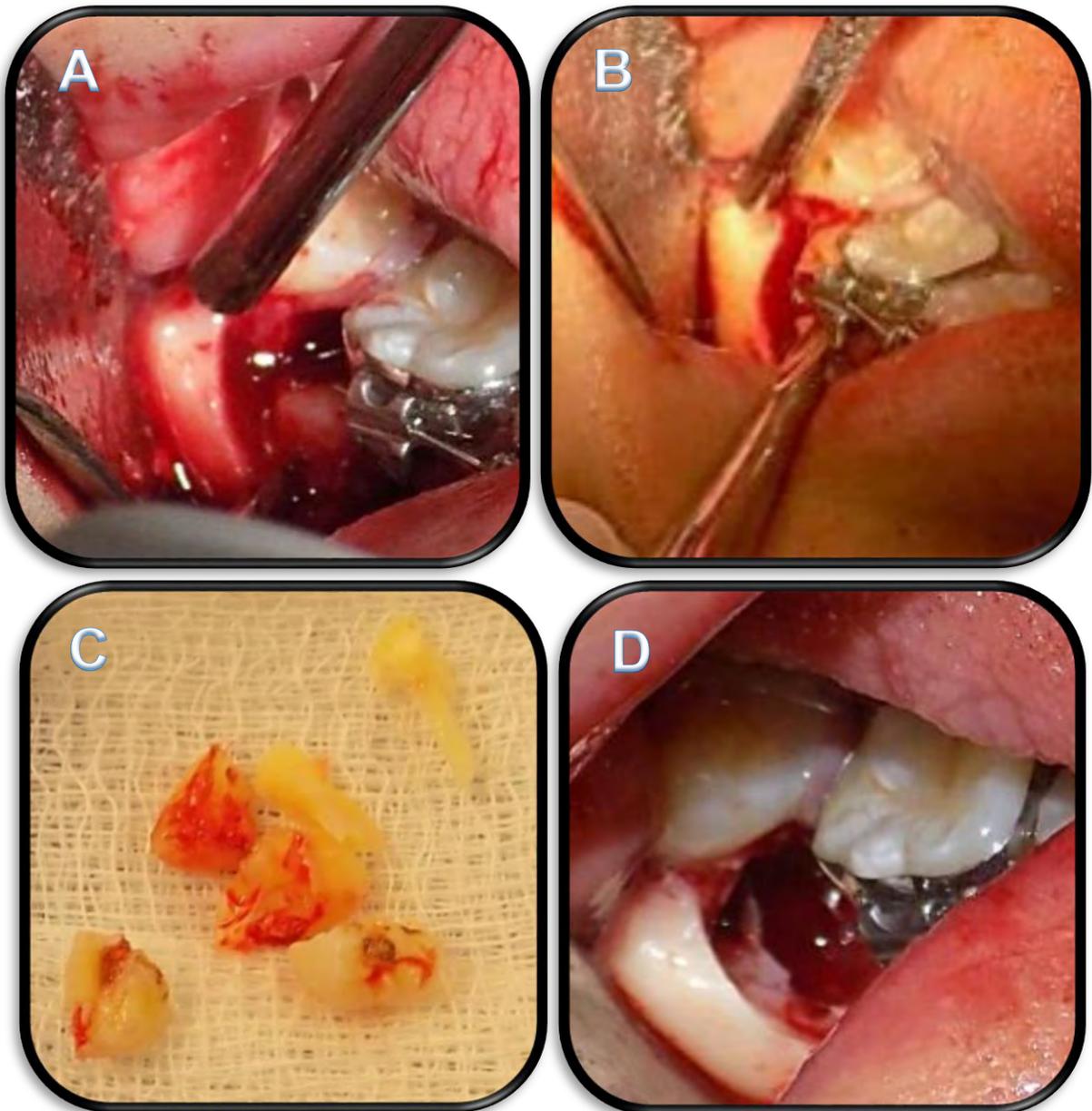


Figura 33. A) Odontosección, B) Extracción, c) Fragmentos del diente 47, D) Zona postextracción. Fuente propia.

## COLOCACIÓN DEL INJERTO

Se colocó en el defecto óseo hueso bovino, previamente se hidrato con sangre de la paciente y se incorporaron partículas de hueso autólogo. Figura 34

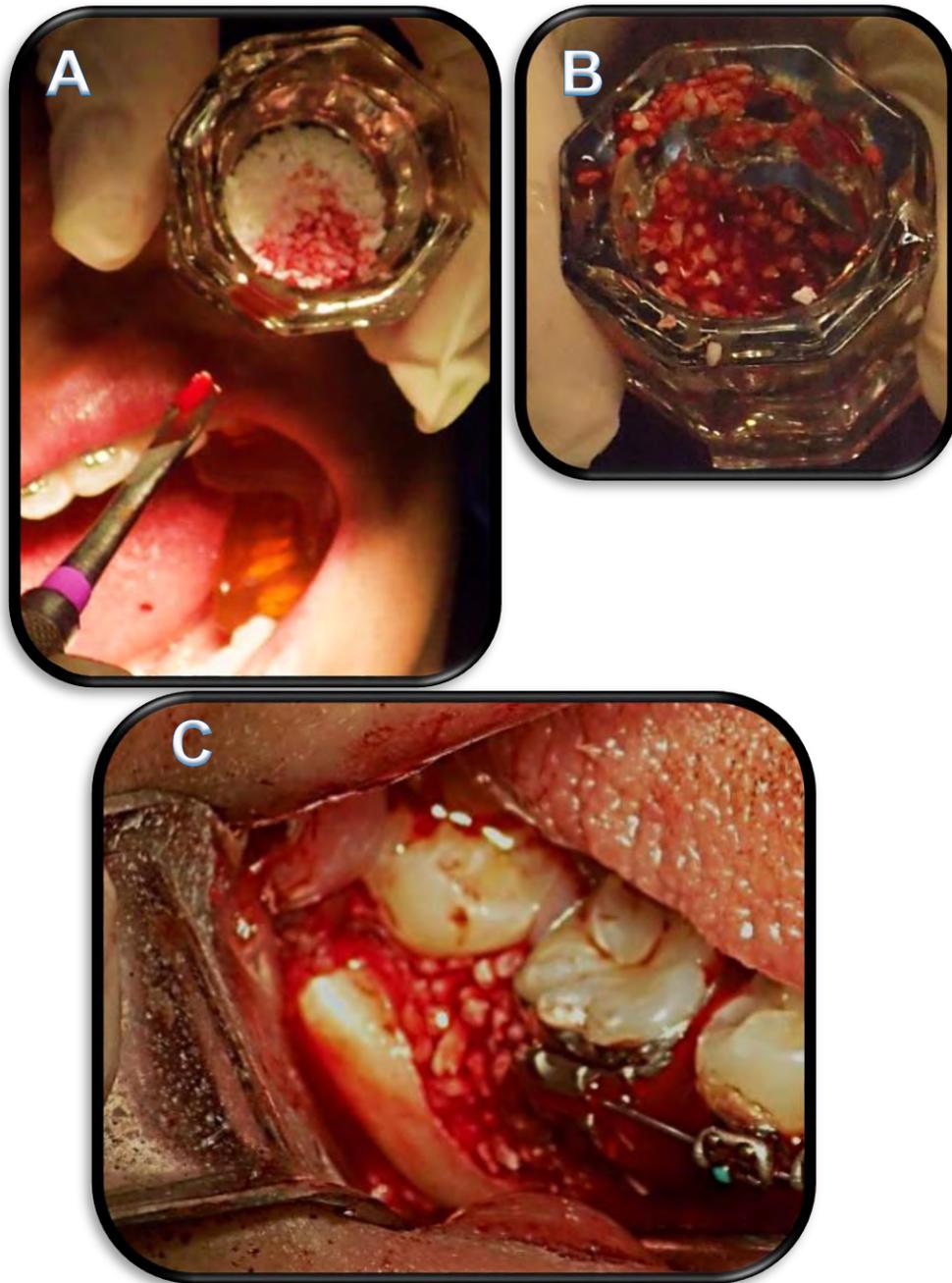


Figura 34. A) Injerto óseo B) Preparación del injerto óseo C) Injerto óseo en el defecto. Fuente propia.

## MALLA DE TITANIO

Se emplea una malla de titanio de 2.0 mm de grosor, previamente se contornea para adaptarla sobre el hueso. La fijación e inmovilización del material se obtiene colocando tornillos de 1.5 x 5.0 mm monocorticales.

Figura 35

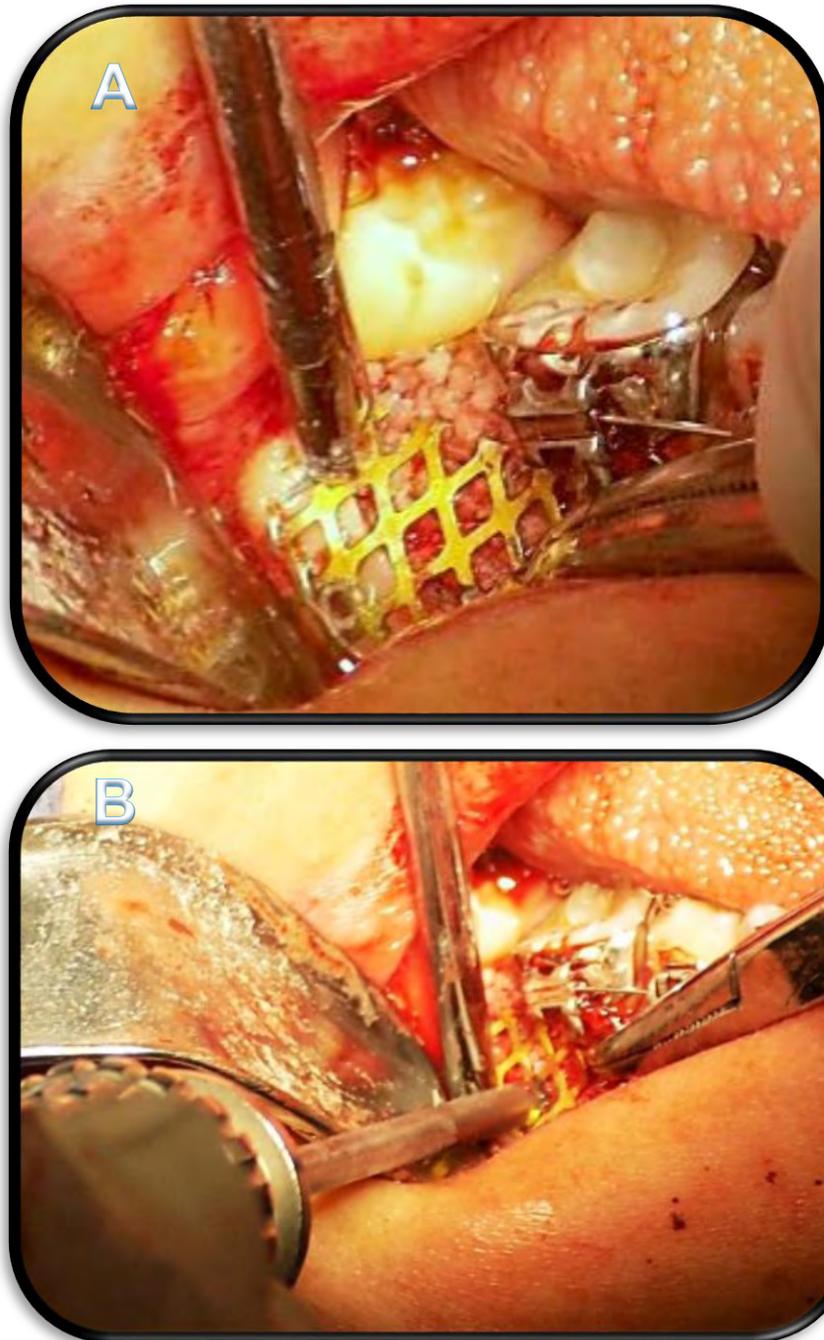


Figura 35 A) Colocación y B) fijación de la malla de titanio. Fuente propia.

## COLOCACIÓN DE MEMBRANA DE COLÁGENO

Se sitúa una membrana reabsorbible de colágeno sobre la malla de titanio, para disminuir el paso de fibroblastos gingivales en el defecto injertado.

Figura 36

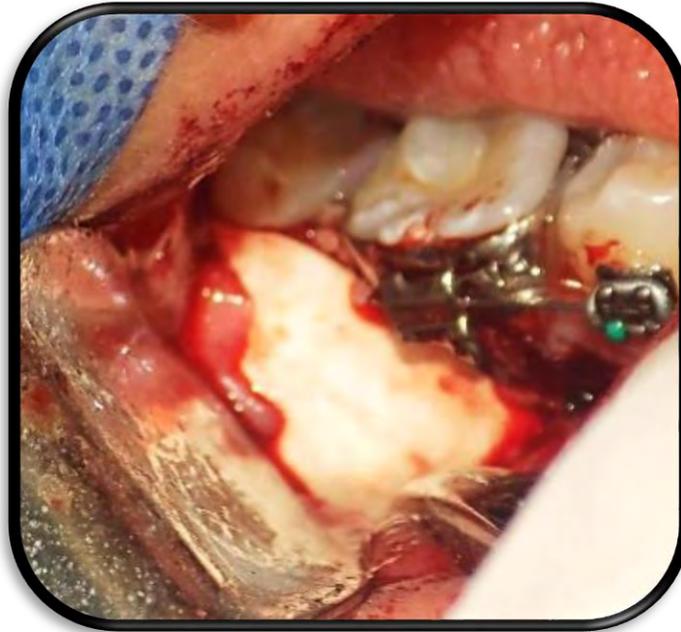


Figura 36. Colocación de membrana de colágeno. Fuente propia

## SUTURA

Se realiza técnica de puntos simples con sutura de seda 4-0. Figura 37



Figura 37. Sutura. Fuente propia.

## 4.4 FASE POSTQUIRÚRGICA

Se cita a la paciente a revisión a los 7 días después de realizado el procedimiento quirúrgico, paciente no refiere ninguna molestia.

A la exploración intraoral se observa adecuada evolución en su cicatrización. Se le recomienda que use el de gel de clorhexidina al 0.5% durante 2 semanas en la zona tratada.

Se le dan citas de control cada semana durante un mes y posteriormente serán cada mes, para verificar la evolución de la regeneración ósea. Figuras 38 y 39



Figura 38. Revisión a los 15 días de la cirugía. A) Fotografía oclusal B) Radiografía periapical C) Fotografía lateral. Fuente propia.

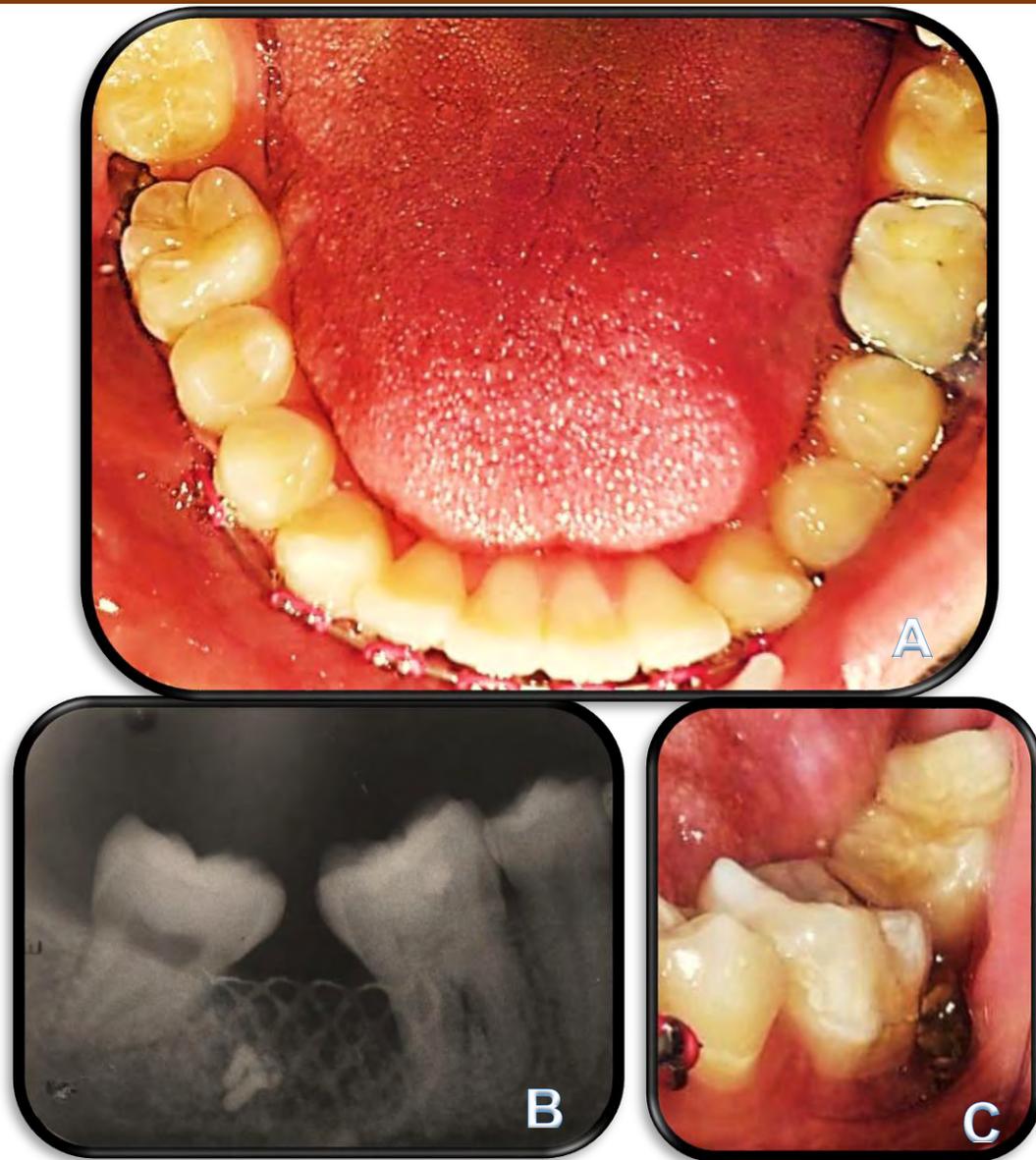


Figura 39. Revisión a los 28 días de la cirugía. A) Fotografía oclusal B) Radiografía periapical C) Fotografía lateral. Fuente propia.

## 5. RESULTADOS

Paciente presenta adecuada cicatrización y regeneración ósea, diente 46 no presenta movilidad. Se continuará con control clínico y radiográfico hasta el retiro de la malla de titanio.



## 6. DISCUSIÓN

La impactación se define como un diente retenido debido a un obstáculo en el camino de la erupción o por la posición ectópica del germen del diente. <sup>14</sup>

El segundo molar impactado generalmente es asintomático, por lo cual se diagnostica a menudo durante el tratamiento de ortodoncia. La prevalencia de los segundos molares impactados es reducida. Berten y Cieszynki citan, que presenta una frecuencia de retención dentaria de 0.5%. Magnusson y Kjellberg, refieren un porcentaje entre 0 -2,3%, con una variación de edad de 9 a 26 años cuando fueron diagnosticados. Hernández encontró una incidencia de retención del segundo molar en radiografías panorámicas de un 0.03 hasta 0.04% y siendo total de 0.21 % de todos los dientes retenidos. Sawicka et al, asimismo en radiografías panorámicas encontró una incidencia de segundos molares impactados de un 0.03% a 0.04% de todos los dientes afectados. Es más frecuente observar la retención en la mandíbula, siendo en su mayoría unilaterales y posicionados con una angulación mesial según la clasificación de Winter. <sup>10, 15, 16,17</sup>

Las indicaciones para la exodoncia mencionados en la literatura, son el riesgo de reabsorción de los dientes vecinos, caries y problemas periodontales, quistes foliculares, maloclusión, Pericoronitis, indicación ortodóntica, cirugía ortognática, fractura, germenectomía y dolor. <sup>16, 18</sup>

De acuerdo con la clasificación de Andreasen y Kuroi, la ausencia de erupción del segundo molar podría ser causada por 3 eventos: impactación, retención primaria y retención secundaria. <sup>19</sup>

La impactación del segundo molar se determina normalmente por un obstáculo físico debido a la falta de espacio, odontomas, dientes supernumerarios, tumores odontogénicos, fibromatosis de células gigantes en la línea de erupción, una vía de erupción ectópica y la colisión entre los



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



folículos de los segundos y terceros molares. Sin embargo, el tercer molar no puede ser considerado como una causa de su impactación, ya que no está involucrado en el tiempo o en la vía de la erupción del segundo molar inferior. García-Calderón et al indica que extraer el tercer molar no conduce a la correcta erupción de un segundo molar retenido. <sup>19</sup>

La retención primaria se define como la impactación sin un obstáculo en la trayectoria de la erupción o posición ectópica del germen del diente antes de su erupción, se puede observar en pacientes afectados por síndromes con una actividad osteoclástica comprometida, por lo general es debido a causas desconocidas; y la retención secundaria se define como erupción detenida sin un obstáculo, después de la fase eruptiva, se determina por anquilosis, especialmente en la zona interradicular. <sup>19, 20</sup>

También la etiología puede ser por factores locales tales como la falta de espacio debido al déficit de la longitud de la arcada, la morfología craneofacial y de la desviación en la dentición, o trastornos en la membrana periodontal y la interrupción de la inervación. Chiapasco agrega entre los factores locales la extracción prematura de dientes deciduos, caries en piezas temporales, malposición primaria del germen dentario y alteración del folículo. Asimismo, López explica que existe un compromiso de espacio reducido por tratamiento ortodóntico, que ocasiona un cierre del espacio donde tiene que erupcionar el segundo molar. Las enfermedades sistémicas relacionadas con el fracaso generalizado de la erupción se consideran factores etiológicos de acuerdo con Suri et al., la herencia también se menciona como un factor etiológico. En este caso la etiología es por déficit de la longitud de la arcada, ya que paciente niega haber sufrido algún traumatismo. <sup>1, 10, 18</sup>

Se pueden proponer diferentes enfoques terapéuticos para el segundo molar impactado: la extirpación quirúrgica del tercer molar, la exposición



## REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



quirúrgica del segundo molar y la colocación de los botones de ortodoncia para la tracción y para forzar su correcta erupción; la extirpación quirúrgica del tercer molar y el trasplante del segundo molar en una posición correcta; la extirpación quirúrgica del segundo molar y la sustitución del tercer molar en una posición correcta; y la extracción quirúrgica de ambos dientes.<sup>19</sup>

La opción terapéutica más exitosa es el desplazamiento del diente mediante el botón quirúrgico de ortodoncia, en este caso fue excluido debido a la falta de hueso de soporte. Además, el arco de rotación en el reposicionamiento debe ser menor de 90 grados, al aumentar, disminuyen las posibilidades de revascularización de la pulpa posquirúrgica. Por lo tanto, Vedtofte et al., y Magnusson y Kjellberg indican, que es importante diagnosticar oportunamente la erupción del segundo molar inferior permanente, ya que el tratamiento de ortodoncia en una etapa tardía es complicado y presenta problemas clínicos.<sup>19</sup>

Otra alternativa era el trasplante o la reubicación quirúrgica del diente en mal posición, estas opciones no eran viables debido a la falta de hueso de soporte y que los dientes afectados presentaban los ápices cerrados, se predice un mayor éxito cuando las raíces aún están en apicoformación. Estas alternativas aportan también un mayor riesgo de complicaciones, como la necrosis pulpar, la anquilosis o la reabsorción de la raíz.<sup>19, 20</sup>

La extracción del segundo molar impactado para que el tercer molar ocupe su ubicación tiene algunas desventajas debido al largo intervalo de tiempo, entre la extracción del segundo molar y el desplazamiento del tercer molar a una posición adecuada después de la regeneración ósea. Existe el riesgo de la extrusión del antagonista. En este caso se consideró como la mejor alternativa, el diente 47 no era factible su reposición con ortodoncia y el diente 48 presenta una ligera angulación mesial, que permite desplazarlo y



## REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



también evita la extrusión del antagonista, previamente realizando la regeneración ósea. <sup>17, 20</sup>

El uso de la malla de titanio en la ROG ha sido ampliamente utilizada para la reconstrucción de defectos orales y maxilofaciales. Es un material biocompatible que posee la suficiente rigidez para mantener el espacio injertado durante el tiempo necesario. Gyu-Un Jung et al., menciona que la rigidez de la malla de titanio es ideal para el aumento vertical y horizontal. Varios estudios han demostrado que la malla de titanio es compatible con el espacio injertado y previene el colapso de los tejidos blandos mejor que una membrana de e-PTFE. Algunas membranas de colágeno reticulado poseen cierta rigidez, la desventaja es que sólo protegen el espacio injertado al comienzo de la regeneración y pierden gradualmente su rigidez. Marco et al, expone que las membranas no reabsorbibles se utilizan para proporcionar la forma y para mantener espacio sobre el defecto durante un corto período de tiempo. Se ha demostrado que el aumento de hueso es máximo cuando la membrana se mantiene en su lugar durante todo el período de cicatrización. Las membranas no reabsorbibles de titanio reforzado conservan su forma tridimensional con una altura y anchura específica, pero con esta técnica hay un elevado riesgo de dehiscencia de la mucosa después de la operación, ya que impiden el establecimiento de un suministro vascular adecuado. Simion et al. , en un estudio clínico e histológico en seres humanos, demostraron que el uso de membranas de e-PTFE de titanio reforzado para aumento vertical del reborde resultó en una regeneración ósea incompleta debajo de la membrana. <sup>12,15</sup>

Una ventaja de la malla de titanio es que tiene la capacidad de regenerar los defectos en el hueso creados por traumatismos, resecciones tumorales, atrofia fisiológica y patología de origen dental u óseo, así como de crear un aumento deseado de la cresta tanto horizontal como vertical para la colocación de implantes o la restauración bucal. Louis et al, describe un



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



aumento de altura promedio de 13.7 mm en la restauración del reborde vertical, con un tiempo medio de cicatrización entre la colocación del injerto óseo y la retirada de la malla de 6 a 9 meses. Boyne et al, relaciona que en el uso de malla de titanio se produjo una reabsorción del 10 al 20%, menor que si el injerto de hueso si hubiera colocado sin una membrana de barrera, demostrando tener un 70% de la resorción después de 6 años de seguimiento con ambas técnicas. La rigidez de la malla de titanio permite que mantenga su forma, al ser no reabsorbible permanecerá durante toda la fase de curación del injerto óseo. Esto es importante en la prevención de la resorción del injerto durante la fase de curación. <sup>1, 13, 16</sup>

Una característica importante de la malla de titanio es que adopta una forma tridimensional sin bloquear el suministro de sangre de la médula y los lados de la mucosa por la presencia de poros, que además permite el intercambio metabólico y aumenta la regeneración mediante la estabilidad, permitiendo la difusión de nutrientes extracelulares a través del material. Celletti et al, alude que a las tres semanas las membranas que utilizo se expusieron ligeramente, probablemente debido al hecho de que se utilizó una membrana sin poros. Confirmando el hecho, Gutta et al, demostró que las membranas porosas facilitan una mayor regeneración ósea en comparación con las membranas reabsorbibles. Una consideración esencial es que existe una proporción entre el tamaño de los poros de la malla, Jung G et al, explica que si aumenta el tamaño también lo hace la capacidad de regeneración. Existe controversia de que al incrementar el tamaño las células epiteliales y bacterias podrían infiltrarse, sin embargo es más importante el mantenimiento del espacio y la oclusividad en la regeneración ósea. Gyu-Un Jung et al, en su estudio demostró que, la malla de titanio con poros grandes demuestra mayor formación ósea y la fijación del tejido más ligera se realiza con un material con poros pequeños. <sup>7, 12, 14, 15</sup>



## REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



Aunque la arquitectura de los poros favorece la regeneración, también se deben tener en cuenta otros factores como la fijación de los tejidos blandos en la malla de titanio, ya que debe restringir la migración de células epiteliales. La desventaja es que al fijarse los tejidos blandos, la eliminación del material en la segunda cirugía es difícil. Yunia et al, expone que cuando el poro del material es más grande, se posibilita la contaminación y por lo tanto se complica la extirpación quirúrgica debido al exceso de crecimiento de tejido blando. Gyu-Un Jung et al, demostró que las mallas de titanio eran fácilmente removibles ya que tienden a tener una formación de tejido fibroso menos adhesivo. Soria e Higashida, mencionan que la superficie lisa de la malla de titanio hace que sea menos susceptible a la contaminación bacteriana, comparada con las membranas reabsorbibles que son porosas.<sup>7, 15, 21</sup>

En lo que respecta al espesor, Rocuzzo et al, observa que el grosor de 2 mm representa el equilibrio adecuado entre la rigidez necesaria para el apoyo del colgajo y la protección del injerto como de la flexibilidad, permitiendo reducir el riesgo de perforación de la mucosa y la dehiscencia de los tejidos blandos.<sup>12</sup>

Las propiedades mencionadas de la malla de titanio también favorecen la formación de una capa de pseudoperiostio que tiene la capacidad osteoprogenitora, ya que es rica en componentes celulares, incluyendo los osteoblastos. Se ha especulado que contiene numerosos pericitos dentro de la abundante vasculatura que son la fuente de células osteoprogenitoras. Hyun-Chang Lim et al afirma, que el pseudoperiostio potencia la curación, en las secciones histológicas encontró una capa de tejido blando densa a través de los poros, y no observó la mineralización de esta capa. Boyle et al, la denominó "pseudoperiostio" y refiere que este tiene potencial para formar hueso. Periklis Proussaefs indico, también la presencia de esta capa y declara que la zona injertada tenía una consistencia de tipo II



## REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



a IV. Por lo tanto, la malla de titanio es una herramienta para mantener el potencial osteogénico del periostio en el sitio donde se requiere la regeneración. Sin embargo algunos autores sugieren que se requiere un material con propiedades oclusivas, debido a que la malla de titanio es insuficiente para mantener el coágulo por la presencia de poros. Asimismo, la formación del pseudoperiostio previene la infección del injerto y la resorción de manera que su formación podría proteger el injerto y ayudar a la curación segunda intención en el caso de una exposición. Sudhindra Kulkarni et al., también observó la formación de este pseudoperiostio alrededor de la malla e indicó su acción como una barrera protectora, también menciona que al usar membrana reabsorbible se elimina la formación de esta capa. El pseudoperiostio se forma de 2 a 6 semanas para formarse por lo tanto, es importante no irritar la herida durante el período de cicatrización temprana, cuando se utiliza una malla de titanio. <sup>22, 23, 24</sup>

Una complicación relacionada con la malla de titanio es el alto riesgo de exposición de la mucosa tras una irritación repetida. Louis et al informó, un porcentaje de exposición de un 52% en el maxilar y en la mandíbula un rango de 43% a 55%. Asimismo Von Arx, en su estudio manifiesta la exposición de la malla en el 50% de sus casos. A pesar de la probabilidad de exposición, no se refiere infección. Esto ofrece una ventaja en comparación con las barreras de membrana no reabsorbibles, que derivan en infección cuando se exponen. <sup>15, 24</sup>

Para la adaptación de la malla al defecto óseo, previamente se necesita ser cortada y flexionada lo que provoca que se produzcan bordes afilados debido a la manipulación. Jung G et al explica, que se ha desarrollado una malla de titanio preformada con una arquitectura de bordes romos y redondos para evitar la irritación de la mucosa. Esta alternativa es ideal porque no se necesita cortar o flexionar el material, además de que acorta el tiempo quirúrgico. <sup>7, 15</sup>



## REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



La exposición del material no afecta el resultado final en la regeneración. Este hallazgo está de acuerdo con el estudio de Maiorana et al. , en el que la exposición condujo a la reabsorción temprana del injerto en el área expuesta de alrededor de 15% a 25%, pero no causó ningún tipo de complicaciones significativas o interfirió con el aumento de la cresta. Louis et al, demostró que a pesar de la exposición de la membrana en el 52% de los pacientes tratados, sólo un paciente tuvo fracaso del injerto. Este resultado es confirmado por un estudio desarrollado por Buser et al. , en el que comparó las barreras de membrana no reabsorbible de e-PTFE, que al exponerse, como resultado de la infección comprometen el resultado de regeneración del tratamiento, ya que la exposición no se cura espontáneamente, en contraste con la malla de titanio donde no se afectó el resultado final. No obstante Gyu-Un Jung et al, expone que la calidad del hueso durante la regeneración ósea se vea afectada adversamente. <sup>12, 15</sup>

En comparación con otras membranas, la malla de titanio por su biocompatibilidad tiene menos dehiscencias, esta afirmación es demostrada por Marco et al, que relaciona una dehiscencia de la mucosa mayor en membranas no reabsorbibles de titanio reforzado que en los casos donde se utiliza la malla de titanio. Igualmente Su et al, encontró una menor tasa de exposición con la malla en comparación con las membranas de e-PTFE. <sup>12</sup>

Al existir una exposición de la malla de titanio, se recomienda llevar a cabo un protocolo que induzca el cierre por segunda intención hasta que se retire la malla. Gyu-Un Jung et al, empleo como tratamiento irrigar con clorhexidina al 0.12%, sin reportar signos de infección o supuración en el tejido blando alrededor de la zona expuesta. También Periklis Proussaefs asignó instrucciones de higiene oral que incluyen cepillar suavemente la malla expuesta con un cepillo de dientes extremo-T. Los pacientes no informaron ningún dolor o molestia en la zona injertada, así como tampoco se observó ningún signo clínico de inflamación o infección. Funato et al, en



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



los casos con pequeñas áreas de dehiscencia de tejidos blandos sin signos de infección, procedió a irrigar la región con minociclina una vez por semana.

15, 24, 25

En este caso clínico se agregó el uso de una membrana de colágeno, ya que complementa la función oclusiva de malla de titanio e impide la invasión del tejido blando. Funato et al, expone que la combinación con una membrana de colágeno proporciona una excelente biocompatibilidad, confiere una resistencia a la infección y un período prolongado de biosorción que permite una mayor regeneración. Tiene la ventaja que cubre y evita la dehiscencia de la herida. Además, evita la invasión de tejido blando en la región injertada y la pérdida del injerto óseo; mientras permite la entrada de factores de crecimiento exógenos, a través de los poros de malla de titanio, los cuales desempeña un papel importante en la herida y en los procesos de reparación, tales como proliferación celular, quimiotaxis y la síntesis de la matriz. Lim et al, indica que la adición de una membrana reabsorbible es benéfica; al utilizarse en combinación se observa un relleno óseo completo, ya que evita que el tejido blando se infiltre a través de sus poros antes de que el hueso pueda regenerarse. <sup>22, 25</sup>

En relación con la resorción en diversos estudios se ha demostrado que se utilice o no una membrana reabsorbible, existe una cierta cantidad de reabsorción del injerto, lo que requiere para la remodelación del hueso, así lo señala Proussaefs y Lozada. Igualmente Sudhindra Kulkarni et al, observó que había poca reabsorción del injerto debido al uso de la membrana, una razón que también asocia es la fijación sin usar tornillos para sostener el injerto, ya que se evita el trauma adicional causado por la perforación; Sin embargo, se necesitan más estudios para establecer este hallazgo como un hecho. <sup>23</sup>



## 7. CONCLUSIONES

El concepto de regeneración ósea guiada para la reconstrucción de defectos de la cresta alveolar antes de la rehabilitación bucal, se ha desarrollado para optimizar las alternativas de tratamiento. La investigación y estudios clínicos nos ayudan a elegir una membrana según el tipo de resultado que se desee obtener. Las membranas ofrecen tanto ventajas como desventajas, por ello debe seleccionarse con base en un conocimiento profundo de los beneficios y limitaciones inherentes de los materiales en relación con los requisitos funcionales para la aplicación clínica.

La malla de titanio ofrece una excelente solución para la regeneración ósea guiada en aplicaciones dentales con respecto a otros tipos de membranas. Los estudios clínicos preliminares han demostrado también su naturaleza predecible tanto en el aumento óseo horizontal y vertical. Sin embargo, los ajustes necesarios en el tamaño de los poros y la disminución de la exposición en la malla de titanio deben mejorar para obtener una mayor eficacia en aplicaciones dentales.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lindhe J, Lang N, Karring T. Periodontología clínica e implantología odontológica. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2005. Pp. 86-95.
2. Mitchell R, Kumar V, Abbas A, Fausto N, Aster J. Compendio de Robbins y Cotran. Patología estructural y funcional. London: Elsevier Health Sciences Spain; 2012. Pp. 1180-1183.
3. Tortolini P, Rubio S. Diferentes alternativas de rellenos óseos. Avances en Periodoncia. 2012; 24(3):133-138.
4. Lindhe J, Lang N, Karring T. Periodontología clínica e implantología odontológica. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2005. Pp. 1083-1088.
5. Newman, Takei, Carranza. Periodontología clínica. 9na edición. Editorial interamericana. Pp. 553-557, 972-980, 1134-1136.
6. Navarro Vila, García Marín, Ochandiano Caicoya. Tratado de cirugía oral y maxilofacial. Tomo I. 2º edición. S.A. Aran ediciones. 2009. Pp. 15-24, 254-267, 273-281, 324-338.
7. Rakhmatia Y, Ayukawa Y, Furuhashi A, Koyano K. Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. Journal of Prosthodontic Research. 2013; 57(1):3-14.
8. Gartner L, Hiatt J, Araiza M, Sepúlveda Saavedra J. Texto atlas de histología. México, Madrid: McGraw Hill Interamericana; 2008. Pp. 136-153.
9. Lars Andersson, Karl-Erik Kahnberg. Tratado de cirugía oral maxilofacial y prótesis para tejidos blandos. Volumen 1. Amolca. 2015. 357-365, 425-427.
10. López Davis A, Martín-Granizo López R. Cirugía oral y maxilofacial. Madrid, etc.: Médica Panamericana; 2011. Pp. 127-130.



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



11. Romanelli H, Adams Pérez E. Fundamentos de cirugía periodontal. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 2004. Pp. 212-217, 241-254.
12. Marco C, Pier P. P, Mario B, Carlo M. Alveolar Ridge Augmentation with Titanium Mesh. A Retrospective Clinical Study. TODENTJ. 2014; 8(1):148-158.
13. Louis P. Vertical Ridge Augmentation Using Titanium Mesh. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America. 2010; 22(3):353-368.
14. Her S, Kang T, Fien M. Titanium Mesh as an Alternative to a Membrane for Ridge Augmentation. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2012; 70(4):803-810.
15. Jung G, Jeon J, Hwang K, Park C. Preliminary evaluation of a three-dimensional, customized, and preformed titanium mesh in peri-implant alveolar bone regeneration. Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2014; 40(4):181.
16. Louis P, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci A. Reconstruction of the Maxilla and Mandible with Particulate Bone Graft and Titanium Mesh for Implant Placement. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2008; 66(2):235-245.
17. Sawicka M, Racka-Pilszak B, Rosnowska-Mazurkiewicz A. Uprighting Partially Impacted Permanent Second Molars. The Angle Orthodontist. 2007; 77(1):148-154.
18. Chiapasco M, Accardi S, Santoro F, Vogel G. Tácticas y técnicas en cirugía oral. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica C. A., AMOLCA, 2010. Pp. 147-160.
19. Boffano P, Gallesio C, Bianchi F, Rocchia F. Surgical Extraction of Deeply Horizontally Impacted Mandibular Second and Third Molars. Journal of Craniofacial Surgery. 2010; 21(2):403-406.



# REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.



20. Magnusson C, Kjellberg H. Impaction and Retention of Second Molars: Diagnosis, Treatment and Outcome. *The Angle Orthodontist*. 2009; 79(3):422.
21. Soria D, Higashida C. Aumento de reborde con mallas de titanio para la rehabilitación con implantes utilizando un modelo estereolitográfico. *Revista Odontológica Mexicana*. 2016; 16(2):131-137.
22. Lim H, Lee J, Choi S, Jung U. The effect of overlaying titanium mesh with collagen membrane for ridge preservation. *J Periodontal Implant Sci*. 2015; 45(4):128.
23. Kulkarni S, Thakur S, Kamath S, Kumar S. Use of Titanium Mesh in Lieu of a Fixation Screw to Stabilize an Autogenous Block Graft: A Case Report. *Journal of Oral Implantology*. 2013; 39(2):193-197.
24. Proussaefs P, Lozada J. Use of Titanium Mesh for Staged Localized Alveolar Ridge Augmentation: Clinical and Histologic-Histomorphometric Evaluation. *Journal of Oral Implantology*. 2006; 32(5):237-247.
25. Hernández L. Segundo y tercer molar inferior izquierdo impactados. Presentación de un caso. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2013; 12:50-56.
26. Sonis A, Ackerman M. E-space preservation. *The Angle Orthodontist*. 2011; 81(6):1045-1049.
27. Deshmukh J, Deshpande S, Khatri R, Deshpande S, Deshpande S. Vertical and horizontal ridge augmentation in anterior maxilla using autograft, xenograft and titanium mesh with simultaneous placement of endosseous implants. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2014; 18(5):661.
28. Deatherage J. Bone Materials Available for Alveolar Grafting. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2010; 22(3):347-352.
29. Ugurlu F, Sener B, Dergin G, Garip H. Potential complications and precautions in vertical alveolar distraction osteogenesis: A



## REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA CON MALLA DE TITANIO. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO.

---



retrospective study of 40 patients. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2013; 41(7):569-573.

30. Gay Escoda C, Berini Aytés L, Lombardi A. Tratado de cirugía bucal. Madrid: Ergon; 2004. Pp. 341-353, 535-556.

31. Donado Rodríguez M, Blanco Samper S. Cirugía bucal. Barcelona [etc]: Masson; 2005.