



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

REGENERACIÓN ÓSEA DE ALVEOLOS POST
EXTRACCIÓN.

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:

JENNYFER BRIBIESCA PESKINA

TUTOR: Esp. ALEJANDRO ISRAEL GALICIA PARTIDA



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.



A mis padres Jaime y Soledad por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar, por su tiempo, preocupación, amor y paciencia; por el apoyo que me dieron, gracias a mi mamá por estar dispuesta a cumplir mis sueños y por siempre anhelar lo mejor para mi vida, gracias a mi papá por el apoyo incondicional y por cada palabra que ha guiado mi camino. GRACIAS por creer en mí.

A mi hijo Derek que estuvo desde el primer día que llegue a la Universidad por ser mi inspiración para ser mejor cada día, gracias por llegar a mi vida y darle un gran motivo, por permitirme aprender en ti, no tengo duda de que eres el mejor acompañante en este camino y espero ser un gran ejemplo en tu vida. Eres mi más grande amor y el motor de mi vida.

Gracias a Dios por permitirme disfrutar de mis abuelitos por poder compartir un logro con ellos porque sé cuánto anhelaron que llegaré este día, gracias por su amor, cariño y tiempo. Son una gran inspiración en mi vida.

Gracias a la vida por permitirme tener 2 hermanas de corazón y cumplir este sueño a lado de ellas Kat y Fer, gracias por darme el mayor tesoro que es su amistad y su tiempo, jamás hubiera sido lo mismo sin ustedes las amo.

Gracias a mis amigos y compañeros quienes compartieron su conocimiento, tiempo, alegrías y tristezas; gracias a esas personas que fueron parte de mi vida y estuvieron a mi lado para hacer realidad este sueño.

A mi universidad y a cada uno de mis profesores, gracias por abrirme las puertas de la mejor universidad y porque gracias a ustedes y sus enseñanzas he llegado al lugar donde me encuentro ahora, gracias a las ganas de transmitir sus conocimientos y su dedicación.

Gracias a mi tutor de tesina Esp. Alejandro I. Galicia por su tiempo y conocimiento para poder realizar este trabajo.



INDICE

1.Introducción	7
2.Objetivo	8
3. Antecedentes	9
4.Hueso alveolar	10
4.1 Composición.....	11
4.1.1 Células y matriz intercelular.....	12
4.1.2 Pared del alveolo.....	15
4.1.3 Periostio y endostio.....	15
4.1.4 Tabique interdental.....	16
4.2 Características anatómicas.....	17
4.3 Histogénesis.....	18
4.4Tipos de hueso.....	20
5. Regeneración y reparación ósea	21
5.1 Regeneración.....	21
5.2 Cicatrización ósea: fase precoz.....	22
5.3 Cicatrización ósea: fase tardía.....	23
5.4 Reparación ósea.....	24
5.5 Cicatrización de un alveolo dentario.....	24
5.6 Factores que alteran la cicatrización.....	26



6. Preservación del alveolo	28
6.1 Definición.....	28
6.2 Proceso biológico post extracción.....	29
6.3 Defectos en el alveolo post extracción.....	30
6.4 Objetivo de la técnica.....	31
6.5 Indicaciones.....	32
6.6 Técnica quirúrgica.....	34
6.7 Tapón de colágeno.....	36
7. Injertos óseos	37
7.1 Definición.....	37
7.2 Tipos de injertos.....	38
7.2.1 Según su origen.....	38
7.2.2 Según su estructura.....	39
7.3 Injertos autólogos.....	39
7.4 Xenoinjertos óseos.....	43
7.5 Aloinjertos óseos.....	44
7.6 Aloplásticos óseos.....	48



8. Membranas de barrera	50
8.1 Membranas absorbibles.....	50
8.2 Membranas no reabsorbibles.....	51
9. Proteínas morfogenéticas óseas (BMP)	52

Conclusiones

Referencias bibliográficas



INTRODUCCIÓN

El proceso alveolar es un tejido en el cual se encuentran los alveolos que son los que alojan a los dientes y este depende de la erupción de los ellos, al hacer la extracción de estos mismos el hueso tiende a reabsorberse debido a que ya no está haciendo su función principal de sostén.

Se constituyen por tablas corticales extremas que están formadas por hueso esponjoso en la porción central y compacta en sus alrededores, limitado a los alveolos dentarios por un hueso alveolar.

Se puede llegar a una extracción por diferentes causas, desde una caries que protésicamente no sea restaurable, enfermedad periodontal, un fracaso endodóntico, al realizar dicho procedimiento ocurre un proceso en el hueso de reabsorción y este nos puede llevar a tener problemas funcionales y estéticos al restaurar la zona, e incluso colocar algún tipo de implante.

Actualmente es un desafío para el odontólogo resolver un problema funcional y estético después de realizar una extracción sin realizar un procedimiento de preservación del alveolo, aunque la pérdida de hueso alveolar también se puede dar por algún traumatismo, patología, una infección ya sea aguda o crónica e incluso por enfermedad periodontal.

Para lograr una buena técnica de preservación del alveolo es importante tomar en cuenta los materiales que se van a usar, estos deben ser biocompatibles, deben regresar la función y la forma que se tenía previo



al procedimiento, así como también permitir que pueda soportar algún tipo de prótesis que se requiera.

Algunos autores mencionan que después de la extracción se pierde aproximadamente el 25% del hueso alveolar durante el primer año de la extracción y si no es rehabilitado puede perder con el tiempo hasta el 40-60% del volumen óseo durante los 3 primeros años.

La preservación del alveolo minimiza la pérdida ósea que se genera debido a la extracción dental, es importante que al realizar una extracción exista un plan de tratamiento para poder rehabilitar la zona y evitar la pérdida del volumen óseo.

Actualmente existen diferentes injertos y membranas con las cuales se puede devolver la forma, estructura y función del hueso alveolar, pero sobre todo genera un reto a la odontología el poder transmitir a los pacientes la importancia de preservar el alveolo después de realizar una extracción, ya sea para la rehabilitación protésica o para poder colocar un implante.



OBJETIVO

Analizar el proceso de regeneración ósea que ocurre en el alveolo dentario después de una extracción de manera natural y con ayuda de materiales biocompatibles.



3. ANTECEDENTES

El estudio de la reducción en el espesor del reborde alveolar no es un estudio reciente ya que desde la década de 1960 se habla de que la cicatrización se lleva a cabo en un periodo de 6 a 12 meses y existe una reducción en el reborde alveolar de hasta el 50% aproximadamente. ¹

Burchardt nos habla que en 1983 publicó la utilización de injertos óseos autólogos en la cirugía reconstructiva para mejorar la cicatrización en alveolos después de una extracción. ²

Así mismo en 1980 Branemark y Breiney describen la técnica para implantes dentales en la cual proponen la reconstrucción alveolar con regeneración ósea con el fin de aumentar el reborde alveolar y tener éxito en sus tratamientos de implantes dentales. ^{3, 4}

Jensen y cols. Hablan que en 1995 se utiliza una barrera o membrana que aumenta el éxito en la regeneración alveolar. ⁵

En 1999 se realiza un experimento por Gauthier y cols. Demostrando en un estudio experimental que fue realizado en perros de raza Beagle la eficacia en el mantenimiento de la cresta alveolar post extracción o en defectos periodontales. ⁶

En el 2003 Cardopolí estudia las fases de curación de un alveolo en un experimento realizado en perros. ⁷

Araujo en el 2008 utiliza el modelo del perro para estudiar la cicatrización de un alveolo pos extracción que fue injertado con BIO OSS colágeno y concluye que aproximadamente el 50% del volumen de tejido en los alveolos sin injertos estaban ocupados por médula ósea y los que estaban injertados



solo se ocupó el 25% por lo que concluye que el injerto pudo retrasar el proceso de curación.⁸

El desarrollo de la técnica de regeneración ósea guiada (ROG) se inició a finales de 1980 con una serie de estudios experimentales. La ROG se basa en el concepto de usar una membrana, reabsorbible o no, para estabilizar el coágulo sanguíneo y crear un espacio en el que las células procedentes de tejido óseo puedan crecer sin la interferencia de la rápida proliferación de las células del tejido blando.⁹

4. Hueso Alveolar

Se le llama así al proceso alveolar que es la porción maxilar y mandibular que forma y sostiene los alveolos dentarios.

Es una estructura que se forma cuando el diente erupciona y depende de que exista el órgano dental ya que es un sostén para el mismo y desaparece gradualmente cuando el diente es extraído.

Es una variedad del tejido conjuntivo especializado en el sostén y protección del órgano dental, ya que su matriz se encuentra calcificada le da dureza, resistencia y rigidez.

El hueso es un gran depósito de minerales, mayormente de calcio que es el ion vital y otros procesos metabólicos.¹⁰

Radiográficamente se observa una línea radiopaca que rodea a la raíz del diente por lo que también se le conoce como lámina dura.



Figura 1

4.1 Composición

El proceso alveolar se constituye por tablas corticales formadas de hueso laminar compacto, que tiene osteonas, también llamadas sistema de Havers, estas son más delgadas en el maxilar superior que en el inferior. La médula amarilla llena los espacios intertrabeculares del hueso esponjoso, y en ocasiones también se encuentra médula roja o hematopoyética, es rica en células adiposas.¹¹

El hueso alveolar es parte de los tejidos periodontales y forma la pared ósea de los alveolos. Se inicia a 2 mm de la unión cemento esmalte y termina en el ápice de los dientes. Está formado por células, una matriz extracelular, al igual que fibras y sustancia fundamental.¹⁰

Las cavidades de los huesos poseen la médula ósea que es un tejido en el cual se originan las células sanguíneas.



La parte orgánica del hueso alveolar se encuentra constituida un 95% por un componente fibrilar donde predomina la colágena tipo I Y III, y el 5% restante está formado por un componente no fibrilar de proteínas no colagenosas y moléculas regulatorias.¹¹

4.1.1 Células y matriz intercelular

El hueso alveolar se forma durante la vida fetal mediante la osificación membranosa y consta de una matriz calcificada con osteocitos encerrados dentro de espacios llamados lagunas. Los osteocitos emiten prolongaciones hacia los canalículos que se irradian desde las lagunas. Los canalículos forman un sistema de anastomosis por medio de la matriz intercelular del hueso, que lleva oxígeno y nutrientes a los osteocitos a través de la sangre.¹⁰

El crecimiento óseo se da por aposición de una matriz orgánica depositada por los osteoblastos.

El hueso está integrado por dos tercios de materia inorgánica y un tercio de matriz orgánica. La porción inorgánica está compuesta de manera primordial por fosfato y calcio, junto con hidroxilo, carbonatos, citrato y vestigios de otros iones como sodio, magnesio y flúor.

Las células del tejido óseo tienen origen mesenquimático y las relacionadas con la formación y el mantenimiento del hueso con las células osteoprogenitoras, los osteoblastos, los osteocitos y las células de la superficie.¹¹

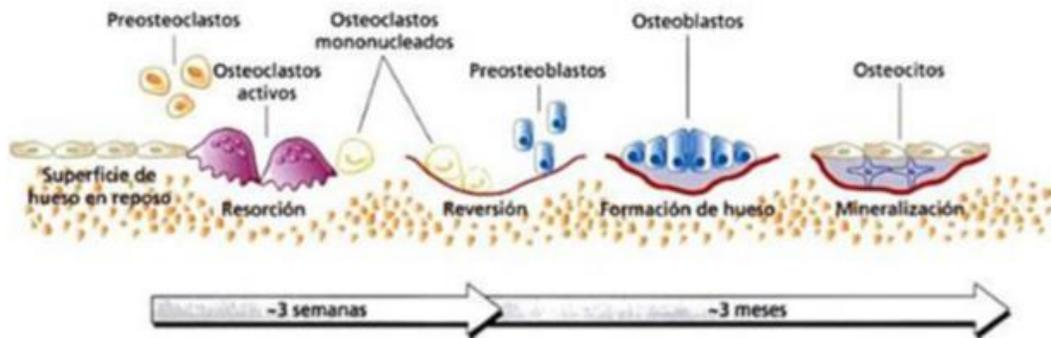


Figura 2

1. Osteoblastos

Los osteoblastos son células que producen la matriz orgánica del hueso. Se originan a partir de células mesenquimatosas y monocitos sanguíneos, primero se diferencian en células pre-osteoblásticas y luego en osteoblastos.^{10,11}

Son células metabólicamente activas que se sitúan en la superficie ósea para formar hueso. Derivan de células pluripotenciales de origen mesenquimatoso. Durante la formación de hueso, la remodelación o su reparación, producirán factores de señalización solubles (BMP'S) y la parte orgánica de la matriz que es llamada osteoide y posteriormente se mineraliza.

Los osteoblastos se encuentran en el endostio del hueso alveolar y en el ligamento periodontal en la superficie externa del alveolo.¹⁰



Los osteoblastos poseen receptores para la paratohormona que inducen a liberar un factor estimulante de los osteoclastos y son activados para producir resorción ósea.¹²

La vida media de los osteoblastos humanos es de 1 a 10 semanas y desaparecen por apoptosis, excepto un 15 % que llega a ser osteocitos.

2.Osteocitos

Son células más pequeñas, son osteoblastos que han quedado incluidos en la matriz al mineralizarse, con un núcleo que ocupa la mayor parte de la célula, representan el 95% de las células del tejido óseo. Poseen una forma estrellada y su cuerpo se sitúa en el interior de unas cavidades llamadas osteocitos.¹⁰

Los osteocitos emiten prolongaciones citoplasmáticas dentro de canalículos que se irradian desde las lagunas, comunicándose entre sí y con los osteoblastos. Se encargan de mantener el nivel de minerales dentro del hueso. ¹²

Son células relativamente inactivas pero su actividad metabólica es crucial para la viabilidad ósea y así poder mantener el cuerpo en homeostasis. Pueden vivir muchos años, incluso décadas.

3. Osteoclastos

Los osteoclastos son las células que participan en la resorción ósea, son de carácter fágico pertenecen al sistema macrófago, están situadas en la superficie donde se produce la reabsorción ósea y participa en el proceso de remodelación ósea, liberando iones, fosfato y calcio.¹³



Son células gigantes multinucleadas, que se originan de los monocitos de la línea mieloide de la médula ósea y de células mesenquimales y tienen la capacidad específica de degradar los componentes orgánicos e inorgánicos del hueso.¹²

4.1.2 Pared del alveolo

La pared del alveolo consta de hueso laminar denso parte de el contiene una organización en sistemas haversianos, y hueso fascicular. Hueso fascicular es el término que se da al hueso adyacente al ligamento periodontal que contiene un gran número de fibras Sharpey.

La porción esponjosa del hueso alveolar consta de trabéculas que rodean espacios medulares de forma irregular revestidos por una capa de células endostáticas delgadas y planas.

El hueso esponjoso se encuentra de manera predominante en los espacios interradiculares e interdentes y en cantidades limitadas en vestibular y lingual, excepto en el paladar.

4.1.3 Periostio y endostio

Al tejido que cubre la parte externa del hueso se le denomina periostio, mientras que el tejido que recubre las cavidades óseas internas se llama endostio.

El periostio consta de una capa interna compuesta por osteoblastos rodeada de células osteoprogenitoras, que tienen la capacidad de diferenciarse en osteoblastos y una capa externa rica en vasos sanguíneos y nervios que está compuesto por fibras de colágeno y fibroblastos.^{12, 13}

Los vasos sanguíneos del periostio penetran en el hueso a través de los conductos de Volkman.¹⁰

El endostio está compuesto por una sola capa de osteoblastos y una pequeña cantidad de tejido conectivo.

4.1.4 Tabique interdental

El tabique interdental está compuesto por hueso esponjoso cuyos bordes son las corticales alveolares de la pared del alveolo.

Si el espacio interdental es estrecho el tabique sólo se encuentra formado por la lámina cribiforme.

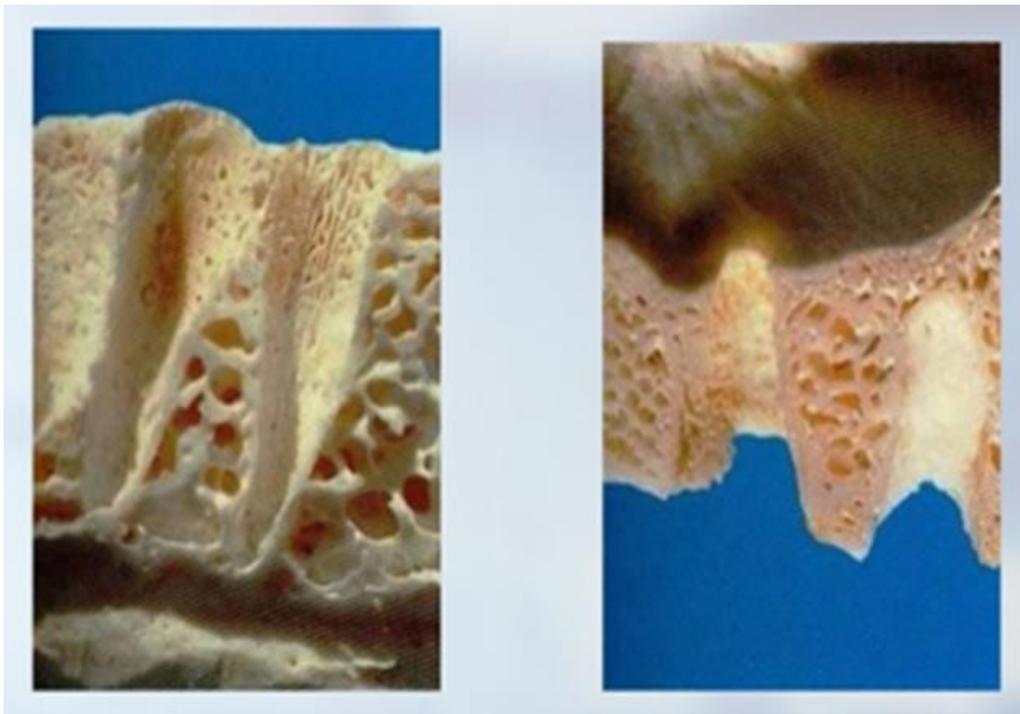


Figura 3 Tabique interdental

4.2 Características anatómicas

- I. Una tabla externa de hueso cortical formada por hueso haversiano y laminillas óseas compactadas.
- II. La pared interna del alveolo, integrada por hueso compacto delgado llamado hueso alveolar, que aparece en las radiografías como cortical alveolar. Desde el punto de vista histológico, contiene una serie de aperturas (lámina cribiforme) que permiten la unión del ligamento peridontal y el componente central del hueso alveolar (el hueso esponjoso), mediante los paquetes neurovasculares.
- III. Trabéculas esponjosas, entre las dos capas compactas que actúan como hueso alveolar de soporte. El tabique interdental consta de hueso esponjoso de soporte envuelto en un borde compacto.



FIGURA 4 Corte mesiodistal donde se observan los compartimientos óseos interdientales entre el primero y segundo molar.

4.3



4.3 Histogénesis

Se origina a partir de tejido conectivo embrionario, el mesenquima y en la región cráneo facial el ectomesenquima.

Se le denomina calcificación al proceso por el cual se depositan sales minerales en la matriz del hueso.¹⁰

La Osificación primaria es desde la etapa embrionaria y llega hasta la juventud, se le conoce como osificación al proceso de osteogénesis con la fase de síntesis de matriz orgánica y la posterior mineralización que ocurre donde no había hueso; es un proceso que se lleva de manera muy rápida ya que el colágeno se distribuye de manera al azar y los osteocitos también, el grado de mineralización no es muy alto, en los adultos solo aparece en proceso de reparación.¹⁰

Los mecanismos de osificación primaria son:

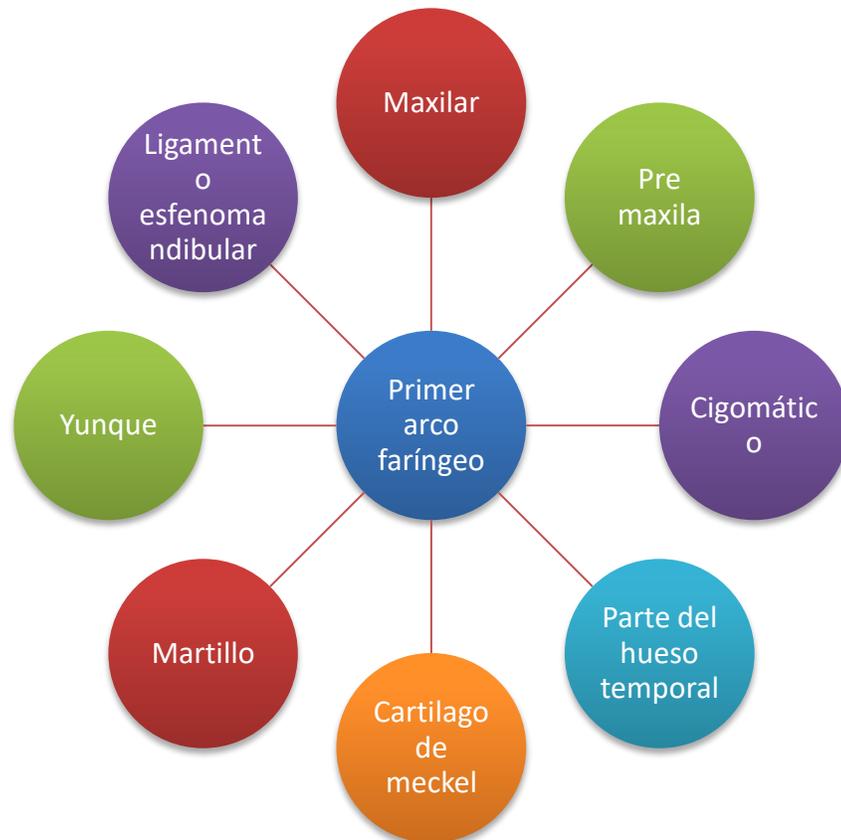
Intramembranosa	Endocondral
El tejido se origina de una lámina mesenquima.	Es un proceso que concluye con la producción de hueso a partir de tejido cartilaginoso, en este caso aparece el cartílago hialino y después se desarrolla el hueso. ¹⁰

Se le conoce como hueso secundario, maduro, laminar u osteonal al hueso que sustituye al hueso primario tiene más minerales, colágeno ordenado, osteocitos dispuestos en forma regular y se forma de una

Manera más lenta el resto de la vida, a la unidad estructural de este hueso se le conoce como laminilla ósea.

Aproximadamente en la tercera o cuarta semana de vida intrauterina se forman los arcos braquiales o faríngeos que dan origen a gran parte de las características del embrión y constituyen la cabeza y cuello.

Al final de la cuarta semana de vida intrauterina el centro de la cara está constituido por el estomodeo y se encuentra rodeado por el primer arco faríngeo.¹³



4.4 Tipos de hueso

Los osteocitos se localizan en unos espacios llamados lagunas óseas que están comunicadas entre sí a través de canalillos. La matriz extracelular se dispone en forma de láminas el tejido óseo puede ser cortical o trabecular.¹⁴

Hueso cortical o compacto:

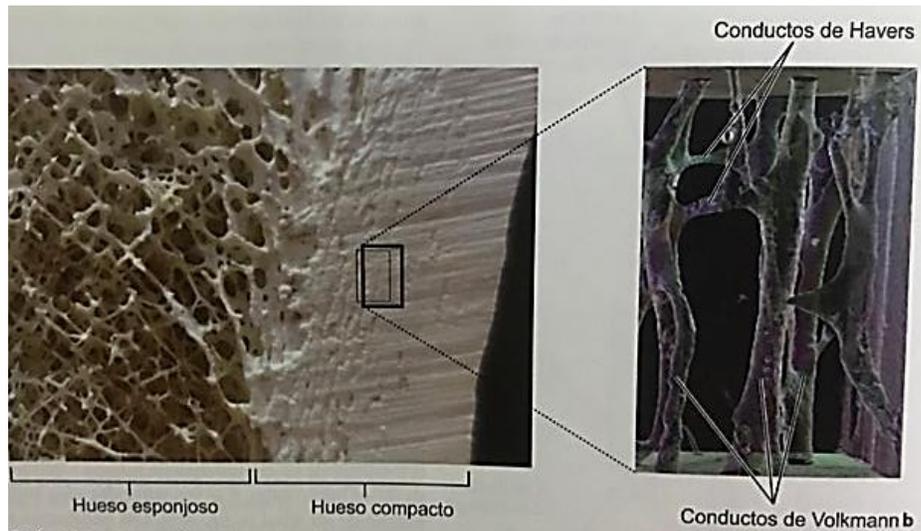
Las láminas se adosan entre sí estrechamente y no permiten que queden cavidades.

El hueso Haversiano tiene conductos que contienen los vasos sanguíneos que nutren los huesos y vasos linfáticos y a menudo los huesos que están inervando al hueso.

El hueso cortical está formado por muchos osteones adyacentes y el canal central de estos osteones se denomina el canal Haveriano.¹⁴

Hueso esponjoso:

Se encuentra entre el hueso trabecular, las laminillas delimitan espacios amplios e irregulares, fue diseñado para soportar la carga y responder a las necesidades fisiológicas y esto se da por la densidad celular por unidad de volumen del hueso trabecular con respecto al cortical.¹⁴



5. Regeneración y reparación ósea

Se entiende como reparación de un tejido a la reparación que tiene un tejido sin conservar su arquitectura original, ni tampoco su función, las propiedades que posee son inferiores a las del tejido original.¹⁴

Se le llama regeneración cuando la restauración de dicho tejido dañado posee propiedades idénticas al original.¹⁴

5.1 Regeneración.

El proceso que sufre un alveolo después de que es sometido a una extracción es una regeneración ósea.¹⁴

Al tener nueva formación de hueso en la cavidad se dan 3 procesos básicos pueden ocurrir aisladamente o simultáneamente si se utiliza algún material que ayude a este proceso:

OSTEOGÉNESIS	Es la neoformación ósea que es mediada por un material de relleno de células vivas que llevan a cabo la regeneración ósea de forma directa, este proceso es propio de los autoinjertos, por su rápida revascularización.
OSTEOINDUCCIÓN	Es la capacidad que tienen algunos materiales para liberar sustancias que se llaman osteoinductoras, y son capaces de estimular la osteogénesis, por un mecanismo endocondral en zonas alejadas del lecho receptor. La regeneración ósea es estimulada por la liberación de proteínas inductivas que facilitan la diferenciación celular. ¹⁴
OSTEOCONDUCCIÓN	Proporciona la estructura o matriz física apropiada para la deposición de hueso nuevo. Los materiales osteoinductivos son guías para el crecimiento óseo y permiten que depositen hueso nuevo. ¹⁴

5.2 Cicatrización ósea: fase precoz

La reparación ósea va precedida del sangrado que existe en el alveolo y a la formación del coágulo de sangre. El coágulo de sangre que está formado por fibrina y células agregadas a la sangre representa el tejido de guía de reparación tisular formando así un tejido de granulación, por tanto, es fundamental para el proceso de reparación la adherencia del coágulo.



Figura 6 Se muestra un coágulo después de realizar la extracción,

El coágulo se organiza a través de los capilares que lo atraviesan y de los preosteoblastos. La neoformación ósea en esta etapa es capaz de reconocer los cuerpos extraños, aparecen los macrófagos y células gigantes multinucleadas.

En éste proceso existe la inflamación aguda y de proliferación que es parte del proceso de cicatrización de la herida.¹⁵

5.3 Cicatrización ósea: fase tardía

En esta fase se observa la formación de hueso laminar concéntrico. Las hendiduras de mayor dimensión son cubiertas por hueso reticular en un plazo de 14 días. Este hueso es transformado aproximadamente a los 2 meses en un hueso laminar que contiene en su centro restos de hueso reticular.¹⁵

5.4 Reparación ósea

Se le llama remodelación para describir los acontecimientos sucedidos en el hueso de los individuos maduros. Tanto el hueso cortical como el trabecular se remodelan constantemente, el proceso que se lleva a cabo en el hueso es:

1. Activación de las células osteogénicas precursoras
2. Absorción activa del hueso
3. Período de descanso
4. Formación de hueso nuevo¹⁴

En humanos el proceso dura entre 6 y 9 meses, a este tiempo se le conoce como sigma.

5.5 Cicatrización de un alveolo dentario

La cicatrización de un alveolo dentario después de una extracción ocurre por segunda intención.

Cardopoli llevó a cabo un experimento el cuál realizaron extracciones en perros, fue tomando biopsias para observar los fenómenos relacionados con el proceso de cicatrización desde el primer día hasta los 3 meses.¹⁵

Aunque el experimento no fue realizado en humanos, ocurren los mismos eventos que en el estudio con dicho animal.



1. Del día 1 al 3: el coágulo sanguíneo ocupa casi todo el alveolo dentario.
2. Del día 7 al 14: se deposita una matriz consistente en neoformación de vasos sanguíneos, células mesenquimatosas inmaduras, infiltrado de leucocitos y fibras de colágeno. En la zona apical y central del alveolo se observan grandes áreas de necrosis del coágulo.
3. Del día 14 al 30: se cubre por tejido conjuntivo rico en vasos sanguíneos y células inflamatorias la porción superficial del alveolo dentario.
4. Del día 30 al 60: el tejido blando superficial delimita una zona de tejido conectivo fibroso bien organizado y con un epitelio queratinizado, la mayor parte del alveolo dentario es ocupado por tejido óseo meoformado.
5. Del día 60 al 90: tejido óseo neoformado ocupando el defecto, aunque no se encuentra maduro.
6. Del día 90 al 120: el tejido óseo presenta características de un trabaeculado más bien organizado de tipo lamelar.
7. Del día 120 al 180: el hueso de la cresta se observa más reforzado, con un mayor grosor, formando lo que parece un tejido perióstico.¹⁶



5.6 Factores que alteran la cicatrización

Existen ciertos factores que pueden alterar una cicatrización correcta de las heridas en una persona sana:

- 1) Tabaquismo: afecta prácticamente todos los aparatos y sistemas en el organismo, además actúa como un vasoconstrictor periférico que altera el ritmo en que las heridas intraorales cicatrizan. El monóxido de carbono y otros químicos que se liberan durante la combustión del cigarro reducen el flujo sanguíneo a nivel capilar, así como la nicotina aumenta la adhesión plaquetaria por lo cual puede desarrollar pequeños trombos que generan isquemia en los tejidos en proceso de cicatrización.¹⁶
- 2) Cuerpo extraño: es aquello que el sistema inmunológico no lo reconoce como propio, así mismo causando infecciones, estimulando a el desarrollo de bacterias y estimular una inflamación crónica.¹⁷
- 3) Tejido necrótico: el tejido necrótico nos puede ocasionar que este impida la proliferación de las células reparativas y se va a dar un proceso de inflamación crónico y puede generar mayor adhesión para las bacterias.¹⁷

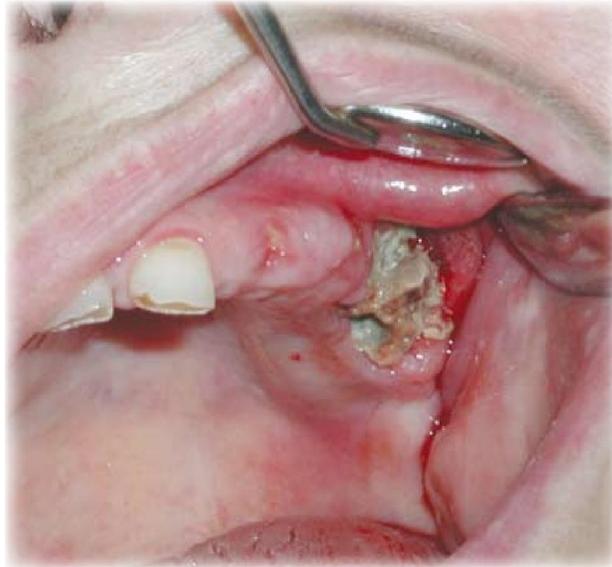


Figura 7 Se muestra tejido necrótico en el alveolo después de una extracción.

- 4) Isquemia: es la disminución del aporte sanguíneo a la herida lo que puede dar como resultado una necrosis del tejido y que las células reparadoras no hagan su función adecuadamente y se originen infecciones.¹⁷

Este proceso puede ser por causa de una mala técnica de sutura generando mucha presión sobre el lecho quirúrgico, hipotensión sistémica, enfermedad vascular periférica por anemia.¹⁷



Figura 8 Se muestra isquemia en el alveolo por las suturas.

6. Preservación del alveolo.

6.1 Definición

La preservación del alveolo es un procedimiento en el cual se mantiene el nivel del reborde alveolar que existe antes de realizar la extracción de un diente, que será posteriormente rehabilitada con alguna prótesis o será receptora de un implante.¹¹

Esta técnica se ha convertido en una alternativa para disminuir los cambios dimensionales que se puedan obtener después del procedimiento de la extracción dental.

Una de las características que deben tener los materiales que se usan para este procedimiento es que deben ser biocompatibles, es decir

que no deben generar ningún tipo de reacción alérgica, así como también deben osteointegrarse de manera adecuada para poder reducir el colapso del reborde residual.

6.2 Proceso biológico post extracción

Al realizar una extracción según Amler, existen 5 estadios en la cicatrización de un alveolo:

- i. Estadio 1: se forma inmediatamente un coágulo de células blancas y rojas produciendo hemostasia¹⁸
- ii. Estadio 2: el tejido de granulación reemplaza al coágulo sobre el 4 y 5 día.¹⁸
Se inicia la angiogénesis a través de la cadena de células endoteliales¹⁸
- iii. Estadio 3: el tejido conectivo reemplaza gradualmente al tejido de granulación en 14-16 días. Existe un recubrimiento epitelial completo. ¹⁸
- iv. Estadio 4: se inicia la calcificación de tejido osteoide, se comienza en la base y la periferia del alveolo entre los 7- 10 días. A las 6 semanas el hueso trabecular rellena casi por completo el alveolo, en este momento hay una máxima actividad osteoblástica debajo de tejido osteoide alrededor de lagunas inmaduras de hueso (4-6 semana post extracción) tras la octava semana la osteogénesis parece disminuir.^{18, 19}



Figura 9 Cicatrización del alveolo según Amler (1969)

6.3 Defectos en el alveolo post extracción

Al realizar la extracción dental podremos encontrarnos con distintos defectos del reborde alveolar es importante saber el tipo de defectos para elegir el tratamiento correcto y obtener los mejores resultados.

Según Seibert en 1983 clasificó los defectos del reborde así¹⁹:

- 1) Defecto Clase I: presenta la pérdida tisular bucolingual con unas dimensiones apicocoronales normales en el reborde
- 2) Defecto Clase II: presentan pérdida tisular apicocoronal y unas dimensiones bucolinguales normales en el reborde
- 3) Defecto Clase III: presentan una combinación de ambas deficiencias tanto en anchura como en altura.

La clasificación HVChabla de una modificación a la clasificación de Seibert, en el cual se mantienen las 3 categorías generales simplificando su terminología:

Los defectos clase I, II, y III son llamados a estos defectos horizontales (H), verticales (V) y combinados (C). Estas categorías se subdividen en defectos pequeños (S) menor o igual de 3mm, Medios (M) de 4 a 6 mm y grandes (L) mayor o igual a 7 mm.¹⁹

6.4 Objetivo de la técnica

Mantener la misma altura y grosor del hueso alveolar existente antes de realizar el proceso de extracción dental, para obtener un mejor resultado funcional, morfológico y estético del proceso alveolar.²⁰

REGENERACIÓN ÓSEA - PRESERVACIÓN ALVEOLAR

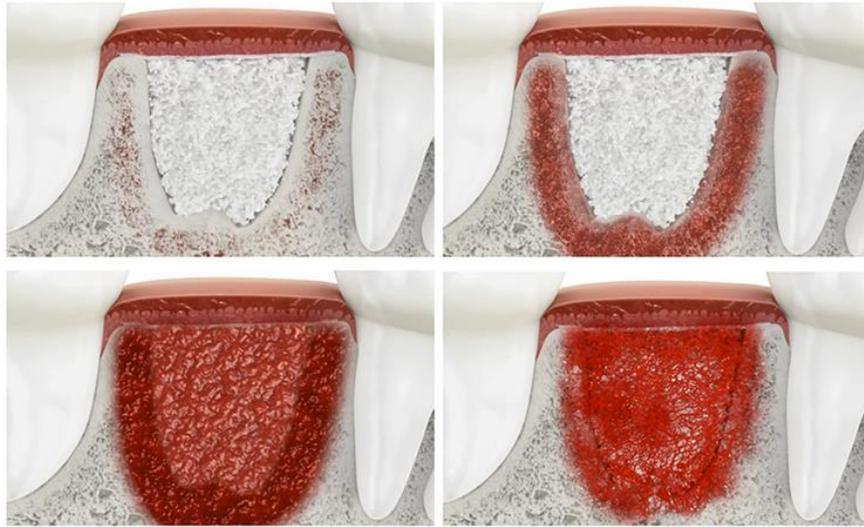


FIGURA 10 Preservación del alveolo

6.5 Indicaciones

Las indicaciones para realizar la preservación de un alveolo serán los siguientes procedimientos:

- Extracción dental traumática, incluyendo fracturas de la tabla ósea o pared alveolar
- Presencia de fenestraciones, dehiscencias o prominencia radicular.
- Apicectomías previas
- Fractura radicular con pérdida de hueso adyacente
- Pérdida de la tabla cortical a causa de absceso o enfermedad periodontal.^{20,21}

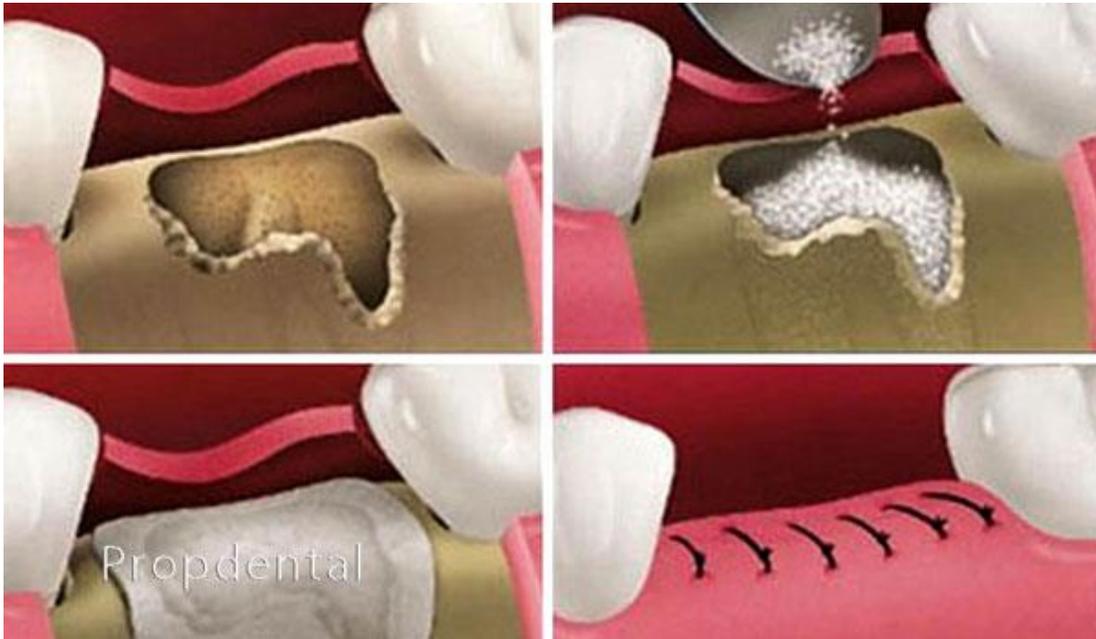


Figura 11

Al realizar la extracción se debe hacer una observación cuidadosa para poder determinar si hay presencia de fenestraciones y/o dehiscencias alveolares.

Si se observa alguna de estas se debe proceder a realizar una técnica de preservación del reborde alveolar. Si se observa un alveolo con paredes gruesas e intactas no es necesario realizar la preservación del alveolo, sin embargo los cambios en la morfología del reborde alveolar en ocasiones son impredecibles y puede haber más pérdida de hueso de lo esperado, en especial cuando se extraen los dientes en zonas estéticas, es mejor hacer un injerto mediante técnicas de preservación del alveolo para obtener un mejor resultados estético al rehabilitar la zona. ^{20, 21}

6.6 Técnica quirúrgica

1. Anestesia local según la zona de la extracción y el tipo de anestesia según cada paciente. Se corrobora que el efecto anestésico sea el correcto.²²
2. Se procede a realizar la extracción dental, es importante hacerla con el material y los conocimientos adecuados, se realiza una incisión en el tejido blando intrasural con una hoja de bisturí 15c hasta llegar a la cresta ósea.²²
3. Se hace el levantamiento del colgajo mucoperióstico para desperiostizar el diente.²²
4. Se procede a realizar la luxación con elevadores rectos, hasta lograr la extracción, en caso de que se piense que se puede generar una fractura de la tabla ósea o dientes multiradiculares se debe realizar la odonotosección para sacar el órgano dental y mantener la forma del alveolo.²²
5. Al tener el diente luxado se toma con pinzas de mosco y se extrae del alveolo.²²
6. Una vez que se realizó la extracción se realiza un minucioso curetaje en el alveolo con una cucharilla de Lucas para retirar cualquier tejido de granulación y se irriga con abundante suero fisiológico.
7. Se procede a realizar el injerto óseo, el material que se ha elegido para la regeneración ósea debe hidratarse con solución salina o sangre del mismo receptor de 15 a 20 minutos para obtener una mejor manipulación.²²
8. Una vez pasado los 15 minutos se procede a empaquetar el material de manera suave.²²

9. Si se decide usar una membrana, se debe posicionar sobre el injerto a la altura de la cresta ósea, se debe redondear la membrana para lograr una mejor adaptación a las papilas interdetales y proceder a un cierre primario. En caso de colocar una membrana no reabsorbible se debe retirar en la quinta semana.²²



Figura 12

10. Se prescribe antibiótico, analgésico y antiinflamatorio.²²

6.7 Tapón de colágeno

El tapón de colágeno o esponjas de colágeno es un material que también se usa en los procedimientos de preservación del proceso alveolar.

Es un material que se encuentra compuesto por colágeno tipo 1 altamente purificado que proviene del tendón de Aquiles de origen bovino.

Es resistente a la manipulación y funciona como un buen hemostático al absorber la sangre total y estabilizar el coágulo, se reabsorbe dependiendo el área en el que sea aplicado.

Es esterilizado por óxido de Etileno y empaquetado en un sobre grado quirúrgico el cual asegura su inocuidad al momento de su uso.¹⁶

Indicaciones:

- Tratamiento la zona donante de tejidos blandos
- Tratamiento de los alveolos de extracción (preservación del alveolo)
- Con poco hueso o defectos óseos
- Elevación del seno sinusal

Propiedades:

- Promueve la formación y estabilización del coágulo sanguíneo
- Protege el defecto contra la penetración de cuerpos extraños
- Hemostático
- Completamente reabsorbido de 2 a 4 semanas. ¹⁶



Figura 13

7. Injertos óseos

7.1 Definición

Es un material biocompatible que restablece la función y forma es decir repara y regenera el tejido óseo a través de un trasplante.

Los injertos óseos se usan para devolver una función mecánica y biológica, dependiendo el resultado que se busque será la función más importante.

Los factores que pueden intervenir en la correcta incorporación del injerto son:

- La zona del injerto
- La correcta vascularización del injerto
- Interfase hueso- huésped
- Inmunogenética entre donante y huésped
- Técnicas quirúrgicas
- Diversos factores sistémicos como: hormonales, calidad ósea, uso de medicamentos, enfermedades²³

Las propiedades que deben tener los injertos son:

- a) Biocompatibilidad: capacidad que tiene un material de ser aceptado por el medio biológico en el cual tiene contacto.
- b) Disponibilidad: La necesidad de un área donante como es en el injerto autólogo.
- c) Capacidad osteogénica
- d) Estabilidad mecánica: se refiere a la rigidez del material y su capacidad de soportar fuerzas de tensión-compresión.
- e) Capacidad de reabsorción²³

7.2 Tipos de injertos

7.2.1 Según su origen:

- A. Autoinjerto o injerto autólogo
- B. Injerto homólogo, alogénico o aloinjerto
- C. Hetererólogo o xenoinjerto
- D. Sintético o aloplástico

7.2.2 Según su estructura

- A. Cortical : de gran resistencia biomecánica
- B. Esponjoso: propiedad para revascularizarrapidamente
- C. Cortico-esponjoso: posee las 2 propiedades anteriores.
- D. Chips: hueso particulado
- E. Injerto compuesto: son autoinjertos mezclados con componentes orgánicos o inorgánicos

7.3 Injertos autólogos

También es conocido como autoinjerto, es el material de primera elección debido a su alta capacidad osteogénica. Desde hace más de 100 años representa el estándar de oro en los injertos óseos²⁴

Cumple con los tres principios básicos de la regeneración: propiedades osteogénicas, osteoinductivas y osteoconductoras. Puede ser de hueso esponjoso, corticales no vascularizados o corticales vascularizados, y los diferentes tipos de injertos poseen diferentes propiedades.

El material autólogo es el material más biocompatible que existe ya que no contiene ningún antígeno extraño al cuerpo, por eso se considera el injerto ideal.²²

El injerto tiene propiedades osteogénicas son células osteoblásticas derivadas de la médula ósea y células prosteoblásticas precursoras, osteoconductoras proteínas no colágenas de la matriz ósea, incluyendo factores de crecimiento y osteoconductoras mineral óseo y colágeno. Hay histocompatibilidad total y ningún riesgo de transmisión de alguna enfermedad. Es obtenido del mismo paciente, el sitio donante es obtenido de acuerdo con el volumen del defecto a cubrir. ^{12,23}



El hueso autólogo es que se encuentra en las mejores condiciones para poder soportar las fuerzas de masticación y las fuerzas musculares.^{23, 24,25}

La reabsorción en este tipo de injertos es menor, si se encuentran adecuadamente cubiertos por el periostio y tienen una buena vascularización y osteointegración, se tiene un menor riesgo de infección.²⁶

Las principales razones por las cuales se sigue usando este tipo de injerto es porque de alguna manera se han hecho investigaciones y no se ha encontrado un material alternativo ideal. Sus mayores ventajas: intolerancia, falta de adaptabilidad, reabsorción, escasa aceptación por el paciente y costo económico. En segundo lugar, la versatilidad, supervivencia y adaptabilidad de los materiales autólogos se ha visto respaldada por la simplificación y mejor conocimiento de las técnicas de obtención de hueso, sobre todo para casos de defectos de pequeño y moderado tamaño.^{27,28}

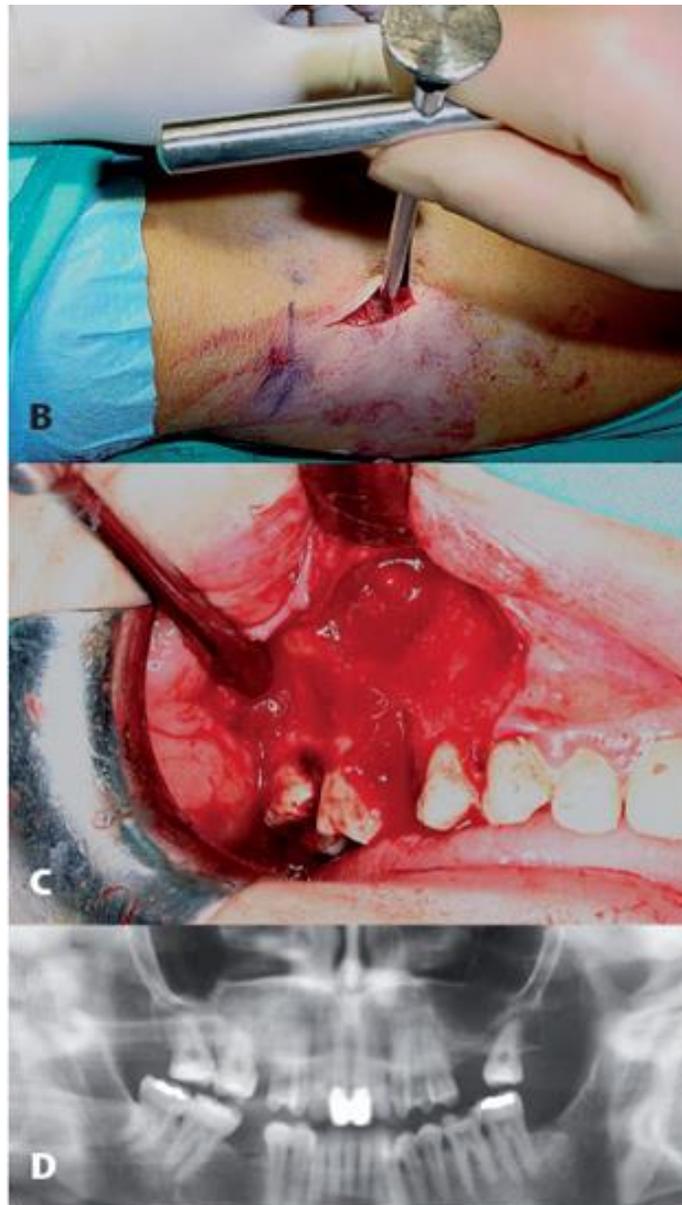


Figura 3. Cavity post-quistectomía rellena con un injerto de tibia proximal. A) Radiografía panorámica previa del quiste radicular, causado por el primer molar superior derecho y en relación con el seno. B) Toma de injerto esponjoso de la tibia proximal con trefina. C) Detalle de la colocación del injerto compactado en la cavity y en el alvéolo postextracción. D) Radiografía panorámica de control.

Figura 14

Para decidir la zona donante es importante tener en cuenta el tamaño del defecto óseo a cubrir.

En la actualidad las zonas donantes de predilección para los maxilares son la sínfisis, cuerpo y rama ascendente de la mandíbula (injertos corticales) y el área retrotuberositaria maxilar (hueso esponjoso).^{28,29}

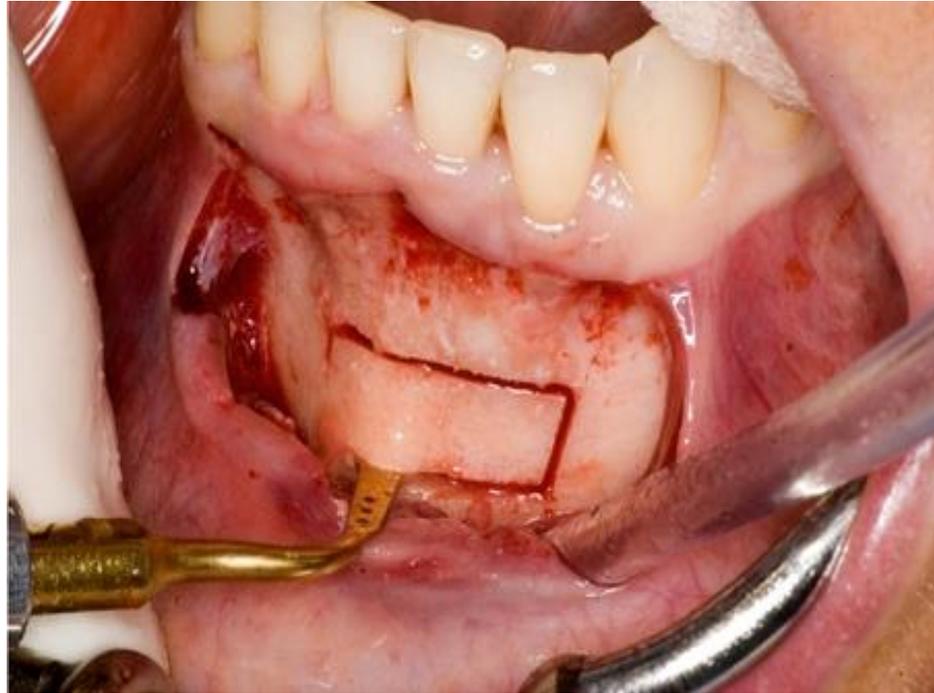


Figura 15 Injerto autólogo de mentón

Cuando se tiene que cubrir un efecto óseo mayor se recurre a la zona donante de la cresta iliaca se obtiene la porción anterior, ya que tiene mayor volumen de hueso esponjoso y contienen mayor proporción del tejido medular, como desventaja es la molestia posoperatoria de dificultad para caminar del paciente.²⁸

El injerto de tibia es un procedimiento que puede realizarse bajo anestesia local o sedación intravenosa, tiene pocas complicaciones y es un procedimiento sencillo.²⁸



La calota craneal es utilizada debido a la proximidad en el campo quirúrgico y tiene una gran aceptación en cirugía maxilofacial, principalmente la del hueso parietal porque contiene mayor cantidad de hueso esponjoso, como complicación tenemos el desgarre de la duramadre.^{29,30}

7.4 Xenoinjertos óseos

Los xenoinjertos son materiales provenientes de otra especie como son los animales y contienen minerales naturales del hueso.

Se ha informado que la porosidad y la superficie de estos materiales resulta en una mejor respuesta osteogénica así como lo son el hueso bovino y derivados del coral (Ostrix, Osteogen, Bio-Oss, Interpore).³¹

El uso de hueso mineral desproteinizado de bovino (Bio.oss, Osteohealth Suiza) ha sido estudiado y se ha comprobado que ofrece verdaderas ventajas en zonas de alta demanda estética, ya que sirve como apoyo para el tejido blando.

Otros estudios a largo plazo mostraron que la colocación de bio-oss en un alveolo pos exodoncia impide la contracción marginal del reborde que ocurre luego de la extracción dentaria.

Las propiedades del bio-oss son similares a las del hueso humano la estructura porosa del mismo ofrece espacio para las células sanguíneas y el depósito de nuevo hueso. La microestructura de la superficie del bio-oss soporta la adhesión de los osteoblastos que son los responsables de la formación del hueso.³¹

7.5 Aloinjertos óseos

Proceden de individuos de la misma especie; pero genéticamente diferentes o un material sintético como lo es la hidroxiapatita. Se pueden clasificar según su procesamiento en³¹:

- Aloinjertos congelados.
- Aloinjertoiofilizado (secado en frío).
- Aloinjertoiofilizado y desmineralizado.
- Hueso irradiado.

Aunque este material se promocione como osteoinductor, por los resultados obtenidos a través de estudios experimentales en tejidos extraóseos (tejido celular subcutáneo) se consideran biocompatibles y osteoconductores.³¹

Las ventajas del aloinjerto incluyen su disponibilidad en cantidades importantes y diferentes formas y tamaños, no se sacrifican estructuras del huésped y no hay morbilidad del sitio donante. Las desventajas se relacionan con la calidad del tejido óseo regenerado, que no siempre es previsible. Necesitan un procesado para eliminar su capacidad antigénica.³¹

Es biocompatible a pesar de que se trate de un material con componentes no vitales, cuando los aloinjertos son sometidos a bajas temperaturas la capacidad antigénica del injerto disminuye, lo que hace que la posibilidad de rechazo sea menor.

La capacidad de resistencia del aloinjerto es hasta de un 64%. ^{31, 32,33}

Las fuentes principales de obtención son:

Injertos de un donante cadáver e injertos de donante vivo.

Cuando se elige injerto alógeno de un donante cadáver o un donante vivo pasa por procedimientos estrictos de asepsia.³¹

Los métodos a los que son sometidos los tejidos son crioconservación y liofilización.³⁴

Crioconservación: es un método al que se somete el tejido a bajas temperaturas, la temperatura a la que se somete depende del tiempo que se quiera conservar, solo por algunos días el tejido se somete a una temperatura que oscila entre -4 y -10 ° C. Si se requiere conservar por espacios de 6 meses la temperatura debe oscilar entre -30 y -40 °C, en caso de que el tejido requiera conservarse por periodo mayor a este, la temperatura a la que se debe someter es de -80 ° y esto se logra con métodos de nitrógeno líquido.³⁴

Liofilización:

Este método de conservación consiste en la deshidratación por enfriamiento del injerto a -70 °C a vacío o en algún medio inerte, el injerto se conserva a temperatura ambiente lo que lo convierte en su mayor ventaja.

Este método se basa en la deshidratación, este material se limita a ser utilizado en defectos pequeños que no estén sometidos a resistencia mecánica.³⁴



Métodos químicos: El uso de alcoholes antisépticos como el *methiolate* fue uno de los primeros métodos de conservación de injertos con buenos resultados. En la actualidad no se utilizan en nuestro medio.³⁵

Ningún método nos asegura que el injerto este completamente estéril, es por eso que se siguen algunos métodos como lo son: obtener el injerto en un ambiente estéril, someter al tejido a procedimientos químicos como son los alcoholes, o someter el injerto a irradiaciones como son los rayos X, neutrones, rayos gamma, electrones, a una dosis de 2500 grays, utilizada para la radioesterilización, la totalidad de las bacterias y hongos son inactivados.³⁵

La incorporación de los aloinjertos por un huésped difiere de la observada en los autoinjertos en una neoformación ósea más lenta, consolidación retardada y menor penetración vascular. Para la incorporación de los injertos óseos, las trabéculas deben ser reabsorbidas al menos parcialmente con aposición posterior del hueso nuevo. Este modelo de reabsorción-aposición es totalmente dependiente de la vascularización del injerto.

La mayoría de los autores está de acuerdo en que las células osteogeneradoras tienen varias fuentes de producción como son células de la medula ósea, tejidos blandos del lecho receptor y elementos celulares circulantes sanguíneos.

El proceso de neoformación vascular aporta células progenitoras capaces de diferenciarse en células de la línea osteogénica, condrogénica y fibrogénica.

El tipo de unión entre el hueso receptor y el injerto tiene un efecto mayor en la incorporación del mismo. La unión cortico-cortical se une más lentamente

(media de 542 días) que la unión cortico-esponjoso a cortico-esponjoso (media de 243 días).³⁵

Algunas complicaciones Pueden ser debidas a los aloinjertos, a la técnica quirúrgica utilizada o a los tratamientos complementarios.

Infección

Es la complicación más frecuente y grave. Los organismos Gram positivo son los causantes de la mayoría de estas infecciones siendo el más frecuente el *Staphylococcusepidermidis*, seguido del *Staphylococcus aureus*. Existen factores que aumentan la incidencia de infecciones en este tipo de cirugía como son los inherentes a la implantación del aloinjerto, tiempo quirúrgico prolongado, resecciones amplias, etc. También son de gran importancia los tratamientos complementarios como radio y quimioterapia. Por otra parte, la poca penetración de los antibióticos a nivel del aloinjerto por la menor vascularización así como la respuesta inmune son factores a considerar favoreciendo las infecciones por gérmenes oportunistas.

Pseudoartrosis o no consolidación

La consolidación de los aloinjertos varía entre los 3 meses hasta los 2 años dependiendo de diversos factores. El aloinjerto de esponjosa se integra alrededor de los 6 meses y los corticales pueden demorar hasta 2 años. Dentro de los factores que influyen en la consolidación tenemos la edad, tipo de osteosíntesis, tipo de unión entre hueso receptor y hueso

injertado, tratamientos asociados, entre otros. En general las diferentes series demuestran tasas de pseudoartrosis variables.

La utilización de quimioterapia en pacientes sometidos a aloinjertososteocondrales puede asociarse hasta 32% de pseudoartrosis versus 12% en pacientes sin quimioterapia.³⁵

Reabsorción

Se observa con más frecuencia en aloinjertos de esponjosa en relación al crecimiento de la lesión primaria u otra causa.

Fracturas

Varía su prevalencia según las series publicadas siendo aproximadamente entre 13% y 19%.³⁵

7.6 Aloplásticos óseos

Provenientes de materiales fabricados sintéticamente. Se encuentran en variadas formas, tamaños y texturas. Las respuestas biológicas óseas dependerán de las técnicas de fabricación, la cristalinidad, porosidad y grado de reabsorción.³¹

Pueden ser:

- Cerámicos: son los de uso más común, el fosfato de calcio sintético (hidroxiapatita y fosfato tricálcico).
- Polímeros: como Bioplan, HTR.
- Vidrio Cerámico bioactivo: compuesto de sales de calcio y fosfato, y sales de sodio y silicio (Biogass, Perioglass, Biogran).

El principal mecanismo de acción de estos materiales es osteoconducción^{30, 31}

Los materiales osteoconductivos deben tener una porosidad que permita la vascularización y provea un área de adherencia a las células osteogénicas.

El tamaño del poro óptimo para que esto ocurra es entre 100 y 500 Mn con un volumen total de poros de 75/80 además los compuestos deben ser no inmunogénicos y el hueso debe tener una capacidad alta de adherencia a los mismos.³¹

Estos materiales han sido estudiados teniendo en cuenta su histomorfometría y biología molecular obteniendo resultados óptimos.

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

Algunos materiales utilizados como injertos aloplásticos pueden ser colonizadores de bacterias, ha disminuido gracias al estricto control de higiene.^{31,32}

El desarrollo de las membranas de regeneración ósea guiada ha demostrado su utilidad para asistir y ayudar en los injertos óseos.



Dentro de los materiales de barrera, encontramos las membranas para osteopromoción.³¹

La osteopromoción es el sellado por medios físicos de un sitio anatómico, para impedir que otros tejidos invadan el coagulo óseo e interfieran con la regeneración ósea. Este es el mecanismo por el cual actúan las membranas de regeneración tisular guiada. En la actualidad existen dos grupos de membranas para regeneración.^{31,32}

8. Membranas de barrera

Las membranas utilizadas como barrera física incluyen materiales de politetrafluoretileno expandido, polyglactina, ácido poliláctico, sulfato de calcio y colágeno, son usadas para impedir la llegada de capilares del tejido conectivo de zonas adyacentes.¹¹

Existen 2 tipos de membranas las absorbibles y las no absorbibles.

8.1 Membranas absorbibles

Las membranas absorbibles no necesitan ser removidas y son membranas de colágena o sintéticas que con el tiempo son degradadas por degradación osmótica, así se evita la segunda etapa quirúrgica para la remoción.¹¹

La resorción del biomaterial sucede desde la periferia hasta el centro de la membrana. La velocidad de resorción esta correlacionada con el tiempo de estructura del colágeno.¹⁸

Al utilizar membranas absorbibles, si se expone la membrana en la fase de cicatrización puede haber fracaso o complicaciones en la regeneración ósea.¹⁹

Se clasifican de acuerdo a su composición en:

- Colágeno: Obtenido de tendón bovino purificado (colágeno tipo I), ej.: Biomed (Zimer-USA) se reabsorbe aproximadamente a las 6 o 7 semanas.
- PLA-PGA: (ácido poliláctico-ácido poli glicólico) son más rígidas y su tiempo de reabsorción es de 6 a 8 semanas, ej.: Resolut (Goretex USA)
- Polímero líquido sintético.
- Poliglactina.
- Sulfato de calcio.³⁵

8.2 Membranas no reabsorbibles

Las membranas no absorbibles fueron las primeras en ser diseñadas y aprobadas para uso clínico, mantienen su integridad estructural y pueden ser dejadas por mucho tiempo sobre los tejidos.

Su estabilidad composicional y diseño le permiten al operador un completo control en el tiempo de aplicación y minimizar los riesgos.

Requieren de un segundo procedimiento quirúrgico para ser removidas por lo cual es una desventaja para el paciente en cuanto a tiempo, costo y posibles complicaciones transoperatorias.

Tipos de membranas no reabsorbibles:

1. PTFE : politetrafluoretleno expandido

2. PTFE con refuerzo de titanio
3. NPTEF: politetrafluoretileno expandido de alta densidad con poros nanométricos teflón
4. Micromallas
5. Membranas de titanio y vanadio

La ventaja de esta membrana es que al retirarlas se podrá observar la nueva formación de hueso que se ha generado y como desventaja tiene que se requiere una segunda intervención quirúrgica.

9. Proteínas morfogenéticas óseas (BMP)

Las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) son un conjunto de proteínas endógenas que pertenecen a la familia de factor de crecimiento transformante beta (TGF- β) y que tienen la capacidad de inducir formación del hueso, cartílago y el tejido conectivo.^{36,37}

Las BMPs fueron descritas por el Dr. Marshall Urist en 1965 (Urist, 1965), al implantar matriz ósea desmineralizada extraída de bovino a nivel intramuscular en ratas y conejos observó la producción ósea ectópica en el sitio de implantación; él lo denominó formación ósea por

autoinducción. Urist atribuyó el proceso a la presencia de una proteína que atrae células mesenquimáticas pluripotenciales e induce formación ósea local, por lo que la denominó proteína morfogenética ósea (BMP).³⁶

Actualmente, se han identificado 20 tipos distintos de BMP, sin embargo, sólo la BMP- 2, BMP-7 y BMP-9 son capaces de promover la osteoinducción. Pese a que BMP es una proteína endógena que puede ser obtenida de tejido óseo desmineralizado, su aislamiento es inviable debido a que se encuentra en mínimas cantidades (Wozney et al., 1988).

Estudios descritos en bovinos mostraron que es posible obtener 57 mg de un extracto rico en BMPs por kilo de hueso fresco. Sin embargo, luego de realizar los procesos de purificación y aislamiento de una BMP en específico, el rendimiento se redujo a unos cuantos ng de BMP por kg de hueso (Carreira et al., 2014a).³⁶

BMP es producida en el tejido óseo por células osteoprogenitoras, osteoblastos, condrocitos, plaquetas y células endoteliales. Posterior a la formación de BMP, ésta se almacena temporalmente en la matriz extracelular durante periodos de reparación y remodelación ósea (Carreira et al. b). La actividad biológica de la BMP ocurre mediante la formación de estímulos que desencadenan una formación ósea endocondral. El mecanismo de acción de las BMP es mediado por la quimiotaxis de monocitos, los cuales producen TGF-b y a su vez promueven la quimiotaxis y proliferación de células mesenquimáticas (Wozney et al.; Davies et al.).

BMP induce la diferenciación de éstas células a condrocitos, dicho fenómeno es seguido por una hipertrofia de los condrocitos, calcificación de la matriz ósea, diferenciación de osteoblastos y finalmente la formación ósea. La calidad del tejido óseo formado con BMP es

indistinguible del tejido óseo formado sin BMP; sin embargo, las diferencias radican en la velocidad y en la dirección de la formación del tejido óseo. El tejido óseo formado con BMP es capaz de cicatrizar en menor tiempo. El periodo normal de cicatrización de un individuo sano tarda entre 12 a 16 semanas lo cual es significativamente mayor que un tejido óseo expuesto a BMP que tarda en cicatrizar entre de 8 a 10 semanas.³⁶



Las BMP no solo son reguladoras de la formación de cartílago y hueso en el desarrollo embrionario y la vida posnatal también participan en el desarrollo y reparación de otros órganos como el cerebro, el hígado y los nervios.³⁷

La función osteoinductiva de la BMP depende directamente de la dosis utilizada. Dosis bajas generan cartílago y poca cantidad de tejido óseo en cambio mayores concentraciones generan mayor cantidad de tejido óseo y puede resultar mediante osificación directa o membranosa (Urist; Wozney et al.; Davies et al.). Por ésta razón la concentración de BMP en el sitio del injerto es más importante que la dosis total administrada, por lo que la dosis terapéutica sugerida para humanos de rhBMP-2 es de 1,5 mg/ml de suero fisiológico (Davies et al.). Boyne et al., (2005) demostraron que la dosis de rhBMP-2 de 1,5 mg/ml es segura para la utilización en elevación de seno maxilar en humanos; en animales las dosis requeridas son menores, planteándose dosis de 0,01 a 0,1 mg/ml en ratas, 0.4 mg/ml en conejos y 1 a 1,5 mg/ml en monos (Li et al., 2001).³⁶

En marzo 2007 la FDA autorizó el uso de rhBMP-2 INFUSE (MedtronicSofamorDanek, Minneapolis, MN) como alternativa a injertos

autólogos en elevación de seno maxilar y para aumento de reborde alveolar asociado a alveolos post-extracción.

El uso de rhBMP-2 en la región cráneo facial es extenso; se han realizado estudios en animales y humanos con múltiples aplicaciones clínicas. Su aplicación se puede considerar en la reconstrucción ósea de defectos de

origen traumático, patológico o congénito como por ejemplo en la reconstrucción de la fisura alveolar. Además, se puede utilizar en cirugía dentoalveolar en aumento de reborde alveolar, elevación de seno maxilar, injerto de alveolo post-extracción, cirugía perimplantaria entre otros.^{36,37}



Las investigaciones en modelos de animales han comprobado el potencial de reparación de los defectos óseos alveolares con rhBMP-12 o rhBMP-2, la liberación por una esponja de colágeno biorreabsorbible reveló formación significativa de hueso en un modelo de defecto de pared vestibular humano después de realizar la extracción dentaria en comparación con la esponja de colágeno solo.³⁷

La proteína rhBMP-2 presenta propiedades osteoinductivas, osteoconductoras y osteogénicas siendo una buena alternativa en reconstrucción ósea.^{36, 14}



Conclusiones

La preservación alveolar postextracción cada vez es más usada, es importante que al realizar una extracción dental exista un plan de tratamiento en el que se incluya una rehabilitación para poder mantener el reborde alveolar con la menor resorción que sea posible para después poder rehabilitar la zona regresando la función y la estética al paciente.

La selección y aplicación de los materiales de injerto y las técnicas adecuadas serán los determinantes claves para poder tener el resultado deseado y el éxito en la rehabilitación ya sea con o sin implantes.

El uso de los biomateriales y las membranas de barrera para la preservación del alveolo nos ofrece tanto al paciente como a los odontólogos la posibilidad de tener menor resorción ósea y crear mayor volumen óseo así evitamos defectos óseos que con el tiempo traerán complicaciones para poder rehabilitar al paciente.

Las extracciones dentales deben ser consideradas como la última opción en un tratamiento dental, es importante explicarle al paciente lo que puede suceder al hacer la extracción dental y la complejidad de la rehabilitación al no hacer el tratamiento de preservación del alveolo.

Aunque actualmente existen diferentes tipos de injertos de hueso el mejor injerto siempre será el injerto autólogo, ya que se obtiene del mismo paciente y se corren menos riesgos de rechazo del injerto ya que es el que tiene mayor biocompatibilidad, su única desventaja es que si se tiene un defecto muy grande no será posible cubrirlo.



Los injertos más utilizados son los aloinjertos y los xenoinjertos, ya que son los más biocompatibles, osteoconductivos y osteoinductivos con una estructura similar a la del hueso y son de costo accesible y fáciles de manipular.

El uso de membranas en los injertos ayudara a crear un espacio para evitar que el tejido conectivo de las zonas adyacentes llegue al injerto.

Es importante conocer los procesos biológicos normales que existen en la regeneración y conocer las propiedades de cada material para realizar un injerto adecuado.

Actualmente en el mercado existen diferentes marcas de injertos óseos y de membranas de barrera es importante conocer las propiedades que te ofrecen y asegurarse que sean avalados científicamente para así evitar complicaciones.

La proteína rhBMP-2 presenta propiedades osteoinductivas, osteoconductivas y osteogénicas son una buena alternativa en reconstrucción ósea.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Johnson K. (1963). A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction Part 1. Normal Healing Australian Dental Journal 8. 241-244
2. Lekovic V. Kenney EB. Et al. A bone regenerative approach to alveolar ridge, maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. J periodontol 1997. 563-570
3. González Iglesias J. Historia de la Odonto-estomatología española. Avances. Madrid 1994. 84-87922-08-2
4. Sanz Serrulla, J. Historia General de la Odontología Española Masson. Barcelona, 1999. 84- 45805-98-3
5. Mercer, J.A; Jensen, R.L. (1998). Heart Rates At Equivalent Submaximal Levels Of Vo 2. Do not Differ Between Deep Water
6. Buser D. Bragger O. Et al. Alveolar Regeneración y aumento de reborde maxilar utilizando la técnica de regeneración tisular guiada. Periodoncia 1992
7. Chin M. Toth B. Distraction osteogenesis in maxilofacial surgery using internal devices: Review of 5 cases J Oral. Maxilofac Surg 1996.
8. Nyman S, Lang N Et al. Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using a guided tissue regeneration. International Journal of Oral and Maxilofacial Implants. 1990
9. Boix D. Gauthier O, Guinvheux J. Alveolar bone regeneration for immediate implant placement using an injectable bone



10. Valentich, M. Histología Y embriología del ser humano: Bases Celulares y Moleculares. Editorial Panamericana, Argentina 2008.
11. Vargas, A., Monteagudo. C. Et. Al. Peridontología e Implantología. Editorial Panamericana. México: 2016
12. Carranza, F. A., Newman, M. G., Takei, H., & Klokkevold, P. (2014). Periodontología clínica de Carranza. In *Capítulo 43 - 44* (pp. 695–715)
13. Langman. Embriología Médica: con orientación clínica, 10 edición. Editorial Panamericana
14. Anitua E. , Andia I. Un nuevo enfoque en la regeneración ósea. Editorial Puesta al día publicaciones, S.L. 2000 España pp 17-75
15. Hubertus Spiekerman. Cols Donath, S. Jovanovic y J. Richter, Atlas de Implantología , Masson S. A. Barcelona España 1995, pp 64-71.
16. Martínez J. Cirugía Oral y maxilofacial. Edit: Manual Moderno, 2009. México. Pp 257-259
17. James R. Cirugía Oral y maxilofacial contemporánea. 5ta Edición. 2009.
18. Amler Mh. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1969;27(3):309-318.
19. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part 1
20. Douglass GL. Alveolar ridge preservation at tooth extraction . CDA 2005,33 (3):223-231
21. Minsk L. Extracción e sitio de preservación. Compendium 2005; 26(4),272-276
22. Vargas L, Serrano CA, Estrada JH. Preservación de alvéolos postexodoncia mediante el uso de diferentes materiales de injerto. Revisión de la literatura. Univ Odontol. 2012 Ene-Jun; 31(66): 145-183
23. Andrea Bianchi, Prótesis Implanto Soportada, Amoca Caracas Venezuela: 2001 pp 355-361.



24. Whang PG, Wang JC. Bone Graft substitutes for spinal fusion. *Spine J.* 2003;3:155-165
25. Irinakis T. Rational socket preservation after extraction of a single rooted tooth when planning for future implant placement. *J Can Dent Assoc* 2006; 72 (10):917-22
26. Baladrón J, Junquera LM, Clavero A, Clavero B. Injertos óseos en cirugía implantológica: aspectos generales. Principios y fundamentos. *RevEspCir Oral Maxilofac* 2001;23:135-43
27. Valiente A, Montes J, Feinberg SE. Injertos y sustitutos óseos en implantología. En: *Integración de la implantología en la práctica odontológica*, de: JL Gutiérrez Pérez y M García Calderón (eds). Ed. Ergón, Madrid 2002:59-68.
28. Infante-Cossío P., Gutiérrez-Pérez J.L., Torres-Lagares D., García-Perla García A., González-Padilla J.D.. Relleno de cavidades óseas en cirugía maxilofacial con materiales autólogos. *RevEspCirug Oral y Maxilofac* ISSN 2173-9161
29. Restoy Lozano A. Injertos óseos en reconstrucción mandibular. En: *Avances en Cirugía Oral y Maxilofacial II* de García Perla A, Gutiérrez J. Edita: E. Beecham. Madrid 1996;161-72.
30. Valiente A, Montes J, Feinberg SE. Injertos y sustitutos óseos en implantología. En: *Integración de la implantología en la práctica odontológica*, de: JL Gutiérrez Pérez y M García Calderón (eds). Ed. Ergón, Madrid 2002:59-68.
31. Tortolini P., Rubio S.. Diferentes alternativas de rellenos óseos. *Avances en Periodoncia* Madrid Diciembre 2012
32. Peetz M. Characterization of xenogenic bone material (Appendix) to: Boyne PJ, ed. *Osseous Reconstruction of the maxilla and the mandible*:



Surgical techniques using titanium mesh and bone mineral.
Quintessence Books 1997;87-100.

33. Fernández Boderau E, Bessone L, Tortolini P. Torassa D. Regeneración ósea Guiada. Caso clínico con tratamiento multidisciplinario. Claves de Odontología 2009;64: 34-42.
34. Wikesjo U, Sorensen R, Wozney J. Augmentation of alveolar bone and dental implantosseointegration: Clinical implications of Studies with RH BMP-2. The Journal of Bone and Joint Surgery 2001;83-A, Supplement 1 part 2: 116-27.
35. Calvo Rafael, Figueroa David, Díaz-Ledezma Claudio, Vaisman Alex, Figueroa Francisco. Aloinjertos óseos y la función del banco de huesos. Rev. méd. Chile
36. Uribe Francisca, Cantín Mario, Alister Juan Pablo, Vilos Cristián, Fariña Rodrigo, Olate Sergio. Proteína Morfogenética Ósea y su Opción como Tratamiento de la Fisura Alveolar. Int. J. Morphol. Temuco Mar. 2017
37. Langh N. ,Lindhe J. Periodontología Clínica e Implantología Odontológica 6ª Edición 2 tomo Edit Panamericana Argentina: 2017.

Figura:

1. Figura tomada en <https://www.nartclinicadental.com/tipos-radiografia-la-odontologia/>
2. Figura tomada del libro Periodontología clínica e implantología por JainLindhe, ThorkildKarring, Niklaus P. Lang.
3. Figura tomada de <https://www.propdental.es/blog/odontologia/cuidados-post-extraccion-dental/>
4. Figura tomada del libro Periodontología clínica e implantología por JainLindhe, ThorkildKarring, Niklaus P. Lang.



5. Figura tomada del libro Ross Histología Texto y Atlas correlación con Biología Molecular y celular. 7ª edición España : 2015
6. Figura tomada de <https://www.propdental.es/blog/odontologia/cuidados-post-extraccion-dental/>
7. Figura tomada en https://www.researchgate.net/figure/Osteonecrosis-en-maxilar_fig1_237263544
8. Figura tomada en https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/4926/mod_resource/content/1/Carpetas_2/Tema_4.-Suturas.pdf
9. Figura tomada en <http://clinicadentalzoe.es/implantes-dentales/regeneracion-osea/>
10. Figura tomada en : <https://sites.google.com/site/yerrydent/periodoncia/indicaciones-para-una-cirugia-periodontal/regeneracion-osea-guiada>
11. Figura tomada en <http://www.clinicalorenzo.com/injerto-de-hueso-dental/>
12. Figura tomada en <https://erp.somuden.es/clinica/articulos/08421550/HEMOCOLLAGENE%20ESPONJAS%20HEMOSTATICAS%2024%20U>
13. Figura tomada de libro Langh N. ,Lindhe J. Periodontología Clínica e Implología Odontológica 6ª Edición Edit Panamericana Argentina: 2017.
14. Figura tomada en Infante-Cossío P., Gutiérrez-Pérez J.L., Torres-Lagares D., García-Perla García A., González-Padilla J.D..

Relleno de cavidades óseas en cirugía maxilofacial con materiales autólogos. RevEspCirug Oral y Maxilofac [Internet].



Disponible

en:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-05582007000100001&lng=es.

15. Figura tomada en <https://www.clinicadentalabra4.com/casos-clinicos/cirugia-oral-e-implantologia/injertos-oseos/menton/>