



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**CALIDAD DE LA REGENERACIÓN ÓSEA EN 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:

NANCY ILIANA RIVERA CALZADA

TUTOR: C.D. CARLOS ALBERTO MONTEAGUDO ARRIETA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Índice

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES	7
3. PROPÓSITO	11
4. OBJETIVOS	11
5. HUESO ALVEOLAR.	12
5.1 Características Anatómicas Normales.	12
5.2 Composición.	12
5.2.1 Matriz extracelular.	12
5.2.2 Componente celular..	13
5.3 Tipos De Hueso.	15
5.4 Morfología.	16
5.5 Inervación y Vascularización..	16
5.6 Observación Del Alveolo Radiográficamente.	17
5.7 Labilidad Del Hueso Alveolar.	17
6. REBORDE ALVEOLAR EDÉNTULO..	18
6.1 Consideraciones Clínicas.	18
6.2 Hueso Remanente En El Reborde Edéntulo.	19
6.2.1 Topografía de la apófisis alveolar..	19
6.2.2 Topografía del reborde edéntulo.	20
7. REMODELACIÓN Y CICATRIZACIÓN ÓSEA.	22
7.1 Reparación Vs Regeneración.	22



A mis padres **Rosa Ma. Calzada y Jesús Rivera:**

Por todo el apoyo incondicional a lo largo de la vida. Por el amor y fuerza brindada día con día. Por enseñarme a luchar, a vivir y amar. Porque sin duda su esfuerzo y lucha incansable hicieron posible lograr esta meta. Por ser una parte importante de lo que más amo pero sobre todo por ser parte de los que más amo.

A mis hermanos **Gerardo y Hector:**

Por enseñarme a vivir, apoyarme y protegerme en todo momento. Agradezco a la vida que me haya dado la oportunidad de compartir junto a ustedes este camino. Los quiero mucho.

A mi **Abí, Abue y Tía Luz** que a pesar de ya no estar juntas, nunca han dejado de ser esa luz incondicional.

A mi **Familia** por creer en mí, por brindarme ayuda y apoyo, gracias por alegrarse con mis éxitos y animarme en mis fracasos. Gracias por estar a mi lado. **Samy, Karlita, Adis** gracias por ser mis hermanas, amigas, confidentes. Tía **Lupita** gracias por amarme y apoyarme siempre como una hija más.

A mis incondicionales amigas a lo largo de estos años **Nayeli, Carlita, Ale y Tania** muchas gracias cada locura compartida, por invitarme a volar siempre juntas en este gran sueño. Gracias por hacer estos últimos años los mejores de mi vida. Compartir con ustedes risas, llantos, estrés, enojos, sueños sin duda ha sido increíble por eso y más la adoro.

A **Shahid** por tu comprensión y apoyo incansable. Gracias por todo el amor y felicidad que me das día con día. Gracias por vivir a mi lado esta hermosa etapa.

A mi **Universidad Nacional Autónoma de México** por darme la oportunidad de realizar este sueño. Es un orgullo pertenecer a la máxima casa de estudios.

A mi Tutor **C.D. Carlos Alberto Monteagudo Arrieta** por su gran apoyo y tiempo para poder llevar a cabo este proyecto.

A la **Mtra. Amalía Cruz Chaves** por el apoyo incondicional en este último periodo.

Por mi raza hablara el espíritu.



7.2 Remodelación Ósea.	22
7.3 Cicatrización Ósea: Fase Precoz.	22
7.4 Cicatrización Ósea: Fase Tardía.	23
7.5 Reparación Ósea.	23
7.6 Alteraciones de la apófisis alveolar después de la extracción dental.	23
7.6.1 Procesos intraalveolares.	23
7.6.1.1 Patrón global de la curación alveolar.	25
7.6.2 Procesos extraalveolares	30
8. PRESERVACIÓN DE ALVEOLO.	34
8.1 Definición.	34
8.2 Clasificación de los defectos de los alvéolos post extracción.	34
8.3 Procesos biológicos en una zona post extracción.	35
8.4 Objetivos.	36
8.5 Indicaciones.	36
8.6 Técnica.	36
9. INJERTOS ÓSEOS.	39
9.1 Propiedades de los injertos óseos.	39
9.2 Tipos de injertos.	40
9.2.1 Según su origen:	40
9.2.2 Según su estructura:	40
9.2.3 Según su modo de acción:	40
9.3 Injertos Autólogos.	40



9.4 Aloinjertos óseos.	41
9.5 Xenoinjertos óseos.	41
9.6 Aloplásticos óseos.	42
10. MEMBRANAS EN PRESERVACIÓN DE ALVÉOLO.	46
10.1 Tipos.	46
10.1.1 Membranas Reabsorbibles.	46
10.1.2 Membranas No Reabsorbibles.	46
11. REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA.	48
11.1 Principios de Regeneración Ósea.	48
11.2 Definición.	50
11.3 Mecanismos básicos que intervienen en la regeneración.	50
11.4 Aplicaciones clínicas de la ROG.	50
12. CALIDAD ÓSEA RESIDUAL EN REBORDES EDÉNTULOS.	51
12.1 Calidad ósea.	51
12.2 Consideraciones sobre la calidad ósea	51
12.2.1 Evaluación de la calidad del hueso.	51
12.2.1.1 Clasificación De Hueso Remanente.	52
12.2.3 Calidad del hueso injertado.	52
12.3 Distribución de Calidad estructural del hueso.	53
13. CONCLUSIONES.	55
14. FUENTES DE INFORMACIÓN.	56



1. INTRODUCCIÓN

El proceso alveolar es un tejido mineralizado, que se desarrolla en conjunto con la erupción dental.

El hueso basal es un tipo de tejido óseo ubicado en el maxilar y la mandíbula, es decir se encuentra en el reborde edéntulo.

Un evento común, después de la extracción dental, en relación con el tipo de defecto óseo creado en el momento quirúrgico, es la pérdida de la masa ósea que se encuentra relacionada también con el tiempo transcurrido desde la pérdida dental.

Debido a la alta capacidad de recuperación de los tejidos óseos; es posible tratar los defectos alveolares con técnicas regenerativas, una de estas técnicas puede ser la regeneración ósea guiada (ROG), con la cual se intenta conseguir la preservación y/o el aumento de volumen del hueso en defectos óseos localizados utilizando una combinación de injertos de hueso y membranas absorbibles y no absorbibles; utilizadas como barrera para que los procesos regenerativos óseos no sean alterados por el tejido conectivo y el epitelio de la mucosa queratinizada.

La preservación de un alvéolo minimiza la pérdida ósea que tiene lugar los primeros meses tras la extracción dental y en muchas ocasiones se realizan extracciones sin prever que ocurrirá en ese alveolo post extracción o como se procederá a restaurar ese espacio edéntulo.

Bajo el entendimiento de que debemos pensar en la posibilidad de evitar deformaciones del reborde edéntulo, la importancia de regenerar el hueso en alveolos post extracción radica en visualizar el futuro rehabilitador de los pacientes que sufren extracciones dentales, ya sea para la rehabilitación protésica convencional o bien para la colocación de un implante endoso.

Es indispensable la evaluación y el conocimiento de las diferentes técnicas y materiales regenerativos que se llegan a utilizar en procedimientos de preservación del hueso alveolar, ya que sin duda tienen un efecto directo en la cantidad y la calidad del hueso disponible para tratamientos protésicos y/o de colocación de implantes.

Actualmente, el incremento de la longevidad de la población, la exposición a diversas enfermedades sistémicas o simplemente el traumatismo causado durante el procedimiento de una extracción dental, son sin duda problemas y retos fundamentales que enfrenta la odontología contemporánea.



2. ANTECEDENTES

En la década de 1960, Johnson reportó que después de la extracción dental, en un periodo de cicatrización de 6 a 12 meses hay una reducción en el espesor del reborde hasta del 50% aproximadamente.¹

Por esta causa a través de los años se empezaron a buscar alternativas para mejorar la cicatrización en alveolos después de la extracción dental, fue así que en 1983 Burchardt publicó la utilización de injertos óseos autólogos en cirugía reconstructiva ósea.

El procedimiento de preservación de alveolo ha sido probado en diversos estudios,^{2,3,4,5} utilizando injerto óseo y membrana o únicamente membrana. Los resultados en estos procedimientos muestran un aumento en la alteración de la cresta reducida en comparación con solo la extracción dental.

Utilizando un concepto similar de preservación de alvéolo, las primeras técnicas reportadas datan de la década de 1980 por Greenstein; Ashman y Bruins en 1985, sin embargo el término preservación de alvéolo fue acuñado por Cohen hasta 1988, en dichas técnicas se realizaban injertos de hidroxiapatita en forma de raíz o conos.^{6,7} Aunque estas técnicas fueron exitosas en términos de preservación de la cresta, se reportaron problemas con la encapsulación de tejido blando y la exfoliación resultante de los conos por lo que llevo a el abandono de esta técnica en favor de material óseo particulado.

Diversas técnicas han sido propuestas para producir la reconstrucción alveolar antes de la rehabilitación protésica:

Branemark y Breiney, quienes al describir la técnica para implantes dentales en 1980 propusieron la reconstrucción alveolar con regeneración ósea con el fin de obtener un mayor éxito a la aplicación de los implantes.^{8,9}

Summers en 1994 propone injertos subantrales de los senos maxilares^{10,11} que sin duda mejorarían la reconstrucción alveolar.

Collins publica en 1995 nueve requisitos elementales para obtener éxito en las reconstrucciones con injertos en bloque.¹²

Jensen y cols.¹³ mencionan en 1995 que el injerto óseo utilizado debe ser en su mayoría cubierto por un material barrera (membrana) lo cual aumentará el éxito de éste.



Simultáneamente Block y cols.¹⁴ y Chin y col.¹⁵ en 1996 proponen añadir a la regeneración ósea la distracción osteogénica la cual consiste en un crecimiento óseo gradual que promueve la osteogénesis durante la separación continua de segmento óseo tras una osteotomía.

Gauthier y cols.¹⁶ en 1999 demostraron, en distintos estudios experimentales realizados en perros Beagle, la eficacia en el mantenimiento de la cresta alveolar tras la extracción dentaria o en la regeneración ósea de defectos periodontales.¹⁷

En relación a la colocación de membranas; a finales de la década de 1980, Dahlin y cols. pusieron a prueba el principio básico de las membranas utilizadas sobre los defectos óseos, con el propósito de realizar Regeneración Ósea Guiada (ROG).

Buser y cols. en 1990, observaron una complicación importante en este tipo de tratamientos que es el colapso de la membrana debido a la presión de los tejidos blandos durante la cicatrización, lo que reducía la cantidad de tejido óseo formado debido a la disminución del volumen del espacio creado por el injerto y la depresión de la membrana.¹⁸ Por lo tanto que en 1993 menciona la posibilidad de utilizar membranas soportadas por dispositivos tales como mini tornillos de acero inoxidable para evitar colapso en la ROG.

Seibert y Nyman en 1990,¹⁹ así como Becker y cols.,²⁰ demostraron en sus ensayos clínicos controlados en humanos que los sitios mandibulares posteriores de regeneración ósea con membranas no absorbibles como barrera para ROG obtenían llenado óseo completo, mientras que los sitios de control sin aplicación de la membrana obtenían un colapso significativo.

Sandberg y col. en 1993,²¹ encontraron que la regeneración ósea con las membranas reabsorbibles tiene lugar más precozmente que con las membranas e-PTFE, lo que puede deberse a una mayor estimulación de la osteogénesis o a la liberación de factores de crecimiento por parte de las células inflamatorias que se pueden evidenciar alrededor de las membranas reabsorbibles.

Gotfredsen y col. en 1994²² demostraron que las membranas constituidas de poliésteres hidrolizables dan lugar a una reacción inflamatoria durante el proceso de biodegradación asociada a una reacción de cuerpo extraño.

En este mismo año estas observaciones fueron confirmadas en un estudio realizado por Schenk y cols.²³, quienes proporcionaron la primera información histológica detallada sobre la secuencia y el patrón de la



regeneración ósea en los rebordes alveolares protegidos por membranas no absorbibles.

Simion y cols. en 1994,²⁴ mostraron un estudio comparativo entre injerto autógeno vs injerto de hueso desmineralizado–lío­filizado con fines de regeneración tisular en combinación con membranas no absorbibles.

Jovanovic y Nevins en 1995,²⁵ proponen que se debe agregar material de injerto (aloinjerto) junto con el uso de membranas de titanio- reforzado. En estos dos estudios observaron un aumento de hueso bajo las barreras rígidas de titanio-reforzado, reportando así un incremento notable de regeneración ósea.

Buser y cols. en 1995 y 1996 publicaron la utilización de injertos óseos autólogos en combinación con las membranas con el fin de acelerar la regeneración ósea.²⁶

A pesar de que se ha reportado que los autoinjertos requieren un procedimiento de recolección que puede causar incomodidad adicional a los pacientes. Gracias a sus propiedades no han dejado de ser la mejor alternativa para la regeneración ósea. Sin embargo se ha intentado utilizar rellenos óseos alternativos para evitar la zona quirúrgica donadora del autoinjerto.

Se han evaluado técnicas para la conservación de las dimensiones del proceso alveolar por diversos autores; que van desde el uso de injertos óseos asociados con la técnica de regeneración tisular guiada descritos por Lekovic en 1998.²⁷

Por lo que a finales de la década de los noventa, se llevaron a cabo diversos estudios histológicos para examinar las propiedades biológicas de rellenos óseos tales como: injertos alo­génicos, xenogénicos y sustitutos óseos aloplásticos; además fueron clínicamente estudiados en combinación con membranas,²⁸ dichas técnicas en la actualidad siguen vigentes.²⁹

Camargo en el 2000 describe técnicas para la preservación de la cresta ósea.

Recientemente Orsini G y cols. estudiaron un nuevo biomaterial de injerto que es un sustituto del hueso xenogénico que consta de hueso porcino corticoesponjoso en forma de partículas con una alta porosidad y un diámetro que oscila de 600 a 1.000 nm. Al analizar histológica y ultraestructuralmente con microscopía electrónica de transmisión todas las fases, se demostró que las partículas residuales del injerto estaban rodeadas por hueso recién formado.³⁰



Cardaropoli en el 2003; estudia las fases de la curación del alvéolo, en un experimento de larga duración realizado con perros. La curación de los sitios de extracción fue controlada con biopsias obtenidas a intervalos de entre 1 día y 6 meses.

Arau'jo y Lindheen el 2005,³¹ realizaron un experimento en perros donde se observó que la cicatrización del alveolo post extracción, incluye:

1. Formación temprana de hueso esponjoso (modelado).
2. La posterior sustitución de este hueso inmaduro con hueso laminar y médula (remodelación).
3. La pérdida de hueso en haces en las paredes de la cavidad.
4. Una reducción marcada en la altura de la cresta ósea bucal.

Observaciones similares fueron descritas posteriormente por Schropp en el 2006 con un estudio prospectivo a 12 meses, donde observó clínica y radiográficamente la cicatrización ósea y tisular en un alveolo post extracción;³² Cheng en el 2007 realizó un estudio piloto en perros para la preservación de la cresta alveolar utilizando sulfato de calcio y plasma rico en plaquetas;³³ y Pietrokovski en 2008 mostro 5 casos clínicos de totalmente edéntulos con una pérdida de la dimensión vertical significativa, donde regeneró el nivel del hueso basal y rehabilitó protésicamente.³⁴

Arau'jo en el 2008,³⁵ utilizó el modelo del perro para estudiar la cicatrización de un alveolo postextracción que había sido injertada con Bio-OSS[®] colágeno. Se observó que la colocación del xenoinjerto en el alveolo postextracción después de un período de 3 meses de curación parecía haber interferido con el proceso de modelado y remodelación ósea. El tejido recientemente formado duró en la porción marginal de los sitios injertados, sin embargo, contenía un gran número de partículas Bio-OSS[®] que estaban rodeados por tejido óseo inmaduro. Alrededor del 50% del volumen de tejido en los alveolos sin injerto estaban ocupados por la médula ósea, la médula ósea del alveolo con injerto representó sólo alrededor del 25% del volumen del tejido. Esto indica que el injerto puede, de hecho, haber retrasado la curación.



3. PROPÓSITO.

- Conocer los reportes de la literatura más significativos, que puedan servir para analizar los criterios de calidad ósea obtenida con diferentes técnicas de regeneración ósea en alvéolos post extracción.

4. OBJETIVOS.

- Estudiar los eventos resultantes a una extracción dental y los métodos para regeneración alveolar.
- Hacer una revisión bibliográfica que sustente las bases más significativas de la regeneración ósea en alvéolos post extracción en cuanto a su calidad cicatrizal.



5. HUESO ALVEOLAR.

Se denomina hueso alveolar al hueso que está situado alrededor de las cavidades que alojan las raíces de los órganos dentarios.³⁶

El hueso alveolar es una estructura que depende del diente, ya que se forma con el diente, lo sostiene mientras el diente trabaja dentro del alveolo y desaparece con el atrofiándose cuando el diente se extrae.³⁶

5.1 Características Anatómicas Normales.

•**Hueso alveolar o lámina cribiforme:** Conforman la pared interna del alveolo (hueso delgado, compacto)(Fig. 1).³⁷

•**Hueso de sostén:** Consiste en trabéculas esponjosas, y tablas vestibular y lingual de hueso compacto.

•El **tabique interdentario:** (Fig. 2) consta de hueso esponjoso de sostén encerrado dentro de ciertos límites compactos.³⁸

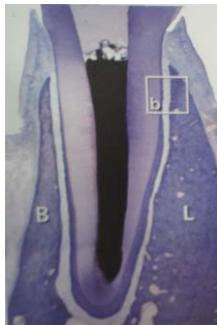


Fig 1. Corte vestibulolingual de una porción dentada de la apófisis alveolar. B= cara vestibular; L= cara lingual. (b) Vista de los tejidos de inserción.

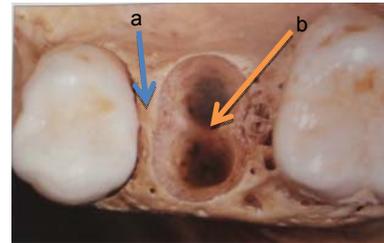


Fig.2 a) Tabique interdental B) Tabique interradicular

5.2 Composición.

Está formado por células y por una matriz extracelular que presentan las siguientes características:

5.2.1 Matriz extracelular.

Esta matriz participa activamente en el metabolismo celular y regula el comportamiento de las células que están en contacto con ella.³⁹

Es una mezcla de:

- Sales inorgánicas (60-70%): fosfato cálcico y carbonato cálcico.
- Sustancias orgánicas (20-30%): colágeno tipo I (90%), grasas, proteínas morfogenéticas o BMPs (que suponen un gran interés en la ingeniería de tejidos), productos extravasados de la sangre y factores de crecimiento.
- Agua (20%).

5.2.2 Componente celular.

Células osteoprogenitoras: (Fig.3)son células de dos tipos:

- Los preosteoblastos proceden de células mesenquimatosas indiferenciadas y se localizan en el tejido conectivo que forma el periostio, el endostio y en el tejido conectivo perivascular. Darán lugar a los osteoblastos y a los osteocitos.
- Los preosteoclastos derivan de los monocitos o de sus precursores, y éstos darán lugar a los osteoclastos.

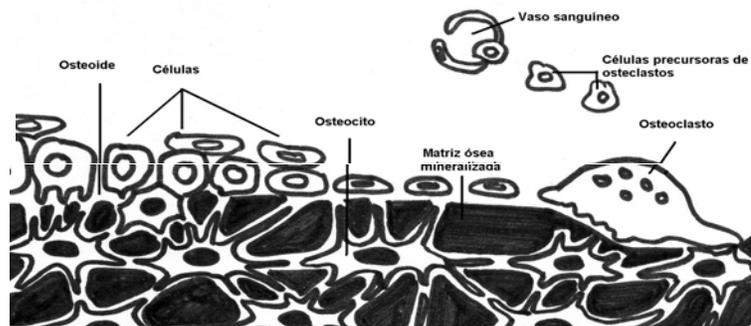


Fig.3 Diagrama que muestra las interrelaciones entre las diferentes células del tejido óseo. (Basado en Gómez de Ferraris y Campos 1999).

a) Osteoblastos: (Fig.4 y 5) 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 (como BMPs) y la parte orgánica de la matriz, llamada osteoide, que posteriormente se mineralizará. Durante la remodelación, se forman 2-3 μm de osteoide por día, hasta un grosor máximo de 20 μm que se mineralizará 1-2 μm por día. Se espera que los valores en la reparación ósea sean similares. En la superficie del osteoblasto que mira hacia la sustancia osteoide emergen gran cantidad de prolongaciones citoplasmáticas que se introducen en esta sustancia aún no mineralizada, conectándose con las prolongaciones de los osteocitos por medio de uniones comunicantes. Los osteoblastos vecinostambién establecen conexiones entre sí por medio de estas uniones intercelulares. La formación de la fosfatasa alcalina por los osteoblastos es un factor muy importante en la mineralización, ya que se cree que inactiva las moléculas inhibitorias de la misma. La vida media de los osteoblastos humanos es de 1 a 10 semanas, luego desaparecerán por mecanismos de apoptosis, excepto un 15% que llegarán a ser osteocitos.

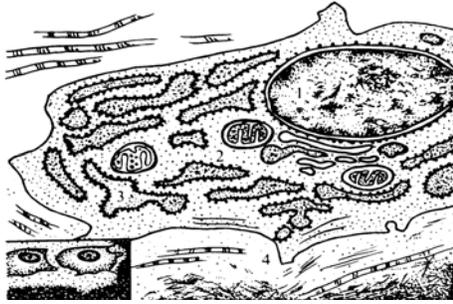


Fig.4 Esquema de un osteoblasto.
(Basado en Gómez de Ferraris y Campos 1999).

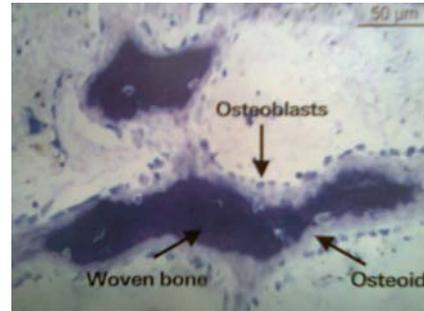


Fig. 5 Imagen que muestra la producción de osteoblastos de matriz celular, la cual después se mineraliza (azul oscuro).⁶⁴

b) Osteocitos: (Fig. 6 y 7) osteoblastos que han quedado incluidos en la matriz al mineralizarse. Poseen una forma estrellada y su cuerpo se sitúa en el interior de unas cavidades llamadas *osteocelos*. De estas cavidades se desprenden radialmente un gran número de conductillos, en cuyo interior se encuentran las prolongaciones citoplasmáticas de los osteocitos que contactarán con osteocitos vecinos y con los osteoblastos de superficie. En consecuencia todas estas células quedan intercomunicadas mediante el sistema de microcirculación ósea. Son células relativamente inactivas pero su actividad metabólica es crucial para la viabilidad ósea y para mantener la homeostasis del cuerpo. Su vida media es de muchos años, tal vez décadas.

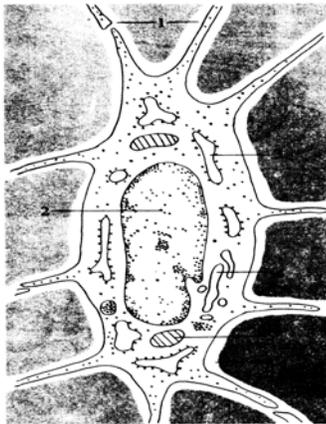


Fig.6 Esquema de un osteocito
(Basado en Gómez de Ferraris y Campos 1999).

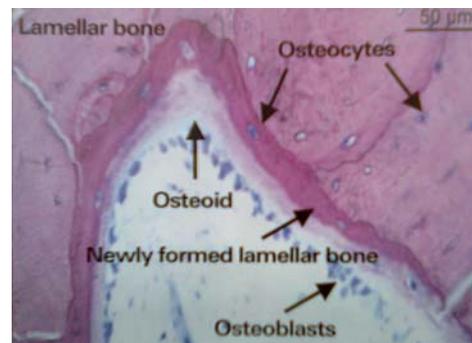


Fig.7 Formación de hueso lamelar. Muestra actividad de los osteocitos.⁶⁴

c) Osteoclastos: (Fig. 8 y 9) grandes (100 µm) y multinucleados. Células de carácter fágico pertenecientes al sistema monocito-macrófago, situadas en la superficie donde se producirá la reabsorción ósea, participando en los procesos de remodelación de los huesos. En esta remodelación, los osteoblastos y los osteoclastos tienen una interacción dinámica, influidos por

los factores de señalización como la vitamina D, la hormona paratiroidea (PTH) o las ILs. Así sucede cuando la vitamina D es responsable de que los osteoblastos expresen un factor de diferenciación de osteoclastos o cuando los osteoblastos desaparecen de la superficie ósea como respuesta a la PTH, quedando el tejido osteoide mineralizado expuesto y permitiendo que éste sea atacado por los osteoclastos. Aún no se sabe bien cuál es la causa que propicia el cese del mecanismo de reabsorción.

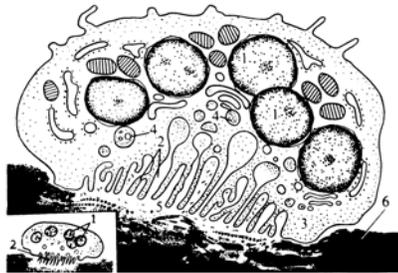


Fig. 8 Esquema de un osteoclasto (Basado en Gómez de Ferraris y Campos 1999).



Fig. 9 Resorción ósea por osteoclastos multinucleados.

5.3 Tipos De Hueso.

Existen dos tipos de tejido óseo según la estructura de la substancia intercelular:

- I. **Hueso adulto o laminar.** Esta formando los huesos adultos. En este tipo de hueso las fibras de colágeno se disponen formando laminillas óseas con una estructura muy organizada. Se distinguen a su vez dos tipos.
 - a. **Hueso compacto.** (Fig. 10) Se organiza como una masa sólida. Las láminas se adosan estrechamente y no dejan cavidades entre si. Su estructura más característica son las osteonas o sistemas de Havers.
 - b. **Hueso esponjoso.** (Fig. 11) Las laminillas óseas delimitan espacios amplios e irregulares que se aprecian a simple vista. Esta estructura forma un enrejado de trabécula tridimensional creando cavidades comunicadas, ocupadas por una red de tejido conjuntivo que recibe el nombre de tejido medular o mieloide. La médula ósea contiene dos tipos de tejido: la médula ósea amarilla (tejido adiposo) y la roja (tejido generador de células rojas, blancas y plaquetas).
- II. **Hueso embrionario o reticular.** Propio del esqueleto embrionario. Es sustituido por hueso laminar. Las fibras de colágeno se orientan al azar y no forman laminillas óseas.

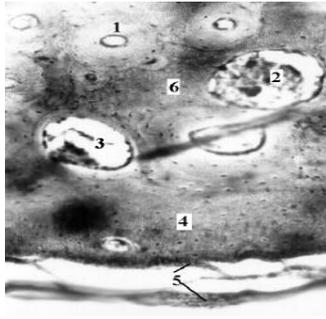


Fig. 10 Hueso compacto. 1 Osteona o sistema de Havers. 2 Cavidad de resorción. 3 Osteona en formación. 4 Laminillas circunferenciales. 5 Periosteo.

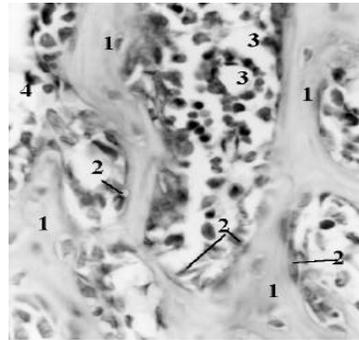


Fig. 11 Hueso esponjoso. 1 Trabéculas de hueso. 2 Osteoblastos. 3 Vasos. 4 Médula ósea.

Modelos de hueso compacto y trabecular (Basado en Ten 1991)

5.4 Morfología.

Casi siempre, la forma del hueso alveolar puede predecirse con base en tres principios generales:

- a. La posición, etapa de erupción, tamaño y forma de los dientes, los que determinarán, en gran medida, la forma del hueso alveolar.
- b. Cuando es sometido a fuerzas dentro de los límites fisiológicos normales, el hueso experimenta remodelación para formar una estructura que elimina mejor las fuerzas aplicadas.
- c. Existe un grosor finito menor donde el hueso no sobrevive y es reabsorbido. Por esto, el festoneado del margen óseo es más prominente en el aspecto facial de los dientes anteriores que en los molares y el hueso interproximal entre los dientes anteriores es piramidal, mientras que entre los molares es plano en sentido bucolingual.

5.5 Inervación y Vascularización.

Los vasos sanguíneos se ramifican extensamente y recorriendo el periostio.

El aporte sanguíneo proviene de vasos ramificados de las arterias alveolares superior e inferior. Estas arteriolas entran en el tabique interdental, en el seno de conductos nutricios junto con las venas nervios y linfáticos. Ramificándose a través del ligamento periodontal (Fig. 12).²



Fig. 12 Corte vestibulo lingual de la apófisis alveolar. Mostrando la porción del ligamento periodontal por donde penetran los vasos sanguíneos.

5.6 Observación Del Alveolo Radiográficamente.

La pared ósea de los alvéolos (hueso compacto) aparece radiográficamente como una línea radiopaca, delgada, denominada:

- Lamina dura cortical alveolar

La radioopacidad que genera este elemento no se debe a un mayor contenido mineral, sino a estar constituida por un tejido compacto, que contrasta con el tejido esponjoso adyacente, el cual podrá tener una variable radiolucidez debido a los espacios medulares presente (Fig. 13).³⁶

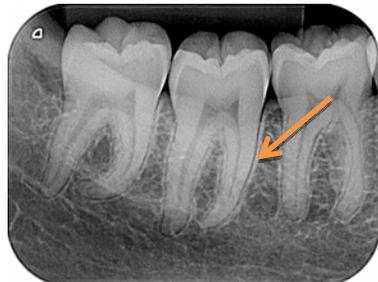


Fig. 13 Radiografía periapical inferior de zona de molares
a) Lámina dura alveolar presenta mayor radioopacidad.

5.7 Labilidad Del Hueso Alveolar.

En contraste con su aparente rigidez, el hueso alveolar es el menos estable de los tejidos periodontales; su estructura esta en constante cambio. El hueso se reabsorbe en áreas de presión y se forma en áreas de tensión. La actividad celular que afecta la altura, contorno y densidad del hueso alveolar se manifiesta en tres zonas.

- 1) Junto al ligamento periodontal.
- 2) En relación con el periostio de las tablas vestibular lingual.
- 3) Junto a la superficie endostica de los espacios medulares.³⁸



6. REBORDE ALVEOLAR EDÉNTULO.

6.1 Consideraciones Clínicas.

La formación y la preservación de la apófisis alveolar depende de la presencia continua de dientes, por lo que la pérdida de dientes en torno al hueso alveolar da una serie de alteraciones adaptativas de la porción ahora edéntula del reborde alveolar. Después de extracciones dentales simples o múltiples el tamaño de la apófisis alveolar sufre una reducción notoria no solo en la dimensión horizontal si no también en la vertical (Fig. 14 y 15).³⁷



Fig. 14(a) Imagen clínica de un maxilar superior parcialmente edéntulo. La cresta de las porciones edéntulas del reborde es estrecha en la dirección vestibulopalatina. (b) Imagen clínica de un maxilar superior totalmente edéntulo y con resorción notoria.



Fig. 15 Mandíbula totalmente edéntula. Los pequeños segmentos de reborde alveolar que todavía quedan son sumamente delgados en la dirección vestibulo-palatina/lingual.

En un estudio realizado por Pietrokuvski y Massler en 1977 se determinó que en la pérdida de un solo diente la reducción del reborde era mayor a lo largo de las caras vestibulares y linguales de los dientes; años más tarde las observaciones realizadas por estos autores fueron corroboradas por Schropp y col. en el 2003, que estudiaron los cambios de volumen del hueso y de los tejidos blandos que tiene lugar durante un periodo de 12 meses después de la extracción de un diente único, como resultado obtuvieron que los 3 primeros meses había una pérdida del 30 % y después de 12 meses el sitio edéntulo había perdido 50 % de su anchura original. También la altura de la tabla ósea vestibular se redujo (1.2 mm mas en dirección apical)(Fig. 16).³⁷

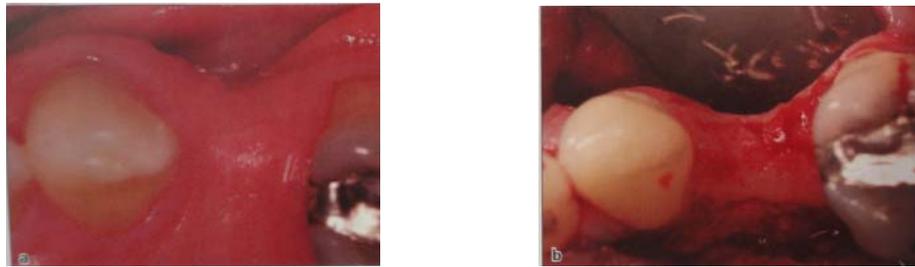


Fig. 16 Imagen clínica de un reborde edéntulo en la región premolar superior. El premolar fue extraído varios años antes de esta documentación clínica. (a) Presencia de una invaginación vestibular del reborde. (b) Después del levantamiento de un colgajo se ve la región de la cresta de la parte vestibular de la apófisis alveolar, con gran resorción.

6.2 Hueso Remanente En El Rebordo Edéntulo.

En el trabajo realizado por Schropp y col. (2003), la formación de tejido óseo en los alveolos post extracción fue estudiada por medio de radiografías de sustracción. Las radiografías de los sitios en el estudio fueron obtenidas con una técnica estandarizada inmediatamente después de la extracción dental y luego de 3, 6 y 12 meses de curación (Fig. 17). Así se pudo observar que los primeros meses se producía una pérdida de hueso (en altura) en la región de la cresta alveolar. La mayor parte de la formación de hueso en el alveolo ocurría en los 3 primeros meses. Entre los 3 y 6 meses había una formación adicional de hueso. En el intervalo de 6 a 12 meses el hueso neoformado presentaba un remodelado notorio y se reducía la cantidad de tejido mineralizado. En otras palabras, hacia le final de la curación del alveolo quedaban pequeñas cantidades de tejido mineralizado en el centro del sitio edéntulo.³⁷

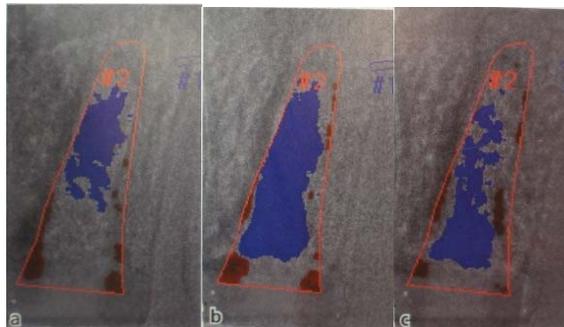


Fig. 17 Imágenes radiográficas con sustracción de un sitio de extracción obtenidas después de 3 meses (a), 6 meses (b) y 12 meses (c) de curación. El color azul representa áreas de neoformación ósea. Durante los primeros 6 meses el depósito de hueso fue intenso. Entre los 6 y 12 meses se produjo el remodelado de parte del hueso neoformado.

6.2.1 Topografía de la apófisis alveolar.

A pesar de que la apófisis alveolar es definida como la porción de los maxilares que contiene a los alveolos de los dientes, no existe un límite definido entre la apófisis alveolar y el hueso basal.

La apófisis alveolar esta formada por las paredes externas, es decir las tablas corticales vestibular y lingual/ palatina, y por una porción central de hueso trabecular, que contiene trabéculas óseas y medula ósea (Fig. 18).³⁷



Fig. 18 Corte vestibulolingual del preparado de un cráneo humano en el que se ven las tablas óseas corticales externas vestibular y lingual de la apófisis alveolar así como el hueso esponjoso en el centro del reborde.

6.2.2 Topografía del reborde edéntulo.

Los procesos de modelado y de remodelado o pérdida ocurren después de una extracción dental y sin duda darán como resultado una marcada resorción de los diversos componentes del reborde alveolar. La resorción de la pared vestibular es mayor que la resorción de la pared lingual/palatina y por ese motivo el centro del reborde se verá desplazado en dirección lingual/ palatina. En casos extremos toda la apófisis alveolar podrá perderse después de la pérdida dental y en esas situaciones sólo permanece el hueso basal de los maxilares (Fig. 18 y 19).³⁷



Fig. 18 Corte histológico (vestibulolingual) ilustrativo de un sitio mandibular edéntulo (de un experimento con perros) 2 años despues de la extracción dental. Nótese que la cresta es más alta en la cara lingual que en la cara vestibular del sitio. B = hueso vestibular; L = hueso lingual.



Fig. 19 Corte histológico de la mucosa que recubre la cresta ósea. La mucosa tiene un epitelio bien queratinizado y tejido conjuntivo con alta densidad de fibras colágenas.

Las paredes externas de la porción remanente de la apófisis alveolar están formadas por hueso laminar. La tabla ósea vestibular es



comparativamente más delgada que la tabla ósea lingual/palatina. Las tablas corticales contienen hueso esponjoso con trabéculas de hueso laminar y con médula ósea. La médula ósea contiene numerosas estructuras vasculares así como adipocitos y células mesenquimáticas pluripotenciales.

Por regla general, el reborde del sitio edéntulo en el maxilar superior contiene más hueso esponjoso que un sitio en la mandíbula.³⁷



7. REMODELACIÓN Y CICATRIZACIÓN ÓSEA.

7.1 Reparación Vs Regeneración.

Se entiende como **reparación** de un tejido a la restauración de este sin que conserve su arquitectura original ni tampoco su función, por lo que sus propiedades físicas y mecánicas son claramente inferiores a las del tejido original, esta es una transformación que se da como resultado por la cicatrización.

Se entiende como **regeneración** cuando la restauración de dicho tejido posee propiedades indistinguibles del tejido original.³⁹

7.2 Remodelación Ósea.

Tanto el hueso cortical como el trabecular se remodelan constantemente mediante un ciclo específico de actividad celular.

El proceso de remodelación del hueso implica las siguientes etapas:

- a) Activación de las células osteogénicas precursoras.
- b) Absorción activa del hueso (reabsorción).
- c) Periodo de descanso.
- d) Formación de hueso nuevo.

En humanos este proceso dura de 6 a 9 meses. En circunstancias normales el proceso de reabsorción y formación están estrechamente acoplados y el resultado es que no hay cambio en la masa ósea.³⁹

7.3 Cicatrización Ósea: Fase Precoz.

La reparación ósea va precedida del sangrado y formación del coágulo de sangre. El coágulo de sangre (fibrina y células agregadas de la sangre) representa el tejido de guía de reparación tisular (tejido de granulación). La adherencia superficial del coágulo es por tanto, esencial para la reparación ósea.

El coágulo se organiza a través de los capilares que lo atraviesan y de los preosteoblastos que lo acompañan. Además la neoformación ósea, en esta fase precoz, el organismo es capaz de reconocer los cuerpos extraños (aparecen macrófagos y células gigantes multinucleadas).

En esta primera fase existen procesos inflamatorios agudos y de proliferación que persiguen la cicatrización de la herida.⁴⁰



7.4 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 reticular se transforma aproximadamente a los 2 meses en un hueso laminar que contiene en su centro restos de hueso reticular.⁴⁰

7.5 Reparación Ósea.

La reparación ósea requiere la presencia de tres factores (Albrktsson, 1985):

- a) Un estímulo inicial que puede ser simplemente la inflamación (Kuntscher, 1967), cambios vasculares (Justus y cols., 1970), transformaciones bioquímicas (Davidovitch, 1973) o eléctricas (Basset 1965; Brighton 1973; Yasuda, 1977).
- b) Una célula adecuada: el osteoblasto reúne todas las características de las células relacionadas con la síntesis de proteínas. Es una célula mononucleada con prolongaciones cortas que entran en contacto con las de las células vecinas.
- c) Una buena nutrición de las células: el funcionamiento adecuado de toda la célula está asegurado por una buena nutrición sanguínea. La reparación ósea solo se inicia cuando aparece la sanguínea local.

Por consiguiente, el obstáculo principal para la cicatrización de los maxilar es su escasa vascularización.⁴¹

7.6 Alteraciones de la apófisis alveolar después de la extracción dental.

7.6.1 Procesos intraalveolares.

Amler presenta una imagen donde muestra la "Secuencia temporal de la regeneración tisular en heridas por extracción en seres humanos" (Fig.20); sostenía que después de la extracción dental las primeras 24 horas se caracterizan por la formación de un coágulo de sangre en el alveolo. En el termino de 2-3 días el coagulo de sangre es reemplazado gradualmente por tejido de granulación. Después de 4-5 días el epiteliode los márgenes del tejido blando empieza a proliferar para cubrir el tejido de granulación del alvéolo. Una semana después de la extracción el alvéolo contiene tejido de granulación, tejido conjuntivo joven y se inicia la formación de osteoide en su porción apical. Después de 3 semanas el alvéolo contiene tejido conjuntivo y

hay signos de mineralización del osteoide. El epitelio cubre la herida. Tras 6 semanas de curación la formación de hueso en el alvéolo es manifiesta y pueden verse trabéculas de hueso neoformado.

El estudio de Amler duró poco, de manera que sólo fue posible evaluar los eventos ocurridos en 1a porción marginal del alvéolo en curación. Por ende, la composición hística del sitio de extracción completamente curado no fue documentada en el estudio.³⁷

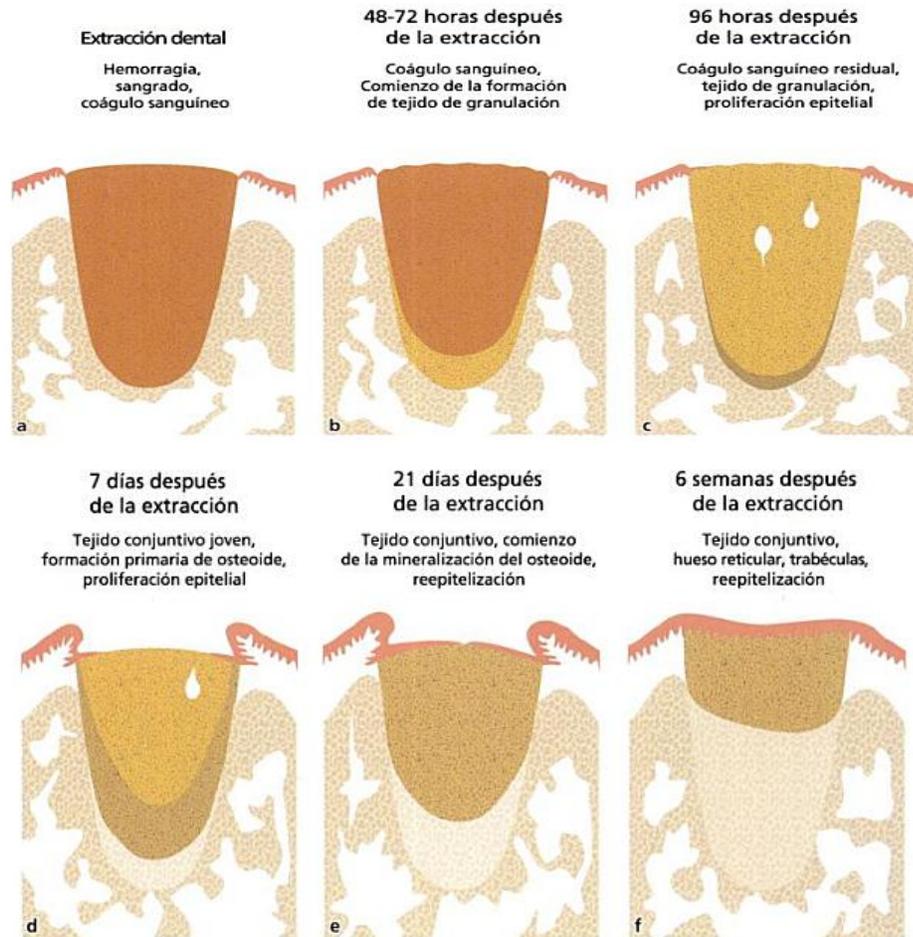


Fig. 20 Curación del alveolo después de la extracción del diente, según Amler (1969).

Por consiguiente, para describir con mayor detalle las distintas fases de la curación del alvéolo, incluidos los procesos de modelado y remodelado, se utilizarán los resultados de un experimento reciente de larga duración realizado con perros (Cardaropolij col., 2003). La curación de los sitios de extracción fue controlada con biopsias obtenidas a intervalos de entre 1 día y 6 meses.³⁷



7.6.1.1 Patrón global de la curación alveolar.

El alveolo vacío se llena primero de sangre y se forma un coágulo. Las células de la inflamación (leucocitos, neutrófilos y macrófagos) migran hacia el interior del coágulo y empiezan a fagocitar elementos de tejido necrótico. Comienza el proceso de limpieza de la herida. Ingresan en el coágulo brotes de vasos neoformados y células mesenquimáticas (del ligamento periodontal seccionado) y se formatejido de granulación. Este tejido es remplazado gradualmente por tejido conjuntivo provisional y después se deposita hueso inmaduro (hueso reticular). Las paredes alveolares de tejido duro, es decir el hueso alveolar propiamente dicho o hueso fasciculado, son resorbidas y la herida alveolar se llena de hueso reticular. Ahora las fases iniciales del proceso de curación están concluidas. En las fases siguientes el hueso reticular del alveolo será remodelado paulatinamente hasta que se convierta en hueso laminar y médula ósea.³⁷

Coagulación de la sangre.

Inmediatamente después de la extracción de un diente, la cavidad se llena con sangre. Las proteínas derivadas de los vasos y de las células dañadas inician una serie de acontecimientos que llevan a la formación de una red de fibrina (Fig.21).³⁷



Fig.21 Corte histológico (mesiodistal) representativo de 1 día de curación
(a). El alveolo está ocupado por un coágulo de sangre que contiene gran cantidad de eritrocitos
(b) atrapados en una red de fibrina, así como plaquetas (azules en [c]).

Las plaquetas forman cúmulos e interactúan con la red de fibrina para formar un coágulo sanguíneo. El coágulo actúa como una matriz física que orienta los movimientos de las células y además contiene sustancias de importancia para los procesos de curación posteriores. Contiene sustancias que influyen sobre las células mesenquimáticas (factores de crecimiento) y aumentan la actividad de las células de la inflamación. Esas sustancias van a inducir y amplificar la migración de diversos tipos de células al interior de la herida alveolar así como la proliferación, la diferenciación y la actividad de

síntesis de esas células dentro del coágulo. Comenzando así el proceso de "fibrinólisis" (Fig. 22).³⁷



Fig. 22 (a) Corte histológico (mesiodistal) representativo de lo que se observa a los 3 días de curación.

Limpieza de la herida.

Los neutrófilos y los macrófagos migran en dirección a la herida, fagocitan bacterias y tejido dañado (Fig. 23 b y c), limpian el sitio antes de que se pueda iniciar la formación de tejido nuevo. Los neutrófilos ingresan en la herida en una fase temprana mientras que los macrófagos aparecen algo más tarde.

Los macrófagos no sólo intervienen en la limpieza de la herida sino que también segregan factores de crecimiento y citocinas que promueven una mayor migración, proliferación y diferenciación de las células mesenquimáticas. Una vez eliminados los detritos y "esterilizada" la herida, los neutrófilos sufren apoptosis (muerte celular programada) y son removidos del sitio por acción de los macrófagos. Posteriormente los macrófagos abandonan la herida.³⁷

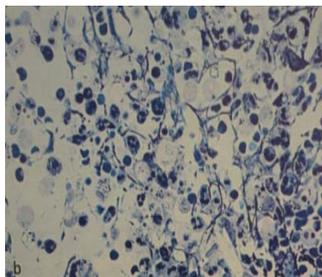


Fig. 23 (b) Se puede ver la presencia de neutrófilos y macrófagos ocupados en la limpieza de la herida y la degradación del coágulo sanguíneo.



Fig. 23 (c) En la superficie del hueso viejo en las paredes alveolares hay actividad osteoclástica.

Formación de tejido.

En el alvéolo ingresan brotes de estructuras vasculares y células mesenquimáticas, células similares a fibroblastos. Las células

mesenquimáticas comienzan a proliferar y depositan componentes de la matriz extracelular (Fig. 24 a, b y c).³⁷



Fig. 24 (a) Corte histológico a los 7 días de curación.

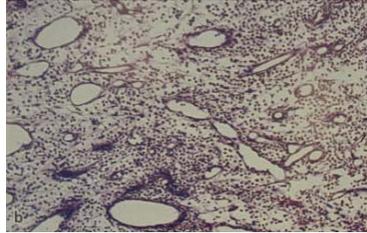


Fig. 24 (b) Presencia de un tejido de granulación temprano ricamente vascularizado con gran cantidad de células inflamatorias en la porción superior del alveolo.

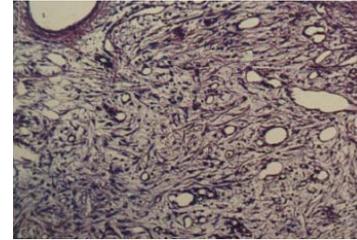


Fig. 24 (c) En áreas más apicales se ve un tejido que incluye gran número de células similares a fibroblastos, es decir, tejido de granulación maduro.

El tejido de granulación, va a reemplazar gradualmente al coágulo sanguíneo, este tejido contendrá:

- Macrófagos.
- Una gran cantidad de células similares a fibroblastos que liberaran factores de crecimiento, posteriormente proliferan y por último depositaran una matriz extracelular nueva que guía el ingreso de células adicionales y permite la diferenciación del tejido.
- Numerosos vasos sanguíneos neoformados que suministran el oxígeno y los nutrientes necesarios para el nuevo tejido.

Por medio de la combinación de fibroplasia (células mesenquimáticas) y angiogénesis (nuevos vasos) se establece un tejido conjuntivo provisional (Fig. 25 a, b y c).³⁷



Fig. 25 (a) Corte histológico (mesiodistal) representativo de lo que se observa a los 14 días de curación

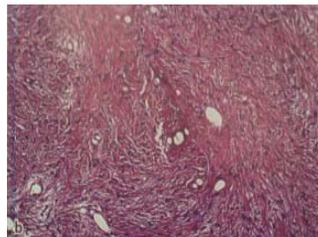


Fig. 25 (b) En la porción marginal de la herida hay un tejido conjuntivo provisional rico en células similares a fibroblastos.

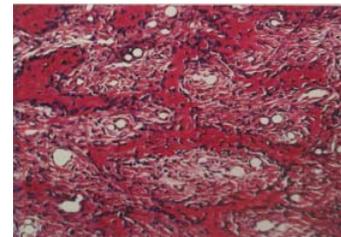


Fig. 25 (c) En este intervalo temporal ya ha comenzado la formación de hueso reticular en las regiones apical y laterales del alveolo.

La transición de tejido conjuntivo provisional a tejido óseo se produce a lo largo de las estructuras vasculares. De este modo, las células osteoprogenitoras migran y se acumulan en la periferia de los vasos, diferenciándose en osteoblastos y produciendo una matriz de fibras colágenas denominada hueso reticular, siendo este el primer tipo de hueso que se forma caracterizándose por:

- ✓ Un rápido depósito y proyecciones digitiformes a lo largo de los vasos sanguíneos.
- ✓ Matriz colágena desorganizada.
- ✓ Gran cantidad de osteoblastos que quedan atrapados en la matriz mineralizada.
- ✓ Escasa capacidad de soportar cargas.

Así se forma el osteoide, donde comienza el proceso de mineralización (Fig. 26 a, b y c).³⁷

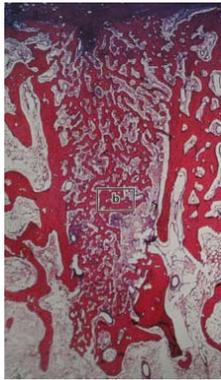


Fig. 26 (a) Corte histológico (mesiodistal) representativo de lo que se observa a los 30 días de curación. El alveolo se ha llenado de hueso reticular.

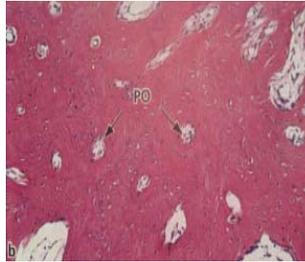


Fig. 26 (b) Este hueso reticular contiene una gran cantidad de células y osteonas primarias (PO).

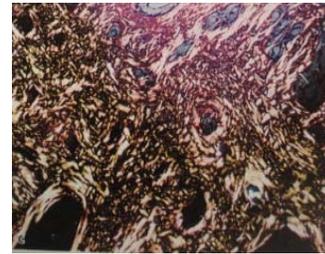


Fig. 26 (c) Imagen que ilustra el patrón reticular de las fibras colágenas en este tipo de hueso (microfotografía con luz polarizada).

Durante esta fase temprana de la curación el tejido óseo de las paredes del alveolo (el hueso fasciculado) es eliminado y reemplazado por hueso reticular.

Modelado y remodelado tisular.

La formación inicial de hueso es un proceso rápido. En unas pocas semanas todo el alveolo post extracción estará lleno de hueso reticular proporcionando una estructura de soporte estable, una superficie sólida, una fuente de células osteoprogenitoras y profusa provisión de sangre para las funciones celulares y la mineralización de la matriz; siendo reemplazado paulatinamente por hueso laminar y médula ósea (Fig. 27 a, b y c).³⁷



Fig. 27 (a) Corte histológico (mesiodistal) 60 días después de la extracción.

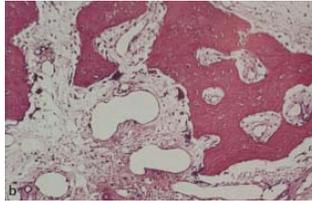


Fig. 27 (b) Una gran parte del hueso reticular ha sido remplazado por una médula ósea.

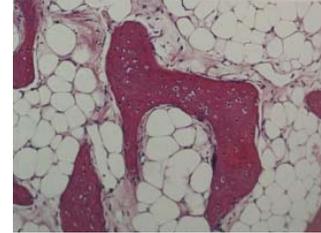


Fig. 27 (c) Nótese la presencia de una gran cantidad de adipocitos que residen en un tejido que todavía contiene hueso reticular.

El hueso reticular es reabsorbido hasta cierto nivel. Este nivel establece la denominada línea de reversión, que será el nivel desde el cual se formará hueso nuevo con osteonas secundarias (Fig. 28).³⁷

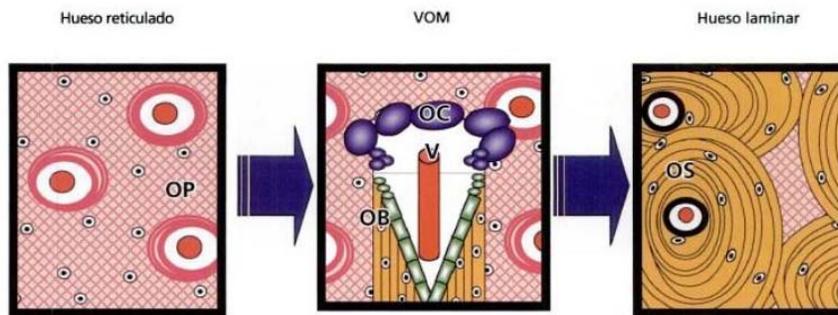


Fig. 28 Dibujo esquemático que describe la forma en que el hueso reticular es remplazado por hueso laminar.

Este remodelado puede comenzar durante la curación del alvéolo, sin embargo, el remplazo total del hueso reticular por hueso laminar con médula ósea tardará varios meses.

Una parte importante de la curación del alvéolo consiste en la formación de una tapa constituida inicialmente por hueso reticular que cerrará la entrada marginal a esa estructura (Fig. 29); pero después es remodelada y sustituida por hueso laminar, el cual se continúa con la tabla cortical en la periferia del sitio edéntulo (Fig. 30). Este proceso recibe el nombre de corticalización.³⁷

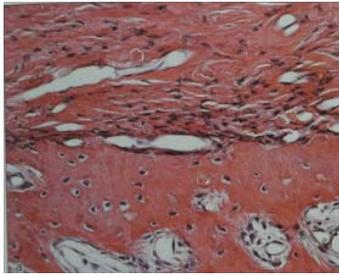


Fig. 29 Hueso reticular con osteonas primarias que ocupa la entrada del alveolo después de 60 días de curación

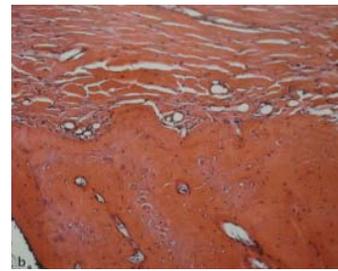


Fig. 30 Después de 180 días el hueso reticular ha sido remplazado en su mayor parte por hueso laminar.

Como no existe estrés por fuerzas generadas durante la masticación u otros contactos oclusales, no hay demanda de hueso mineralizado por lo que en muchos pacientes edéntulos, todo el reborde alveolar sufre regresión como resultado de la adaptación continua a la falta de función.

7.6.2 Procesos extraalveolares.

En un experimento con perros (Araújo y Lindhe, 2005) se examinaron las alteraciones ocurridas en el perfil del reborde alveolar edéntulo después de las extracciones dentales.

En este estudio se hemiseccionaron los premolares inferiores. Se levantaron colgajos de espesor total en los lados vestibular y lingual; las raíces distales fueron extraídas y los colgajos fueron reubicados y suturados para cubrir el alvéolo de la extracción reciente (Fig. 30 a y b).³⁷



Fig. 30 (a) Fotografía que ilustra sitios de los que se han extraídas las raíces distales de los premolares tercero y cuarto (experimento con perros).



Fig. 30 (b) Los colgajos mucosos de espesor total fueron reubicados y suturados para cerrar la entrada del alveolo.

Después de 1, 2, 4 y 8 semanas de curación se obtuvieron piezas de biopsia que incluyeron un alvéolo post extracción y raíces adyacentes. Los bloques fueron seccionados en el plano vestibulolingual.

En un corte vestibulolingual de la raíz distal de un tercer premolar intacto con los tejidos duros y blandos que lo rodean. La pared lingual de tejido duro es mucho más gruesa que su contraparte vestibular. Una capa de hueso fasciculado ocupa la porción interna de la pared ósea lingual. También

hay una delgada capa de hueso fasciculado en la cresta del reborde (Fig. 31).³⁷



Fig. 31 Corte histológico (vestibulolingual) de la raíz distal de un tercer premolar intacto en el perro. Nótese la pared lingual gruesa y la pared vestibular más delgada. Vista con mayor aumento de la cresta ósea en la pared lingual (a) y en la pared vestibular (b).

Conviene recordar que el hueso fasciculado es parte de los tejidos de sostén del diente; este tejido no tiene una función obvia después de la extracción dental y por ende finalmente será resorbido y desaparecerá.

Transformación del reborde alveolar edéntulo.

- 1 semana después de la extracción dental (Fig. 32). Se observa gran cantidad de osteoclastos en las caras externa e interna de las tablas óseas vestibular y lingual indicando que el hueso fasciculado está siendo resorbido.³⁷

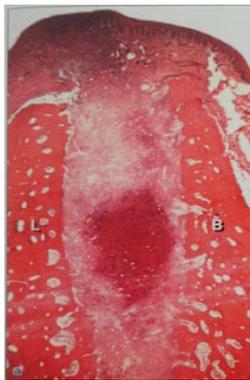


Fig. 32 (a) Corte histológico (vestibulolingual) del alveolo después de 1 semana de curación. Se nota la presencia de gran cantidad de osteoclastos en la porción de la cresta

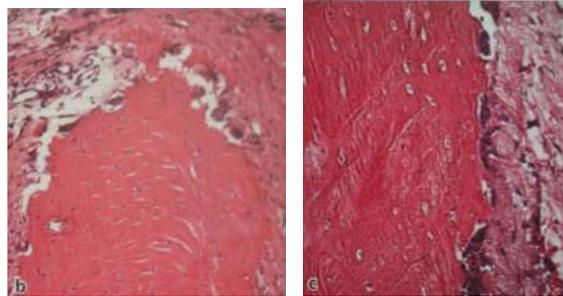


Fig. 32 (b) y en la porción interna (c) de la pared vestibular; L = hueso lingual.

- 2 semanas después de la extracción dental (Fig. 33). Se observa que en las partes apical y lateral del alvéolo hay hueso reticular, en las porciones más centrales tejido conjuntivo provisional y en las porciones marginales y externas de las paredes alveolares numerosos osteoclastos.³⁷

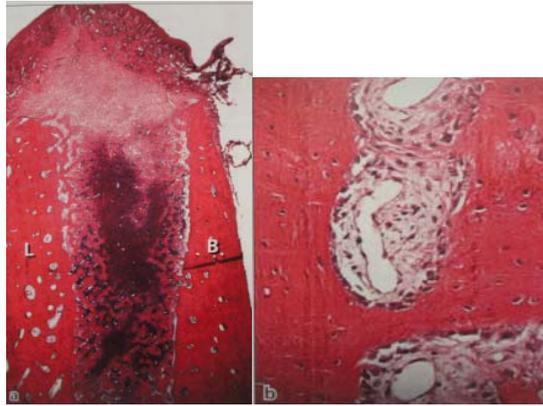


Fig. 33 Corte histológico (vestibulolingual) del alveolo después de 2 semanas de curación. Nótese que el hueso fasciculado en la cara lingual del alveolo esta siendo reemplazado por hueso reticular. B = hueso vestibular; L = hueso lingual.

- *4 semanas después de la extracción dental* (Fig. 34). En las porciones externas y marginales de las paredes hay gran número de osteoclastos. Éstos también recubren las trabéculas de hueso reticular presentes en las caras central y lateral del alvéolo. Esto sugiere que el hueso reticular es reemplazado por un tipo de hueso más maduro.³⁷



Fig.34 Corte histológico (vestibulolingual) del alveolo despues de 4 semanas de curación. El alveólo post extracción se ha llenado de hueso reticular. En la parte superior de la pared vestibular el hueso viejo de la cresta está siendo resorbido y reemplazado por tejido conjuntivo o bien por hueso reticular. B = hueso vestibular; L = hueso lingual.

- *8 semanas después de la extracción dental* (Fig. 35). Se ha producido la corticalización. En la cara externa y en la parte superior de las paredes óseas vestibular y lingual hay signos de resorción de tejido duro en curso. La cresta del hueso vestibular en posición más apical que su contraparte lingual.³⁷

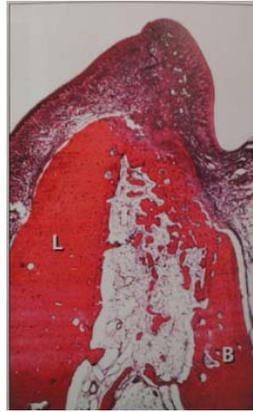


Fig. 35 Corte histológico (vestibulolingual) del alveolo despues de 8 semanas de curación. La entrada del alveolo está sellada con una tapa de hueso mineralizado neoformado. Puede verse que la cresta de la pared vestibular está situada en dirección más apical que la cresta de la pared lingual. B = hueso vestibular; L = hueso lingual.

En conclusión se ilustran los cambios relativos en la localización de la cresta de las paredes óseas vestibular y lingual ocurridos durante las 8 semanas de curación. Mientras que el nivel del margen de la pared lingual permaneció razonablemente alterado, el margen de la pared vestibular se desplazó varios milímetros en dirección apical (Fig. 36).³⁷

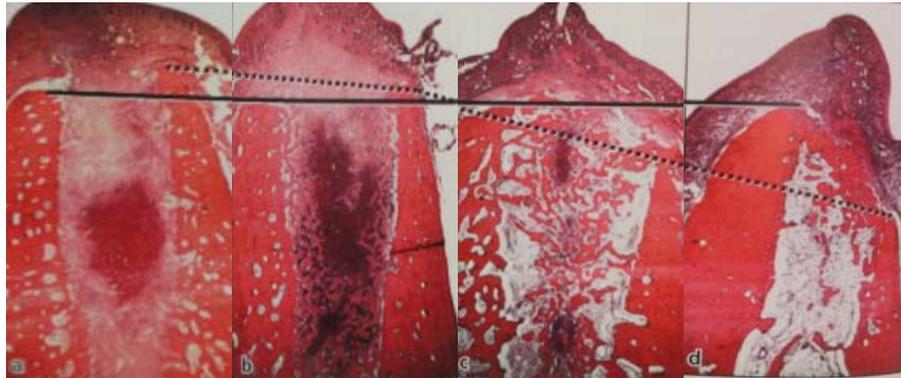


Fig. 36 Cortes histológicas (vestibulolinguales) descriptivos del perfil de la región edéntula en el perro después de transcurridas (a) 1, (b) 2, (c) 4 y(d) 8 semanas de la extracción dental. Mientras que el nivel marginal de la pared lingual se conservó durante el proceso de curación (línea llena), la cresta de la pared vestibular fue remplazada > 2 mm en dirección apical (línea de puntos)-



8. PRESERVACIÓN DE ALVEOLO.

8.1 Definición.

Mantenimiento de el nivel del reborde alveolar que existe antes de realizar la extracción de un diente de un área estética que será posteriormente restaurada con una prótesis o un área que será posteriormente receptora de un implante.

8.2 Clasificación de los defectos de los alvéolos post extracción.

Al extraer el diente podremos encontrarnos con distintos defectos del reborde alveolar, para los cuales han surgido distintas clasificaciones con el objetivo de ayudar a elegir el tratamiento adecuado para los mismos y mejorar la predictibilidad de los resultados.⁴²

Seibert en 1983 clasificó los defectos del reborde⁴³:

- Defectos Clase I: presentan la pérdida tisular bucolingual con unas dimensiones apicocoronales normales en el reborde.
- Defectos Clase II: presentan pérdida tisular apicocoronal y unas dimensiones bucolinguales normales en el reborde.
- Defectos Clase III: presentan una combinación de ambas deficiencias en anchura y altura. Wang destaca que en esta clasificación cada uno de los apartados podría subdividirse a su vez en distintas categorías basándose en el tamaño de los defectos, lo cual puede resultar muy útil a la hora de escoger el tratamiento y predecir sus resultados.^{42,44}

Para lo mismo surgió un sistema modificado de la clasificación de Seibert, que es la clasificación HVC, en el cual se mantienen las tres categorías generales simplificando su terminología: los defectos clase I, II y III pasan a denominarse defectos horizontales (H), verticales (V) y combinados (C). Cada categoría se subdivide a su vez en: defectos pequeños (s, menor o igual de 3mm), medios (m, de 4 a 6mm) y grandes (l, mayor e igual de 7 mm).⁴²

Actualmente se ha descrito una clasificación del estado del diente a extraer, sugerida por Elian, Tarnow, et al.⁴⁵ Ésta se basa en la presencia de tejido blando y pared ósea vestibular. Esta clasificación se divide en tres tipos:



- Tipo I: los tejidos blandos y la pared ósea bucal están al nivel normal de la unión cemento-esmalte en el diente previo a la extracción y post- extracción. Resulta fácil de tratar y con resultados muy predecibles.
- Tipo II: los tejidos blandos bucales están en la posición normal pero hay pérdida parcial de tabla ósea vestibular post-extracción. Resulta difícil de diagnosticar y el clínico puede confundirlo con un tipo I.
- Tipo III: pérdida de tabla ósea y de tejidos blandos vestibular post - extracción. Resulta difícil de tratar. Esta clasificación ayuda al clínico a decidir si es necesario realizar tratamiento en el alvéolo post- extracción previo a la colocación de implantes o si es posible colocar el implante de manera inmediata.

Destacar que la mayoría de los especialistas recomiendan que el hueso tenga una anchura mínima de 5mm y una altura de 7–10mm previo a la colación del implante.⁴²

8.3 Procesos biológicos en una zona post extracción.

Según Amler⁴⁶, existen 5 estadíos en la cicatrización de un alveolo post extracción:

Estadío 1: se forma inmediatamente un coágulo de células blancas y rojas, produciéndose hemostasia.

Estadío 2: el tejido de granulación reemplaza al coágulo sobre el 4º o 5º día. Se inicia la angiogénesis a través de la cadena de células endoteliales y formación de capilares.

Estadío 3: el tejido conectivo reemplaza gradualmente al tejido de granulación en 14-16 días. Recubrimiento epitelial completo.

Estadío 4: inicio de calcificación de tejido osteoide, comenzando en la base y periferia del alveolo (7-10 días). A las 6 semanas, el hueso trabecular rellena casi al completo al alveolo. Máxima actividad osteoblástica, proliferación de elementos celulares y de tejido conectivo con osteoblastos debajo de tejido osteoide alrededor de lagunas inmaduras de hueso (4º-6º semana postextracción). Tras la 8º semana, la osteogénesis parece disminuir.



Estadío 5: tras 4 o 5 semanas hay epitelización completa del alveolo. Relleno óseo completo entre 5º y 10º semana. A las 16 semanas se completa relleno óseo, con poca actividad osteogénica.

8.4 Objetivos.

Preservar la misma altura y el mismo grosor del reborde alveolar existente antes de la extracción dental para mejorar el resultado estético, morfológico y funcional de esta zona.

8.5 Indicaciones.

En la presencia de las siguientes situaciones será necesario un procedimiento de preservación de reborde alveolar mediante técnicas de regeneración ósea guiada:

- ✓ Extracción dental traumática, incluyendo resección ósea o la fractura de la tabla vestibular o pared alveolar.
- ✓ Presencia de prominencia radicular, dehiscencias y fenestraciones (biotipo periodontal fino).
- ✓ Apicectomías previas.
- ✓ Fractura radicular con pérdida de hueso adyacente.
- ✓ Enfermedad periodontal y/o absceso con pérdida de la tabla cortical alveolar.

La exploración circunferencial cuidadosa del alveolo post extracción ayuda a determinar la presencia de fenestraciones y/o dehiscencias alveolares. Si se observa una dehiscencia, fenestración o tabla ósea estrecha, se aconseja realizar la técnica de preservación del reborde alveolar. Si las paredes del alveolo post-extracción son gruesas y se encuentran intactas, la preservación alveolar puede no ser necesaria. Sin embargo, los cambios en la morfología alveolar en ocasiones son impredecibles. En especial cuando los dientes son extraídos en la zona estética, injertar el reborde alveolar mediante técnicas de preservación puede ser un requisito para lograr maximizar el resultado estético.^{47,48}

8.6 Técnica.

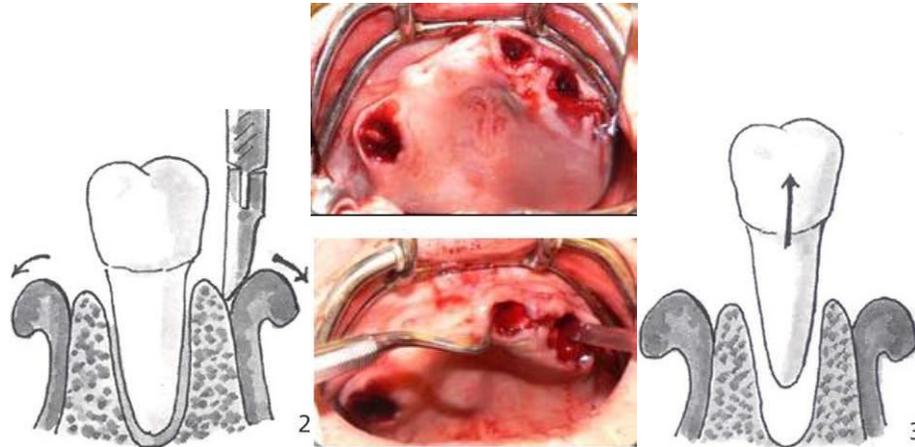
1. Anestesia local, según cada paciente.
2. Se realiza una incisión en el tejido blando (intrasulcular) y sin descargas.



3. Levantamiento de un pequeño colgajo mucoperióstico sólo para desperiostizar el diente.

4. Extracción lo más cuidadosa posible, con respeto a las paredes alveolares, en especial la vestibular. En dientes multirradiculares se hace odontosección.

5. Minucioso curetaje (Fig. 37) y limpieza del alvéolo.



Figs. 37. Extracción atraumática y curetaje minucioso para limpiar el alveolo

6. Colocación del injerto óseo y membrana afrontando los tejidos blandos y sutura (Fig. 38). Si no se consigue el cierre primario, se recurre a un injerto rotado pediculado de paladar (Fig. 39).

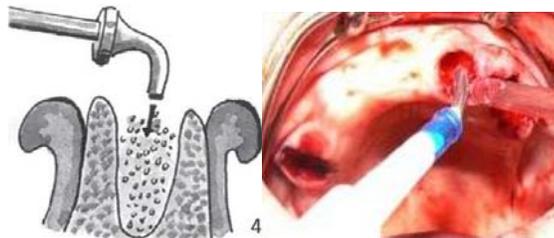


Fig. 38 Colocación del injerto óseo

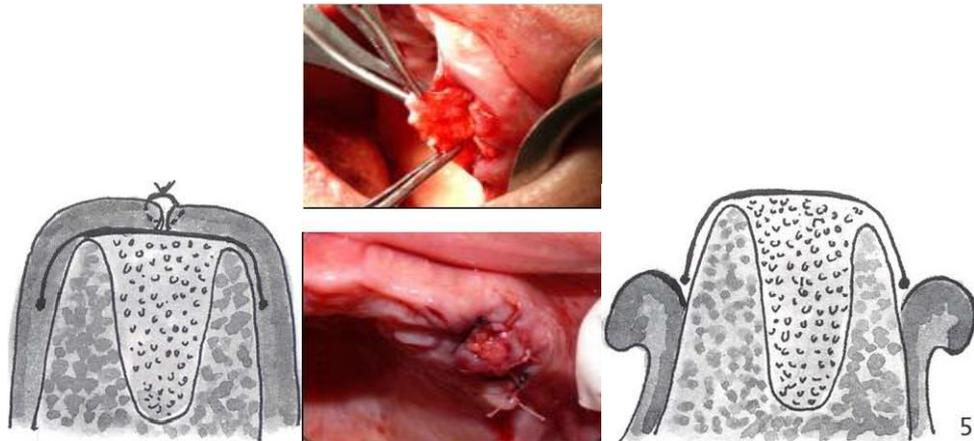


Fig.39 Injerto rotado de paladar y sutura con cierre primario.

7. A la semana de las extracciones se valora el estado de los tejidos blandos y al presentar un buen estado general se le ajusta al paciente su prótesis inmediata.



9. INJERTOS ÓSEOS.

Los injertos óseos se usan en muchos aspectos de cirugía reconstructiva. Estos tienen una doble función: mecánica y biológica. Dependiendo del resultado clínico que se busque, una de esas dos funciones puede ser más importante que la otra.

En la interfase injerto-óseo-huésped existe una compleja relación donde múltiples factores pueden intervenir en la correcta incorporación del injerto; dentro de ellos destacan.

- La zona de implantación.
- Vascularización del injerto.
- Interfase hueso-huésped.
- Inmunogenética entre donante y huésped.
- Técnicas de conservación.
- Diversos factores sistémicos (hormonales, calidad ósea, uso de medicamentos, enfermedades crónicas degenerativas).
- Propiedades mecánicas (que dependen de tamaño, forma y tipo de injerto).

9.1 Propiedades de los injertos óseos.

1. Bio-compatibilidad: El injerto autólogo es el material más biocompatible.
2. Disponibilidad: El gran problema del hueso autólogo es la necesidad de un área donante para su obtención. Con los demás tipos de hueso no hay limitación de cantidad y podemos disponer de múltiples formas y tamaños.
3. Capacidad Osteogénica-Osteoinductora: Sólo el hueso autógeno es osteogénico, y dentro de él, con mayor predisposición el hueso esponjoso.
4. Habilidad para actuar como matriz: De esta propiedad dependen las características de estabilidad y reabsorción-recambio.
5. Estabilidad mecánica: Esta propiedad va ligada a la rigidez del material y su capacidad de soportar fuerzas de tensión-compresión. Los injertos corticales son los que mayor estabilidad mecánica proporcionan, y por ello son los que deben ser utilizados para su interposición entre



fragmentos osteotomizados y movilizados. El material sintético puede aportar una estabilidad similar a la de la cortical ósea biológica.

6. Capacidad de reabsorción: Depende del origen del hueso:
 - a. Membranoso: huesos de la cara (mandíbula) y bóveda craneal (calota)
 - b. Endocondral: huesos largos, costillas y cadera.⁴⁹

9.2 Tipos de injertos.

9.2.1 Según su origen:

- a. Autoinjerto o injerto autólogo.
- b. Injerto homólogo, Alogénico o Aloinjerto.
- c. Heterólogo o Xenoinjerto.
- d. Sintético o Aloplástico.

9.2.2 Según su estructura:

- a. Cortical: de gran resistencia biomecánica.
- b. Esponjoso: se revasculariza rápidamente.
- c. Cortico-esponjoso: posee las dos propiedades anteriores unidas.
- d. Chips: hueso particulado.
- e. Papilla de hueso: es la mezcla de alguno de los anteriores injertos con sangre, colágeno entre otras sustancias.
- f. Injerto compuesto: autoinjertos mezclados con componentes orgánicos o inorgánicos.

9.2.3 Según su modo de acción:

- a. Osteogénicos.
- b. Osteoinductivos.
- c. Osteoconductivos.

9.3 Injertos Autólogos.

El injerto óseo autólogo desde hace más de 100 años representa el estándar de oro de los injertos óseos.^{50, 51} Puede ser de hueso esponjoso, corticales no vascularizados o corticales vascularizados, y los diferentes tipos de injertos pueden tener distintas propiedades.⁵¹ El injerto tiene propiedades osteogénicas (células osteoblásticas derivadas de la médula



ósea y células preosteoblásticas 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 enfermedades. El material óseo para el injerto es obtenido del mismo paciente. El sitio donante se selecciona de acuerdo con el volumen del defecto. (*Tabla 1 y 2*).⁵³

9.4 Aloinjertos óseos.

El material óseo es tomado de otro individuo de la misma especie pero de diferente genotipo.⁵¹ Se obtiene de cadáveres, se almacena y procesa en bancos de tejidos. Su ventaja es que se elimina el sitio donante en el paciente, se disminuye el tiempo quirúrgico y de anestesia y se presenta menor pérdida sanguínea durante la cirugía.

El aloinjerto se comporta como una estructura que permitirá el crecimiento de nuevo hueso a partir del reemplazo gradual que sufre el injerto por el hueso huésped. Este proceso se da por proliferación subperióstica y endocondral. Al no poseer células vivas la formación ósea es lenta y se pierde volumen apreciable si se compara con el injerto autólogo. Se emplean fundamentalmente para soportar cargas mecánicas y resistir fallos en zonas donde hace falta soporte estructural. Tienen propiedades osteoconductoras (*Tabla 3*).

Dadas las complicaciones de los autoinjertos y aloinjertos óseos, actualmente existen estrategias para tratar de aumentar las tasas de consolidación ósea en presencia de injerto óseo o para tratar de reemplazar la necesidad de su utilización o la cantidad del mismo. A los materiales generadores de hueso se les clasifican como.⁵²

- **Extensor óseo:** Material que permite la utilización de una menor cantidad de injerto óseo con el mismo resultado final o de la misma cantidad de injerto pero cubriendo mayor área de superficie para obtener la misma tasa de función final.
- **Potenciador óseo:** sistema que en conjunto con el injerto óseo aumenta la tasa de fusión utilizando la misma o una menor cantidad de injerto.
- **Sustituto óseo:** material que se puede emplear en lugar del injerto y que obtiene tasas de fusión iguales o mejores que el injerto óseo autólogo.

9.5 Xenoinjertos óseos.

Injertos obtenidos de individuos de diferente especie. Son el centro de interés de muchos estudios debido a que se pueden conseguir con facilidad, sin embargo, su capacidad inmunogénica, tanto de las células como de la



matriz orgánica, limita su utilización y hace necesaria su desprotección (Tabla 4).⁴⁹

9.6 Aloplásticos óseos.

Son sustitutos óseos sintéticos, cerámicas o polímeros generalmente, con diferentes características unos y otros. Estos materiales tienen la ventaja de tener una disponibilidad ilimitada ya que se elaboran físico-químicamente de manera industrial, la manipulación es sencilla, fáciles de almacenar y poseen un altísimo nivel de calidad gracias a la normalización. Dentro de los inconvenientes podemos citar la reacción de cuerpo extraño que depende de la biocompatibilidad del material. En la actualidad se prueban muchos materiales no óseos para restauraciones periodontales aunque estos únicamente servirán como un elemento osteoconductor, es decir ninguno, promoverá por sí solo la regeneración de tejido óseo nuevo, sino únicamente servirá como un andamio de este (Tabla 5).⁴⁹



Tipo de Injerto	Clasificación		Subdivisión	Fuente	Técnicas de Obtención	Ventajas y Desventajas	Mecanismos de Acción del Hueso	Absorbible / No Absorbible
Procedentes de Seres Vivos (Derivados Óseos)	Autoinjerto	Intraoral	1. Coágulo Óseo.	<ul style="list-style-type: none"> Hueso del reborde lingual de la mandíbula Exostosis. Rebordes edéntulos. Hueso distal de un diente terminal. Hueso eliminado por osteoplastia u osteotomía. 	Pequeñas partículas raspadas de hueso cortical y combinarlas con sangre	<ul style="list-style-type: none"> El tamaño de la partícula proporciona una interacción entre los elementos vasculares y celulares. La ventaja de esta técnica es la facilidad de obtener hueso de sitios quirúrgicos ya expuestos; también es muy rápida de realizar y se lleva a cabo en áreas sin mayor preparación. Las desventajas se centran en su relativa baja predictibilidad y en la incapacidad de procurar un material adecuado para defectos grandes. 	Osteogénico. Osteoinductor.	Absorbible.
			2. Armonización ósea.	<ul style="list-style-type: none"> Se retira hueso de sitios predeterminados (alveolos de extracción, exostosis, área edéntula o alguna región del defecto) con cinceles o alveolotomos. 	Esta técnica utiliza una cápsula plástica y pistilo, plásticos que se pueden colocar en el autoclave; se retira el hueso del sitio predeterminado con cinceles o alveolotomos. Los fragmentos óseos y el pistilo se colocan en la cápsula, se agregan algunas gotas de solución salina estéril. La capsula se cierra, se envuelve en una gasa estéril, y se coloca en el triturador (60 segundos).	<ul style="list-style-type: none"> Ventaja: Usado en defectos grandes y no crea resistencia autoinmune. Desventaja: es la cantidad y la calidad de los fragmentos óseos en el material reunido. 	Osteogénico.	Absorbible.
			3. Transplantes de médula ósea esponjosa intrabucal.	<ul style="list-style-type: none"> Tuberosidad maxilar. Áreas edéntulas. Alveólos cicatrizantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza una incisión en el reborde distal del último molar y se retira el hueso con un rongeur curvo y cortante; teniendo cuidado de no extender la incisión demasiado distal para evitar cortar los tendones del musculo palatino. En los rebordes edéntulos se realizan unos colgajos y se retira el hueso con curetas de hueso esponjo y de médula. En los alveólos cicatrizantes se permite que sanen de 8 a 12 semanas, y se retira la porción apical como material donador. 	<ul style="list-style-type: none"> Ventajas: Reducción de las bolsas periodontales, crecimiento de hueso alveolar y ganancia verdadera del nivel de inserción. 	Osteogénico. Osteoinductivo.	Absorbible.
			4. Deslizamiento óseo o trasposición ósea.	Hueso de un área edéntula adyacente al defecto.	De un área edéntula adyacente al defecto se empuja el hueso en contacto con la superficie radicular hacia la zona del defecto óseo, sin fracturarlo en su base.	Esta técnica es complicada por los grados variables de elasticidad de hueso; uno con una composición esponjosa mayor es mas flexible, aquel sin un material esponjoso adecuado tiende a fracturarse del alveolo y no proporciona un injerto óseo contiguo.	Osteogénico.	Absorbible.

Tabla 1. Injertos Autógenos Intraorales.⁵³



Tipo de Injerto	Clasificación		Subdivisión	Fuente	Técnicas de Obtención	Ventajas y Desventajas	Mecanismos de Acción del Hueso	Absorbible / No Absorbible
Procedentes de Seres Vivos (Derivados Óseos)	Autoinjerto	Extraoral	1. Cresta iliaca (anterior o posterior).	Médula ósea roja o hematopoyética.	Se obtiene médula ósea roja o hematopoyética, junto con hueso esponjoso, y es tan suave que se puede cortar con tijeras en cubos de 1 a 3 mm. (obtención con agujas especiales o con instrumentos especiales).	Desventajas: Presenta secuelas posoperatorias de infección, exfoliación y secuestro; grados variables de cicatrización, resorción radicular y recurrencia rápida del defecto; aumentan los gastos del paciente y dificultad para obtener el material donado. Técnica en desuso.	Osteogénico. Osteoinductor.	Absorbible.
			2. Médula vertebral.					

Tabla 2. Injertos Autógenos Extraorales.⁵³

Tipo de Injerto	Clasificación	Subdivisión		Fuente	Técnicas de Obtención	Ventajas y Desventajas	Mecanismos de Acción del Hueso	Absorbible / No Absorbible
Procedentes de Seres Vivos (Derivados Óseos)	Aloinjerto	Banco de tejido.		Hueso cortical.	A las 12 horas de la muerte del donador, se desgrasa, se corta en piezas y se lava en alcohol absoluto, se seca de manera profunda y después se raspa y se cuela a un tamaño de partícula de 250 a 750 µm y se congela seco. Y por último se sella al vacío en un frasco de vidrio.	<ul style="list-style-type: none"> Desventaja: Pueden generar respuesta inmune. Ventaja: produce una reducción importante en la reducción del sondeo, crea una ganancia en el nivel de inserción, y regeneración ósea.. 	Osteogénico.	Absorbible.
		Descalcificado seco congelado (AHDSC).	AHDSC esponjoso	Costillas.	La porción de hueso se muele hasta sacar un polvo de hueso cuyas partículas varían en tamaño de 250 a 500 µm. se desmineraliza para proveer de una mayor inductividad (exponiendo proteínas de la matriz).		Osteoinductor.	Absorbible.
			AHDSC cortical					

Tabla 3. Aloinjertos Óseos.⁵³

Tipo de Injerto	Clasificación	Subdivisión	Fuente	Técnicas de Obtención	Ventajas y Desventajas	Mecanismos de Acción del Hueso	Absorbible / No Absorbible
Procedentes de Seres Vivos (Derivados Óseos)	Xenoinjerto	1. Hueso boplant.	Ternero	Tratado con extracción detergente, esterilizado, secado y congelado.	Pueden generar respuesta inmune.	Osteoconductor.	Absorbible.
		2. Hueso Kiel.	Becerro y buey	Desnaturalizado con peróxido de hidrógeno al 20%, secado con acetona y esterilizado con óxido de etileno.			
		3. Hueso anorgánico.	Buey	Extracción del material orgánico por medio de etilenediamina, después se esteriliza en el autoclave.			

Tabla 4. Xenoinjertos Óseos.⁵³



Tipo de Injerto	Clasificación	Subdivisión	Fuente	Técnicas de Obtención	Ventajas y Desventajas	Mecanismos de Acción del Hueso	Absorbible / No Absorbible	
No Derivados Óseos	Aloplásticos	Esclera.	Ojo.		Proporciona una barrera a la migración apical del epitelio de unión, y sirve para proteger el coágulo sanguíneo durante el periodo inicial de cicatrización.	Osteoinductor. Osteoconductor.		
		Cartílago.			Evolución limitada.	Osteoinductor. Osteoconductor.		
		Yeso de Paris.	Sulfato de Calcio.		Biocompatible y poroso, por lo tanto permite intercambio de líquido que evita la necrosis del colgajo.	Osteoconductor	Se reabsorbe por completo en 1 a 2 semanas	
		Materiales plásticos.	Resina compuesta no reabsorbible, microporosa de polimetilmetacrilato y polihidroxilmetilmetacrilato (polímero RTH).		Es biocompatible. Un estudio clínico de 6 meses demostró un relleno importante del defecto y mejoría de la unión de inserción. A nivel histológico se encapsula con fibras de tejido conectivo, sin evidencias de una nueva inserción.	Osteoconductor.	No Bioabsorbible.	
		Biomateriales de Fosfato de Calcio.	1. Hidroxiapatita (HA). TP 1.67	Fosfato de Calcio, Naftalina y Peróxido de Hidrógeno.	Polvos químicos preparados en una solución acuosa compactados a altas presiones y después fundidos a altas temperaturas.	Compatibilidad tisular excelente. No producen respuesta de inflamación ni de cuerpo extraño. Los resultados clínicos buenos, pero a nivel histológico se observan encapsulados por colágena.	Son osteoconductores y no osteoinductivos, cuando se colocan cerca de hueso viable, inducirán formación ósea, pero no cuando están rodeados de tejido no formador.	No Bioabsorbible.
			2. Fosfato Tricálcico (TCP) TP 1.5					Bioabsorbible en forma parcial.
		Derivados del coral.	1. Coral Natural	Esqueleto de ciertos invertebrados marinos de las especies del coral	Componentes orgánicos del coral se eliminan mediante descomposición con hipoclorito de sodio y el esqueleto limpio consta de Carbonato de Calcio (Aragonita) que se transforma en una Hidroxiapatita por medio de un intercambio hidrotérmico. La apatita formada sustituye a la Aragonita porosa.	1. Se reabsorbe con lentitud. 2. Biocompatible	Osteoconductor.	No Bioabsorbible
			3. Hidroxiapatita Porosa Derivada del Coral					

Tabla 5. Aloplásticos Óseos.⁵³



10. MEMBRANAS EN PRESERVACIÓN DE ALVÉOLO.

El uso de una membrana elimina el problema de migración de partículas del injerto fuera del defecto del alvéolo mientras previene la invaginación también del tejido blando y epitelial dentro del alvéolo de cicatrización.⁵⁴

Seleccionar cual membrana se debe utilizar requiere del conocimiento de las propiedades regenerativas de la misma.⁵⁵

10.1 Tipos.

Las membranas se pueden dividir en 2 categorías basadas en la propiedad de absorción:

10.1.1 Membranas Reabsorbibles.

Membranas reabsorbibles o biodegradables pueden ser utilizados en protocolos de ROG evitando la segunda etapa quirúrgica para la remoción. Estas membranas han demostrado en la aplicación clínica una adecuada bioinercia, permitiendo que los tejidos blandos reparen en tiempos fisiológicos por primera intención. Por el contrario, la utilización experimental ha destacado una pérdida de las características biomecánicas intrínsecas de estos presidios, como puede ser una pérdida e la barrera provocada por colapso debido a la presión dictada por los ejidos blandos. 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.⁵⁶

Al utilizar membranas reabsorbibles, si estas se exponen durante el período de cicatrización cursan con un porcentaje pequeño de complicaciones y fracasos en la regeneración.⁵⁵

10.1.2 Membranas No Reabsorbibles.

Las membranas no reabsorbibles (MNR) fueron los primeros materiales aprobados 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 las variaciones en la efectividad. Requieren un segundo procedimiento quirúrgico para ser removidas; la necesidad de la segunda cirugía se acompaña de la aceptación del paciente, tiempo, costo y posible morbilidad asociada con algún procedimiento quirúrgico. Su función es temporal y una vez que esta es completada es removida. La función de



integración tisular de la membrana se puede llevar a cabo pero es susceptible a la contaminación bacteriana latente o postquirúrgica.⁵⁷

Las 2 desventajas principales de las membranas no reabsorbibles son: el potencial de exposición durante la cicatrización y la subsecuente colonización por bacterias orales que pueden comprometer los resultados clínicos, y la necesidad de una segunda cirugía para retirar la membrana.⁵⁸

Cabe destacar que al utilizar ciertas membranas como barrera en el tratamiento de un alvéolo post – extracción podemos encontrarnos con algunas dificultades, como resultado de desplazamiento coronal del colgajo para asegurar un buen cierre de los tejidos blandos sobre la membrana:

- La reducción potencial de encía queratinizada.
- Alteraciones del contorno gingival.
- Migración de la unión mucogingival.

Todas éstas pueden interferir con la estética del tratamiento.^{59,45}

TIPO	DURABILIDAD	MARCAREGISTRADA	FABRICANTE
colageno	Bioabsorbible	BioGuide.BioMendBioMendExtendTachoComb	GeistlichBiomaterials,Switzerland SulzercalekIncSulzercalekIncNycomed,Munich,Germany
copolímeros	Bioabsorbible	GoreTexResolutXTvicrylpoliglactin910	WLGore&Associates
PTFE-e	Noreabsorbible	GoreTxyGoreTexTR	WLGore&Associates
PTFE	Noreabsorbible	TefGenFDRegentexGBR-200BioGen	Lifecore,Inc OsteogenicsBiomedical.Inc AceSurgicalSupplyCo,Inc
Laminaómalladetitanio	Noreabsorbible	ACEFRIOSBoneShield	AceSurgicalSupplyCo,Inc Friadent
Huesohumano	biointegrable	Lambone	PacificCoastTissueBank



11. REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA.

Dahlin y cols fueron los primeros en describir esta técnica, la consideraron una técnica de estimulación, para la formación de hueso nuevo en áreas donde hubieran deficiencias.⁶⁰

Como ya antes los mencionamos los tejidos están formados por tres componentes fundamentales (células, matriz extracelular insoluble y moléculas solubles que sirven como reguladores de la función celular (la mayoría proteínas)). Por lo tanto utilizando estos tres componentes del tejido se pueden desarrollar estrategias para la regeneración, añadiéndole factores locales que influyen, como el entorno mecánico y vascular.³⁹

La cicatrización del tejido óseo es mucho más lenta que la mucosa, de ahí que se hayan desarrollado técnicas, que favorezcan la misma y la aislen de las células epiteliales.

Investigaciones demostraron inequívocamente que el posicionamiento de un medio físico biológicamente inerte, en contacto estrecho con la superficie ósea a delimitar un espacio, esta en capacidad de prevenir el crecimiento de tejidos blandos de mas rápida proliferación, permitiendo la proliferación de un tejido selectivo.⁵⁶

11.1 Principios de Regeneración Ósea

La secuencia de eventos después de una lesión se puede dividir en tres partes: la respuesta inmediata, la formación de hueso y la remodelación ósea. Los eventos tempranos de la regeneración ósea son similares a los primeros eventos de la cicatrización de heridas.

Las plaquetas activadas liberan factores que estimulan la vasoconstricción y la cascada de coagulación, donde el fibrinógeno plasmático se convierte en fibrina. El coágulo sanguíneo posee una piscina de factores de crecimiento, tales como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factor de crecimiento transformante 13 (TGF- β 3), y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), y proporciona una matriz extracelular temporal en el que las células pueden crecer (Fig.40).⁶⁴

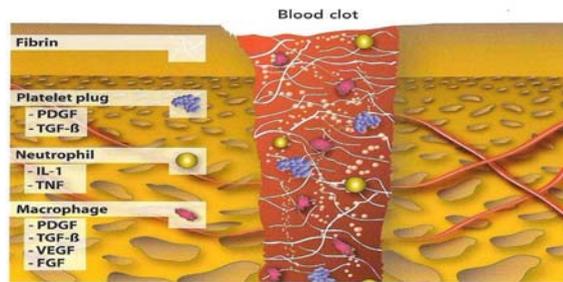


Fig. 40 Esquema de eventos en la regeneración ósea.

El coágulo sanguíneo rico en fibrina es más tarde sustituido por tejido de granulación. El tejido de granulación altamente vascularizado es rico en colágeno, ácido hialurónico, glicosaminoglicanos, contiene macrófagos, linfocitos, fibroblastos y células progenitoras mesenquimales. También están presentes las moléculas de señalización. (Fig.41).⁶⁴

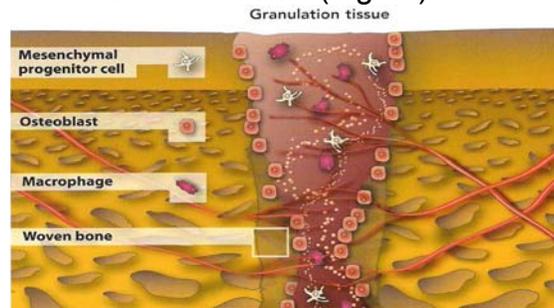


Fig. 41 Esquema que muestra el remplazamiento de fibrina por tejido de granulación.

Cuando el aporte vascular, esta en contacto directo con los bordes del hueso, la regeneración ósea se produce por osificación intramembranosa. La baja tensión de oxígeno de células progenitoras mesenquimáticas en células condrogénicas. El tejido cartilaginoso es remplazado por tejido óseo a través de la osificación endocondral. El tejido mineralizado que aparece primero en los sitios de osificación endocondral es hueso reticular. El hueso reticular carece de las propiedades biomecánicas del hueso lamelar maduro, pero puede rellenar defectos con rapidez. (Fig.42).⁶⁴

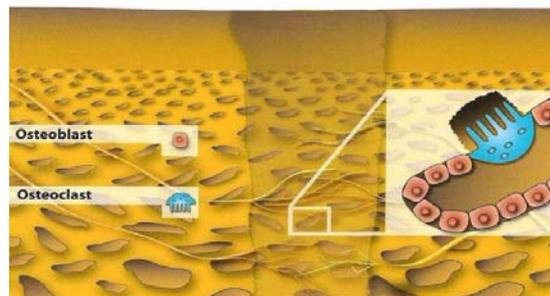


Fig. 42 Esquema que muestra la formación de hueso joven dentro de hueso lamelar maduro.



11.2 Definición.

Neoformación ósea, mediante la utilización de injertos óseos y membranas las cuales protegerán un espacio contra la rápida proliferación de tejidos no osteogénicos, obteniendo una formación ósea adecuada.

ROG: llevada a cabo en sitios donde ya existe pérdida del órgano dentario.

El uso conjunto de membrana más injerto óseo logra mantener el espacio para que se de la formación de nuevo hueso y evita que la membrana sufra un colapso.⁶¹

11.3 Mecanismos básicos que intervienen en la regeneración.

Osteogénico	Osteoproliferativos lo que significa que tiene células vitales contenidas en el material injertado las cuales serán formadoras de hueso nuevo.
Osteoinductivo	Injerto que induce formación ósea; Lo que implica que el material es capaz de diferenciar células mesenquimáticas indiferenciadas a preosteoblastos y así inducir diferenciación de estas en células osteoblásticas formadoras de hueso.
Osteoconductivo	Materia injertado no contribuye a la neoformación ósea per se sino que sirve de andamio para la formación ósea originada en el hueso adyacente del huésped

11.4 Aplicaciones clínicas de la ROG.

Para la ROG, se deben tener en cuenta la Biocompatibilidad, la integración con los tejidos, la separación tisular y el mantenimiento del espacio.⁶¹

Indicaciones para ROG^{62,63,61}

- a) Aumento de reborde alveolar.
 - b) Furcas clase II.
 - c) Defectos infraóseos (2 – 3 paredes).
 - d) Perforación del seno maxilar.
 - e) Pérdida ósea provocada por absceso periapical.
 - f) Recesión.
 - g) Aumento de reborde para colocación de implantes.
 - h) Colocación de implantes en alvéolos post extracción no inmediata.
 - i) Colocación simultánea de implantes en alvéolos postextracción.
- **Contraindicaciones para ROG:**
 - a) Si no existe un nivel óseo interproximal adecuado y una encía queratinizada de 1 mm como mínimo.
 - b) Paciente que presente infecciones o una mala higiene oral.
 - c) Fumar (Contraindicación relativa).



12. CALIDAD ÓSEA RESIDUAL EN REBORDES EDÉNTULOS.

12.1 Calidad ósea.

Micromorfológicamente, la calidad del hueso se ha definido sobre la base de la densidad ósea, el volumen trabecular del hueso y la densidad del hueso cortical.

Para algunos la densidad ósea trabecular es equivalente al volumen de hueso interno. Para otros, la densidad ósea y contenido mineral óseo son los únicos factores determinantes de la calidad ósea.

Otros conceptos de la calidad del hueso giran alrededor de propiedades mecánicas, incluyendo rigidez y resistencia.

Estudios histomorfométricos han demostrado que el hueso trabecular es muy variable con la edad, género y localización.

A nivel celular, la calidad alta se diferencia de la calidad baja del hueso por su contenido de las estructuras celulares y por su capacidad para responder a traumas. Desde comenzar una reacción inflamatoria local, formación del coágulo, estimulación de factores de crecimiento hasta formación del tejido óseo por completo.

Todas estas características contribuyen de diferentes maneras para definir o modificar la calidad ósea, sin embargo, sólo algunas estructuras óseas pueden ser evaluadas con precisión, mientras que la información acerca de otros factores sólo pueden ser obtenidos en forma experimental o empíricamente en estudios clínicos.⁶⁴

12.2 Consideraciones sobre la calidad ósea.

12.2.1 Evaluación de la calidad del hueso.

El estudio radiográfico es indispensable para evaluar el volumen óseo donde las radiografías periapicales y ortopantomografías son las más utilizadas. Pero actualmente cada vez son más empleadas radiografías como lateral de cráneo, tomografías convencionales e imágenes en 3D (Fig.43). Todos ellos aportan información útil acerca de la anatomía local. Lekholm y Zarb desarrollaron una clasificación de las calidades óseas, donde distinguen cuatro tipos, que se caracteriza por las cantidades relativas de hueso cortical y trabecular.

Esta clasificación ayuda a evaluar la densidad del hueso del huésped, aunque con cierto sesgo subjetivo.⁶⁴

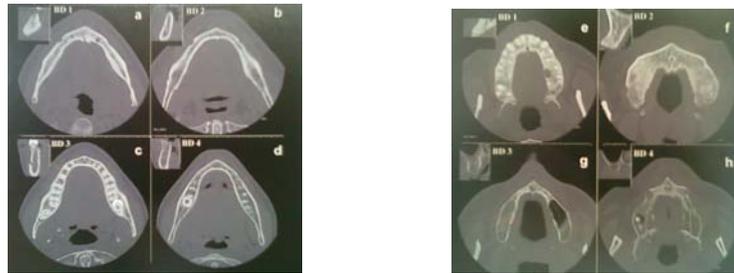


Fig. 43 Imágenes mostrando un corte axial de la densidad ósea mandibular y maxila mediante Tomografía Computarizada.

12.2.1.1 Clasificación De Hueso Remanente.

Según Lekholm y Zarb (1985) los sitios edéntulos pueden ser clasificados en cinco grupos diferentes, sobre la base del volumen de hueso mineralizado remanente (Fig.44). En los grupos A y B queda una cantidad sustancial de la apófisis alveolar mientras que en los grupos C, D y E solo hay remanentes mínimos de la apófisis. Lekholm y Zarb en 1985 también clasificaron la “calidad” ósea en el sitio edéntulo. Las clases 1 y 2 se caracterizan por una localización en la que las paredes del sitio (las tablas corticales) son gruesas y el volumen de médula ósea es pequeño. En cambio, los sitios pertenecientes a las clases 3 y 4 están bordeados por paredes relativamente delgadas de hueso cortical y hay una gran cantidad de hueso esponjoso, que incluye trabéculas de hueso lamelar y médula ósea.³⁷

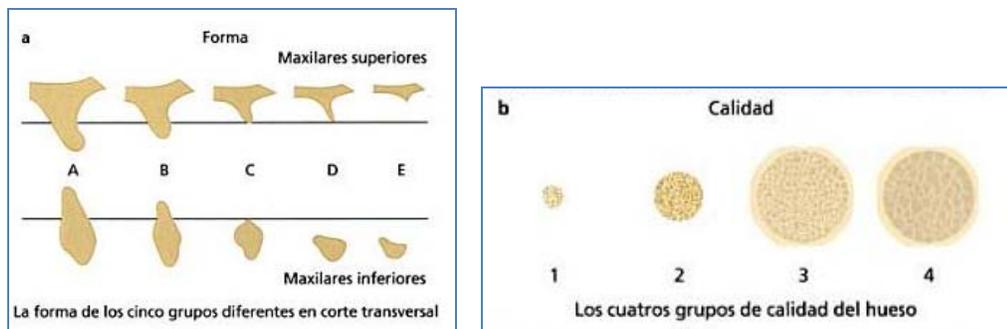


Fig. 44- Dibujos esquemáticos que muestran (a) una clasificación de la forma residual de los maxilares y (b) la calidad del hueso de los maxilares, según Lekholm y Zarb (1985).

12.2.2 Calidad del hueso injertado.

Los estudios mostraron que los defectos menores y mayores, tanto en el maxilar superior y en la mandíbula pueden ser reparados por cualquier tipo de material de injerto. Sin embargo, la tasa de éxito regenerativa en estos sitios fue con materiales autólogos, estudios empíricos, clínicos y experimentales han demostrado que la reabsorción de estos injertos óseos depende de la zona donante.

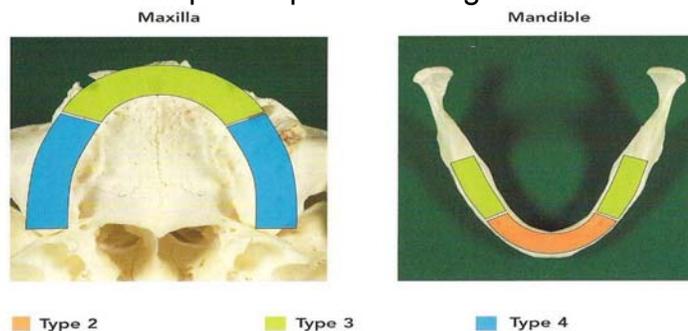
La técnica de colocación del injerto también es importante para el éxito y conservación del mismo, ya que dependiendo de cómo se manejan los

Al agrupar las muestras de acuerdo a la clasificación hecha por Lekholm y Zarb se demostró que el hueso tipo 3 es predominante en la región de anteriores y de premolares en el proceso alveolar maxilar tanto en hombres como mujeres, mientras que el hueso tipo 4 predomina en la región molar.

Los tipos de hueso 1 y 2 no fueron registrados en el maxilar superior y en la mandíbula, los tipos de hueso 2 y 3 predominaron en todas las regiones. El tipo 1 es mucho menos común, pero fue encontrado con mayor frecuencia en las mujeres, mientras que el tipo 4 se encontró sólo una vez en la región molar (ver Tabla 3 - 1).⁶⁴

Otros análisis nos muestra correlaciones significativas entre el sexo y la calidad del hueso en las regiones analizadas, de acuerdo con esta distribución. Estos estudios indicaron que el hueso alveolar del maxilar superior es el que muestra una densidad ósea más pobre, al menos en los pacientes con una edad media superior a los 70 años, es probable que tenga la mejor calidad en cuanto a la capa cortical, sin embargo, su formación también puede ser nula en lo absoluto.

En la mandíbula, por el contrario, la capa cortical es invariablemente abundante, aunque presenta variaciones. También podemos observar en esta región tejido trabecular. Sin embargo, la presencia de huesos de tipo 4 es inusual en la mandíbula. Al igual que los del estudio de Viena, sus resultados mostraron claramente que la calidad del hueso en las regiones alveolares posteriores es más pobre que en las regiones anteriores (Fig.).⁶⁴



En la Figura 3-2 Se muestra la distribución típica de las calidades óseas en las regiones anterior y posterior del maxilar y la mandíbula.

injertos, la supervivencia de las células y factores de crecimiento en el material de injerto varían.⁶⁴

12.3 Distribución de Calidad estructural del hueso.

Aunque la distribución de las cuatro calidades óseas fueron definidas por Lekholm y Zarb aún no han sido evaluadas estadísticamente.

Por lo que en Viena se realizó un estudio anatómico sobre atrofiaciones de los maxilares en pacientes edéntulos, para mostrar la frecuencia de las cuatro calidades óseas en diferentes regiones de hueso alveolar humano. Cuatrocientos doce secciones de hueso con un espesor de 5 mm se obtuvieron a partir del proceso alveolar maxilar (80 de sexo femenino y 54 de sexo masculino con una edad media de 72,2 años), y en la parte mandibular (153 de sexo femenino y 125 de sexo masculino con una edad media 77.6 años); las muestras fueron obtenidas de tres sitios diferentes: las regiones del incisivo lateral (I2), el primer premolar (P1), y el primer molar (M1). Cada diente fue cortado perpendicular al plano del paladar duro o bien al plano basal de la mandíbula, con la convexidad de la cresta ósea formando un ángulo recto con el plano de la sección.

Para facilitar la interpretación, los datos fueron analizados estadísticamente mediante la correlación de la calidad ósea con el género para cada una de las regiones (Tabla 6) Esta tabla se utilizó para mostrar la frecuencia de las cuatro calidades estructurales del hueso por región y sexo y así evaluar diferencias significativas.⁶⁴

Location	Type 1		Type 2		Type 3		Type 4	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
Maxilla								
Region I2	—	—	—	—	24 (82.7)	19 (82.6)	5 (17.3)	4 (17.4)
Region P1	—	—	—	—	21 (72.4)	14 (77.8)	8 (27.6)	4 (22.2)
Region M1	—	—	—	—	7 (31.8)	5 (38.5)	15 (68.2)	8 (61.5)
Mandible								
Region I2	3 (6.3)	8 (19.1)	23 (47.9)	20 (47.6)	22 (45.8)	14 (33.3)	—	—
Region P1	1 (1.5)	11 (18.3)	26 (38.2)	34 (56.7)	41 (60.3)	15 (25.0)	—	—
Region M1	1 (2.7)	3 (13.1)	10 (27.0)	11 (47.8)	25 (67.6)	9 (39.1)	1 (2.7)	—

Tabla 6. Frecuencia en número y porcentaje de las cuatro calidades estructurales por región o género.



La Grafica 1 Muestra la frecuencia de las cuatro calidades óseas definidas por Lekholm y Zarb.



13. CONCLUSIONES.

El conocimiento de los procesos óseos regenerativos han generado controversia desde los conceptos simples hasta definiciones complejas que cada vez se relacionan más con la práctica de la implantológica contemporánea.

Gracias a estas necesidades, la aplicación de materiales regenerativos, el desarrollo y modificación de técnicas quirúrgicas han revolucionado un tratamiento que solía ser tan simple como lo es una extracción dental. Sin embargo en términos de calidad ósea al día de hoy existen muchas incertidumbres que solo se deducen empíricamente.

Los conceptos de la calidad ósea son importantes para su comprensión, sin embargo, no pueden dar ningún resultado certero que avale la calidad como tal.



14. FUENTES DE INFORMACIÓN.

- ¹ Johnson K.(1963). A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction Part I. Normal Healing. *Australian Dental Journal* 8. 241-244.
- ² Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, et al. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *J Periodontol* 1997;68:563-570.
- ³ Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, et al. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. *J Periodontol* 1998;69: 1044-1049.
- ⁴ Vance GS, Greenwell H, Miller RL, Hill M, Johnston H, Scheetz JP. Comparison of an allograft in an experimental putty carrier and a bovine-derived xenograft used in ridge preservation: A clinical and histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19:491-497.
- ⁵ Shi B, Zhou Y, Wang YN, Cheng XR. Alveolar ridge preservation prior to implant placement with surgical grade calcium sulphate and platelet-rich plasma: A pilot study in a canine model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:656-665.
- ⁶ Quinn JH, Kent JN. Alveolar ridge maintenance with solid nonporous hydroxylapatite root implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:511-521.
- ⁷ Kentros GA, Filler SJ, Rothstein SS. Six month evaluation of particulate Durapatite in extraction sites for the preservation of the alveolar ridge. *Implantologist* 1985;3:53-62.
- ⁸ González Iglesias, J. Historia de la Odonto-estomatología española. *Avances*. Madrid, 1994. 84-87922-08-2.
- ⁹ SanzSerrulla, J. Historia General de la Odontología Española. *Masson*. Barcelona, 1999. 84-45805-98-3.
- ¹⁰ Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994 Feb;15(2): 152.
- ¹¹ Summers RB. The osteotome technique: Part 2-The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium* 1994 Apr;15(4):422.



-
- ¹² Collins TA, Brown GK, Johnson N, Massey JA, Nunn BD. Team management of atrophic edentulism with autogenous inlay, veneer and splits grafts and endosseous implants: case reports. *Quintessence Int* 199;26:79-93.
- ¹³ Mercer, J.A; Jensen, R. L. (1998). Heart Rates At Equivalent Submaximal Levels Of VO₂ Do Not Differ Between Deep Water Running And Treadmill Running". *J. Strength And Conditioning Research*. 12 (3): 161-165.
- ¹⁴ Block MS, Chang A, Crawford C. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 309-14.
- ¹⁵ Chin M, Toth B. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: Review of five cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 45-53.
- ¹⁶ Gauthier O, Boix D, Grimandi G, Aguado E, Bouler JM, Weiss P, Daculsi G. A new injectable Calcium Phosphate biomaterial for immediate bone filling or extraction sockets: A preliminary study in dogs. *J Periodont* 1999; 70(4):375-83.
- ¹⁷ Boix D, Gauthier O, Guincheux J, Pi let P, Wei s s P, Grimandi G, Daculsi G. Alveolar bone regeneration for immediate implant placement using an injectable bone.
- ¹⁸ Buser D., Brägger U., Lang NP., Nyman S. Regeneración y aumento de reborde maxilar utilizando la técnica de regeneración tisular guiada. *Periodoncia* 1992; (2) 1:52-64.
- ¹⁹ Nyman S, Lang N, Buser D, Brägger U. (1990) Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 5: 9-14.
- ²⁰ Becker W, Becker B, Handelsman, Oschenbein C, Albrektsson T. (1991) Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets: A study in dogs. *Journal of Periodontology*. 62: 703-709.
- ²¹ Sandenberg E, Dahln C, Linde A. Bone regeneration by osteopromotion technique using bioabsorbable membranes. An experimental study in rats. *J. Oral Maxillofac Surg* 1993; 51; 1106-1114.



-
- ²² Gotfredsen k, Nimb L, Hjorting.Hansen E; Immediate placement using biodegradable barrier, polyhydroxybutyrate-hydroxyvalerate reinforced with polyglactin 910.An experimental study in dogs.Clin Oral Impl Res 1994; 5; 3-91.
- ²³ Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane- protected defects. A histologic study in the canine mandible.Int J Oral Maxillifac Implants 1994;9:13-19.
- ²⁴ Simion M, Dahlin C, Trisi P, Piattelli A. Qualitative and quantitative comparative study on different filling materials used in bone tissue regeneration: a controlled clinical study. Int J of Periodontics & Restore Dentistry 1994; 14: 199-215.
- ²⁵ Jovanovic SA, Nevins M. Bone formation utilizing titanium-reinforced barrier membranes. Int J Oral & Maxillofacial Implants 1995; 1: 23-32.
- ²⁶ Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP & Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: A clinical study with 40 partially edentulous patients. Journal of Oral & Maxillofacial Surgery 1996;54: 420-432.
- ²⁷ Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, et al. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. J Periodontol 1998;69: 1044-1049.
- ²⁸ Buser et al 1990;.Wachtel et al 1991;.Nevins y Mellonig 1992; Gelb 1993; Shanaman 1994; Nevins y Mei-lonig 1994.
- ²⁹ Eggli et al, 1986;. Holmes y Roser 1987; Hj0rting-Hansen et al 1990;..Gotfredsen et al 1991; Pinholt et al, 1992a; Pinholt et al, 1992b; Becker et al 1 992;. Simion y cols 1994h;. Becker et al 1995;.Jensen et al 1996; Hammerle et al 1997.
- ³⁰ Orsini G, Scarano A, Piattelli M, Piccirilli M, Caputi S, Piattelli A. Histologic and ultrastructural analysis of regenerated bone in maxillary sinus augmentation using a porcine bone-derived biomaterial. J Periodontol 2006;77:1984-1990.
- ³¹ Cardaropoli G, Araujo MG, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. J ClinPeriodontol 2003; 30:809-818.



- ³² Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
- ³³ Shi B, Zhou Y, Wang YN, Cheng XR. Alveolar ridge preservation prior to implant placement with surgical grade calcium sulphate and platelet-rich plasma: A pilot study in a canine model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:656-665.
- ³⁴ Pietrokovski J, Zini A, Pietrokovski Y.,(2008). Conventional complete dentures for five complex edentulous cases. A five years follow-up report: Rehabilitation after severe loss of vertical dimension of occlusion. In press at *The Journal of the Israeli Dental Association*.25(3):18-21.
- ³⁵ Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212-218.
- ³⁶ Gómez F. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3ra Edición México: medica panamericana 2007 pp. 113-135, 381-390.
- ³⁷ Lang Lindhe, Lang Niklaus P., Karring Thorkild. *Periodontología Clínica e Implantología Odontológica*. 5° Edición. Tomo 1. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2009. Pp. 50-67.
- ³⁸ Irving Glickman, *Periodontología Clínica*, Nueva editorial Interamericana, 3ra edición, 1986, pp.
- ³⁹ Eduardo Anitua Aldecoa, Isabel Andia Ortiz, *Un Nuevo Enfoque en la Regeneración Ósea (PRGF)*; Puesta al día Publicaciones 200 España, pp 17- 75.
- ⁴⁰ Hubertus Spiekermann con colaboración de K. Donath, S. Jovanovic y J. Richter, *Atlas de implantología*, masson S.A. Barcelona España 1995, pp 64-71.
- ⁴¹ Marc Bert; Patrick Missika, *Implantes Osteointegrados*, Masson S.A, Barcelona España 2da Edición, 1994, pp 32-36.
- ⁴² Wang HL, Shammart KA. Clasificación HVC de las deficiencias del reborde: una clasificación con enfoque terapéutico. *Revista Internacional de Odontología Restauradora y Periodoncia*. 2002;6(4):355-63.



-
- 43 Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compend Contin Educ Dent* 1983;4:437-53.
- 44 Yilmaz S, Efeolu E, Kiliç AR. Alveolar ridge reconstruction and/or preservation using root form bioglass cones. *J Clin Periodontol* 1998;25(10):832-9.
- 45 Elian N, Cho SC, Froum S, Smith RB, Tarnow DP. A simplified socket classification and repair technique. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2007;19(2):99-10.
- 46 Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;27:309-318.
- 47 Minsk L. Extraction-site ridge preservation. *Compendium* 2005;26(4):272-276.
- 48 Douglass GL. Alveolar ridge preservation at tooth extraction. *CDA* 2005;33(3):223-231.
- 49 Glickman I. *Periodontología Clínica*. México: Ed. Interamericana. 1992; 914-1065.5.-Guilkman AG.
- 50 Whang PG, Wang JC. Bone graft substitutes for spinal fusion. *Spine J* 2003;3:155-165.
- 51 Stevenson S. Biology of bone grafts. *Orthop Clin North Am* 1999;30:543-552.
- 52 Gazdag AR, Lane JM, Glaser D, Forster RA. Alternatives to autogenous bone graft: efficacy and indications *J Am Acad Orthoped Surg* 1995;3:1-8.
- 53 Carranza F, Newman M. *Periodontología Clínica* 10° ed. México McGraw- Hill Interamericana 2010.
- 54 Bartee BK. Extraction site reconstruction for alveolar ridge preservation. Part 2: membrane-assisted surgical technique. *J Oral Implantol* 2001;27(4):194-7.
- 55 Irinakis T. Rationale for socket preservation after extraction of a single-rooted tooth when planning for future implant placement. *J Can Dent Assoc* 2006; 72(10):917-22.



-
- 56 Andrea Bianchi, Protesis Implanto soportada, Amoca Caracas Venezuela, 2001 355-361.
- 57 Joly J, Bazan D, Martorelli A. Clinical and radiographic evaluation of periodontal intrabony defects treated with GTR: A pilot study. J Periodontol. 2002. 73: 353-354.
- 58 Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, Weinlaender M, Kenney EB, Dimitrijevic B, Nedic M. Preservation of Alveolar Bone in Extraction Sockets Using Bioabsorbable Membranes. J Periodontol 1998; 69(9): 1044-9.
- 59 Barboza EP. Localized ridge maintenance using bone membrane. Implant Dent 1999; 8(2):167-72.
- 60 Melloning J, Triplett G. Guided tissue regeneration and endosseous dental implants. Int J Periodont Restor Dent 1995; 15: 1.
- 61 Wolf Larry. New clinical materials and techniques in guided tissue regeneration. International dental journal 50. (2000) Pag 235-244.
- 62 Vasilis Thomaldis, Kostas Kazakos. Comparative study of 5 different membranes for guided bone regeneration of rabbit mandibular defects beyond critical size. Med. Sci. Monit, 2008; 14(4):BR67:7.
- 63 Tonetti M, Pini-Prato G, Cortellini P. Effects of cigarette smoking on periodontal healing following OTR in intrabony defects. A preliminary retrospective study. J Clin Periodontol 1995; 22: 229-234.
- 64 Georg Watzler, MD, DMD, PhD, Implants Qualitatively Compromised Bone, Editorial Quintessence Publishing Co, Ltd; Alemania, 2004 pp.13, 30-32,58,67-76,95-99.