



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

USOS DE LA HIDROXIAPATITA COMO
SUSTITUTO ÓSEO EN CIRUGÍA
ORAL Y MAXILOFACIAL

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

IRLANDA DÍAZ CARDONA

DIRECTOR: C.D. MARIO DE LA PIEDRA GARZA



MEXICO, D.F.

16/30
16/12/05
[Handwritten signatures]

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quiero expresarles que me da un gran orgullo y felicidad terminar satisfactoriamente mi carrera y por tener a personas como ustedes que me apoyan y me han apoyado en varios sentidos a cumplir mis objetivos en esta carrera.

Por todo eso y más les doy gracias en primer lugar a Dios por estar conmigo en todo momento; a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Odontología y a todos mis maestros a lo largo de mi carrera; está de más decir porque, ya que gracias a ellos estoy aquí.

Gracias especialmente y por supuesto a mis padres y a mi hermana por ayudarme a ser como soy y a hacer lo que hago, y sobre todo por inculcarme a tener siempre en la mente la superación; a Aldo por estar conmigo en las buenas y en las malas, por acompañarme y ayudarme desde que empecé con todos mis trabajos y a conseguir pacientes, gracias por tu paciencia, T.A.; a mi Abue, oli y a toda mi familia por su apoyo y preocupación y a todos mis amigos especiales por estar conmigo en muchos momentos y por hacer este camino más ameno.

Un agradecimiento muy especial a todos mis "conejiillos de indias" por tener paciencia y confianza en mi.

Simplemente gracias.

Los quiero mucho.

Usos de la hidroxiapatita como sustituto óseo en cirugía oral y maxilofacial

Índice

	Página
1. – Introducción.....	1
2. - Principios básicos del hueso, biomateriales y de injertos óseos.....	4
2.1 Histología y fisiología del hueso.....	4
2.2 Cicatrización ósea.....	10
2.3 Definiciones y tipos de injerto.....	12
2.4 Biomateriales.....	13
2.5 Mecanismos neoformadores de hueso.....	14
3. – Composición química y características de la hidroxiapatita.....	17
4. – Presentaciones, tipos y usos de la hidroxiapatita.....	21
5. – Indicaciones y contraindicaciones del uso de la hidroxiapatita como injerto óseo.....	27
6. – Usos y técnicas quirúrgicas.....	32
6.1 Preservación del contorno de la cresta alveolar.....	34
6.2 Aumento del reborde alveolar.....	38
A) Técnica cerrada.....	40

B) Técnica abierta.....	41
6.3 Cirugía periapical y lesiones periodontales.....	42
6.4 Aumento del seno maxilar.....	43
6.5 Cirugía Maxilofacial.....	45
6.6 Usos en implantología oral.....	47
7. - Regeneración ósea guiada.....	50
8. - Ventajas y desventajas del uso de la hidroxiapatita como sustituto óseo.....	55
9. - Complicaciones en el uso de la hidroxiapatita como injerto óseo.....	58
10. - Conclusiones.....	63
11. - Referencias Bibliográficas.....	65

1. Introducción

En la actualidad se realizan un sin número de procedimientos que permiten al odontólogo y al paciente mejorar la situación del aparato estomatognático en general y de sus arcadas óseas en particular, con el fin de proporcionar una rehabilitación funcional y estética; el hecho de que el hueso forma parte esencial de la salud bucal como tal, ya que es el centro de soporte de todo tipo de función, ya sea con dientes naturales o con dientes artificiales, implica que debemos valorar en él un estado de salud lo más aceptable posible, para ello se diagnostica en un principio el padecimiento, el cual puede involucrar o no los patrones óseos normales el cual de ser posible se corregirá, para después planear un tratamiento adecuado y que así se trabaje en un área receptora en las mejores condiciones posibles.

Algunas de las alteraciones al nivel de hueso pueden ser tratadas con biomateriales óseos injertados, con el objetivo de reparar algún defecto producido por enfermedades tales como la periodontitis o consecuencia de la extirpación de algún quiste o tumor, para aumentar o injertar dimensiones óseas en algún tipo de reconstrucción ósea como lo es en cirugía ortognática y cirugía prepotésica, favorecer la osteosíntesis como lo es en las bolsas periodontales o mantener la morfología del hueso postextracción y como relleno de defectos óseos en regeneración periodontal, alrededor de implantes y en el cierre de comunicaciones orosinusales.

Para el tratamiento de este tipo de lesiones al hueso es necesario colocar injertos óseos naturales o injertos óseos de materiales sintetizados artificialmente, estos son biomateriales con alta biocompatibilidad que se pueden colocar como bloques o partículas y pueden ser absorbibles o no

absorbibles dependiendo de las necesidades del defecto y de la técnica que se empleará.

Estos materiales de acuerdo a su procedencia, se dividen en autoinjertos, homoinjertos, xenoinjertos y materiales aloplásticos.

En este trabajo se hablará básicamente de los materiales aloplásticos, en particular de la hidroxiapatita.

Los materiales aloplásticos más usados son el fosfato tricálcico beta y la hidroxiapatita. De los biomateriales más estudiados, utilizados y con más ventajas en el tratamiento de estas lesiones esta la HIDROXIAPATITA, la cual se utiliza desde la década de los años 70's y desde entonces se siguen realizando estudios además de que con ella se han dado grandes avances en el área de la implantología y en general en todo tipo de técnica que requiera la utilización de algún tipo de material para injerto óseo.

Es importante hacer notar que ningún tipo de material sustituto óseo puede suplir al hueso en cuanto a alguna de sus características, por lo que hay que tener en cuenta que al usar uno de estos materiales siempre tendremos cierto tipo de limitaciones.

Las razones por las cuales se decida usar un injerto óseo con materiales aloplásticos parten del hecho de que estos materiales sirven como andamiaje para la neoformación ósea (Osteoconducción) o que estos tengan sustancias inductoras de hueso (Osteoinducción) para estimular la formación de nuevo hueso.

Para entender y predecir el comportamiento de los materiales de injerto es necesario comprender las bases biológicas de la histopatología del hueso en

sí, y los procesos que intervienen en la aceptación y el éxito de estos en un medio biológico como lo es el tejido óseo, para esto se hará una revisión de los fenómenos que intervienen en este proceso.

2. Principios Básicos de Hueso, Biomateriales y de Injertos Óseos.

2.1. HISTOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL HUESO.

Para entender los mecanismos que intervienen en la aceptación de la hidroxiapatita como injerto óseo, es necesario primero conocer la composición del hueso y sus interacciones como tejido de nuestro organismo, por ello se hará un resumen de la fisiología e histología ósea.

El hueso es el componente de nuestro esqueleto, el cual es el soporte de todo nuestro organismo, y varios autores mencionan que es la expresión más evolucionada de tejido conjuntivo, esta compuesto por una **matriz orgánica** y por **componentes minerales** (sales de Calcio).

Hay dos tipos de hueso en el organismo: **el hueso compacto y el hueso esponjoso**. El hueso compacto está formado en su mayoría por sales, a diferencia del esponjoso que posee más componentes orgánicos. El hueso compacto es formado a través de la invasión de las trabéculas por hueso mineralizado (Marotti 1988).⁽¹⁾

Dicho componente orgánico está constituido básicamente de **fibras colágenas** y de **sustancia fundamental**.

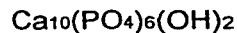
Según Roux en 1985, se determinó que todo tipo de tejido que tenga las funciones de sostén está sometido a fuerzas mecánicas aún estando en etapas de diferenciación. Pero se le debe a Pauwels el hecho de que el mesénquima se puede inducir y dirigir hacia la diferenciación por medio de cargas deformantes como la presión hidrostática y la tensión.⁽²⁾ Esta

propiedad que posee el hueso es gracias a la disposición de las fibras colágenas.

La sustancia fundamental está formada por sustancia extracelular, en la que están los proteoglucanos como el ácido hialurónico, el cual se ha sugerido que interviene en el depósito de las sales minerales. ⁽²⁾

Las sales minerales depositadas en el hueso están compuestas principalmente de calcio y fosfato ⁽²⁾

La principal sal cristalina que compone al hueso es la **hidroxiapatita** la cual tiene la siguiente fórmula:



También existen iones de magnesio, sodio, potasio y carbonato.

Las fibras de colágeno están íntimamente relacionadas con los cristales de hidroxiapatita ya que en cada segmento de fibras se encuentra ligada hidroxiapatita y sobre esta más fibras de colágeno, lo que se forma un entrecruzamiento y por ello permite al hueso tener una gran resistencia a la tensión (colágeno) y a la compresión (sales de calcio).

Marotti en 1989 propuso que el hueso está compuesto por **niveles de organización**: El primer nivel lo forma la **matriz ósea** en la cuál está el componente orgánico y el componente inorgánico. El segundo nivel está conformado por las **células**; el tercer nivel es el que establece la organización del hueso refiriéndose a la forma en que se acomodan las células formadoras de hueso, con respecto a esto tenemos que la forma la disposición lamelar está en la mayor parte del esqueleto humano, y a las capas laminares regulares se les define como **lamelas óseas** y el cuarto

nivel se refiere a la **configuración macroscópica** del hueso; es decir, compacto o esponjoso. ⁽¹⁾

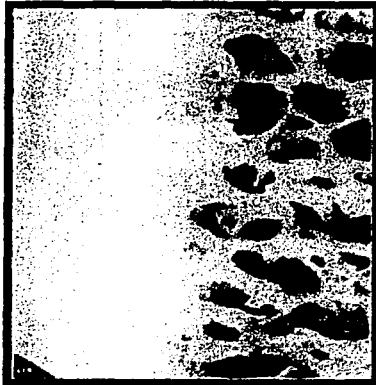


Figura 1. Arquitectura macroscópica del hueso.

El hueso está compuesto histológicamente por tres tipos de células unas que son formadoras de hueso; **Osteoblastos**; que también son responsables de formar la matriz orgánica del hueso.



Figura 2. Osteoblastos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las células que degradan y absorben la matriz ósea son los **osteoclastos** los cuales tienen un borde rugoso por el cual secretan sustancias que destruyen al hueso.



Figura 3.
Osteoclastos.

Y las células que están inactivas dentro de las lagunas óseas son llamadas **osteocitos**.

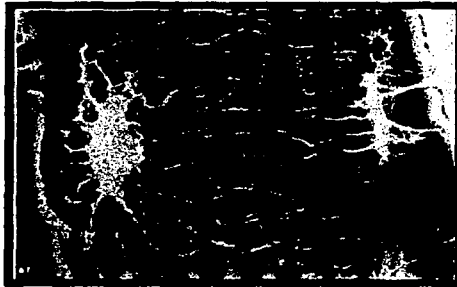


Figura 4. Osteocitos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es importante mencionar que los osteoblastos no tienen la capacidad de migrar y dividirse, ⁽²⁾ por lo que primero se tienen que activar las **Células osteoprogenitoras** que son las que forman a los osteoblastos y se encuentran en la médula ósea, en el endosito y en el periostio.

Las Células osteoblásticas siempre están en continua formación de hueso, estas se encuentran en las partes externas del hueso y dentro de los conductos; los osteoclastos son células fagocitarias las cuales tienen vellosidades en forma de "cepillo" por donde se adhieren al hueso y segregan así sustancias como ácido cítrico que degrada hidroxiapatita y enzimas proteolíticas que destruyen las fibras colágenas, además de que también los osteoclastos hacen fagocitosis. ⁽³⁾ Como resultado de la lisis de

los cristales de hidroxiapatita y la digestión del colágeno se forman concavidades llamadas **Lagunas de Howship**.⁽¹⁾ en estas se depositan nuevamente osteoblastos y empiezan a formar tejido nuevo en forma regular formando las **lamelas óseas**, este hueso nuevo deja de formarse cuando los osteoblastos se encuentran con los canales a través de los cuales cruzan los vasos, a estos canales se les llama **conductos de Havers**, formando así la **osteona o sistemas Haversianos**.

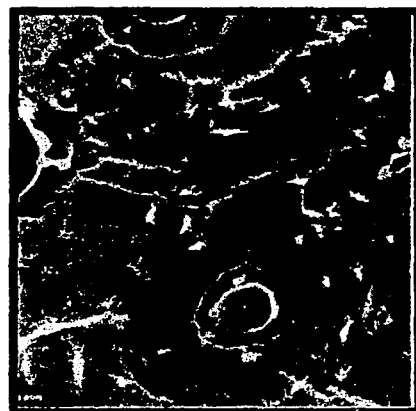


Figura 5: Sistemas Haversianos vistos en microscopio electrónico.

En el proceso de calcificación ósea, las moléculas de colágeno y los proteoglucanos son secretadas por los osteoblastos, después los monómeros de colágeno se polimerizan y se forman fibras, lo cuál da la formación de **Osteoide**, al formarse este van quedando atrapados dentro de él los osteoblastos, quedando inactivos y se denominan entonces osteocitos.

(2)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

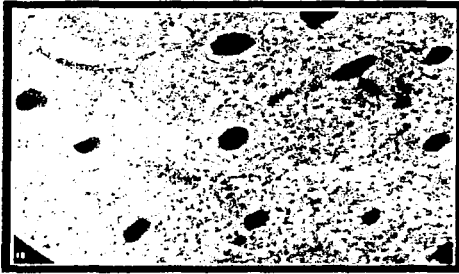


Figura 6. Corte histológico del hueso visto en microscopio de luz..

Sobre el Osteoide se van acumulando sales sobre las fibras de colágeno que al final quedarán como sales de hidroxiapatita.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 7. Disposición de la HA entre el componente orgánico óseo.



La formación de hueso se da por dos procesos: la **osificación intramembranosa** en la cual es hueso se va formando dentro del tejido conectivo, como los huesos parietales, temporales y la mandíbula; y la **osificación endocondral** en la cuál hubo un cartilago existente y sobre este se forma hueso, ejemplos de este tipo de osificación están los huesos de la base del cráneo.⁽¹⁾

2.2. CICATRIZACIÓN ÓSEA

Siempre que se realice un procedimiento quirúrgico sobre un tejido biológico vivo de cualquier índole, estaremos dañando la estructura normal de esa superficie, provocando una respuesta traumática, que dependiendo el tejido va a responder de manera que repare el daño causado tanto a nivel sistémico como a nivel local.

La cicatrización ósea se divide en cuatro fases:

1. Hemorrágica
2. Fase de callo óseo primario
3. Fase de callo óseo secundario
4. Reconstrucción funcional.

Estas fases las podemos englobar en: Fase inflamatoria, reparación y regenerativa.

Después de un acto quirúrgico, hay una hemorragia, proveniente de los vasos de la médula ósea, del periostio, etc. lo cuál desencadena la respuesta coagulatoria e inflamatoria con la salida de linfocitos y otras células inflamatorias, lo primero que se forma a los treinta minutos de la lesión es un coágulo hecho de fibrina junto con células sanguíneas, plasma y saliva (en el caso de una lesión intraoral), esta es una fase inespecífica y dura aproximadamente 10 días. ⁽⁴⁾ Hay una proliferación de vasos sanguíneos, se hace una red de fibrina dentro de la cuál se encuentran células inflamatorias y fibroblastos. En esta fase se produce una proliferación mesenquimática.

Después el coágulo se invade de tejido de granulación en el cuál hay células fagocitarias que empiezan a hacer hemólisis del coágulo en la zona central,

además hay obliteración de los conductos de Havers y Volkman, mientras que los osteoclastos se activan.

El tejido de granulación se transforma formando tejido conjuntivo laxo en donde proliferan los fibroblastos, a su vez estos comienzan a formar fibras colágenas formando el callo óseo.

Comúnmente dentro de una lesión ósea quedan atrapados restos pequeños de hueso los cuales serán reabsorbidos, así como los bordes de un alveolo después de una extracción.⁽³⁾

La siguiente fase es la de la formación del callo óseo primario en este comienza la acción de los osteoblastos en el fondo de la lesión con la respectiva reabsorción de los bordes y fondos óseos no viables, este hueso es de consistencia blanda parecido al cartílago por su bajo contenido mineral.

Después se forma el callo secundario; esta fase comienza a los 20 días, este es hueso entretejido en todas direcciones.

Este es hueso altamente calcificado, sin embargo este no es hueso normal y funcional, ya que no sigue un patrón de crecimiento uniforme.⁽⁴⁾

En la última fase hay un depósito de hueso siguiendo las fuerzas funcionales normales del hueso (fuerzas de tensión), esto hace que el hueso se moldee por procesos osteoblásticos y osteoclásticos. Es un proceso lento que requiere de meses o hasta años.

2.3. DEFINICIONES Y TIPOS DE INJERTO

Un injerto es cualquier material colocado en cualquier parte del organismo biológico que trata de suplir alguna parte faltante de nuestro cuerpo ya sea o no de la misma naturaleza.

Todos estos materiales en el caso de injertos óseos, se encuentran situados dentro de cinco categorías:

Autoinjertos: Estos son injertos de hueso tomados del mismo paciente, por ejemplo hueso cortical o esponjoso tomados de alguna área donante ya sea intrabucal como de tuberosidad o alguna exostosis o extrabucal, por ejemplo de la cresta iliaca o de alguna costilla.

Homoinjertos: Son injertos donados por algún individuo de la misma especie pero genéticamente diferente. Por ejemplo el hueso liofilizado.

Isoinjertos: Son injertos tomados de un individuo genéticamente idéntico, es el caso de los gemelos monocigóticos.

Xenoinjertos: Son injertos transplantados de una especie a otra (Hueso bovino).

Materiales Aloplásticos: Son también llamados aloinjertos son biomateriales sintéticos, biocompatibles con ciertas características especiales; generalmente son metales, cerámicas o materiales poliméricos usados en el campo de la odontología como sustitutos óseos en este caso en particular. Dentro de estos se encuentran las biocerámicas como la hidroxiapatita y el fosfato tricálcico.

2.4. BIOMATERIALES

En este punto se referirá solo a los biomateriales usados como sustitutos óseos.

Son materiales relativamente inertes fabricados sintéticamente por el hombre y que se pueden usar para ser implantados para diferentes funciones y fines en el hombre o animales.

Hall describe a los biomateriales como cualquier artefacto aloplástico implantable que está en contacto con tejidos viables y que posee las siguientes características: ⁽⁵⁾

1. **Biocompatibilidad:** Cualquier material que sea implantado no debe causar reacción sistémica tóxica, no tener cualidades carcinogénicas, no tener reacciones locales que comprometan la función, que no cause dolor, inflamación y necrosis de los tejidos adyacentes.
2. **Interfase con el tejido:** Está físicamente adyacente al tejido viable.
3. **Compatibilidad del tejido:** Es un término específico que se refiere a la respuesta local del tejido.
4. **No ser tóxico:** Se refiere a que no debe causar la muerte del tejido y no causar reacción sistémica, que los productos degradados no sean venenosos.

Cualquier material que se use para ser injertado en hueso debe ser:

- Resistente a la corrosión o resorción por contacto con los fluidos corporales en este caso la saliva.
- No ser alérgico.
- Ser capaz de resistir a la función y cargas del hueso.
- Fácil de preparar y de moldear para ser implantado.
- Sufrir la menor expansión posible que requiera procedimientos quirúrgicos lo más conservadores posibles.⁽⁹⁾
- Tener una interfase que permita la proliferación de tejido, lo que le confiere estabilidad.

Hay gran cantidad de biomateriales usados en cirugía aunque el más comúnmente usado es la hidroxiapatita la cual posee estas cualidades.

Además otras razones por las que se usan estos materiales son debido a que se dice que pueden intervenir en los procesos de Osteogénesis, Osteoconducción u Osteoinducción,⁽⁹⁾ de los cuales se hablará más adelante.

2.5. MECANISMOS NEOFORMADORES DE HUESO

Muy frecuentemente el hueso tiene la capacidad de regenerarse y así restaurar su estructura y función,⁽⁹⁾ pero cuando el defecto no lo permite es necesario facilitarle la neoformación ósea, esto es con ayuda de materiales injertados dentro del mismo.

Hay una serie de conceptos que indican el proceso por medio del cual se da la producción ósea, algunos de los materiales usados como sustitutos óseos si no es que todos, tienen la capacidad de producir hueso esto es una gran ventaja ya que el defecto que se quiere reparar, no es llenado de tejido conjuntivo, aunque no todos los materiales actúan de la misma manera por eso es necesario entender los **mecanismos neoformadores** de hueso.

Ellegaard y Nielsen ⁹⁾ afirmaron que los materiales podían dividirse en:

Osteogénicos
Osteoconductores y
Osteoinductores.

Estos actúan de la siguiente manera:

Osteogénesis:

Es un proceso mediante el cual, células óseas vivas establecen centro de formación y crecimiento óseo por ejemplo los injertos de hueso esponjoso ¹⁰⁾ y otros injertos autógenos como los de cresta iliaca y médula. Se forma hueso nuevo mediante las células del material injertado. En este proceso se encuentra que los osteoblastos viables son injertados directamente.

Osteoinducción

Es la capacidad de inducir la transformación de tejido conectivo local en tejido óseo, esto lo hacen las proteínas osteoinductoras como la matriz ósea desmineralizada o las proteínas morfogénicas óseas, esto significa que el tejido adyacente al injerto formará hueso.

Osteoconducción

Es la capacidad de establecer un medio por el cual se guía hacia la producción de hueso. Esta propiedad la posee la hidroxiapatita. En este mecanismo el material injertado por sí mismo no forma hueso pero sirve de

estimulante para que el hueso adyacente lo forme. Si la hidroxiapatita no es absorbible la aposición de hueso se limita a cubrir la superficie de la misma.

Lindhe comenta que es improbable que haya osteogénesis sin osteoconducción y sin osteoinducción.

Para que se produzca hueso en un defecto es importante que exista un coágulo sanguíneo, ^o es decir un medio osteoconductor.

Por ello comenta que hay tres condiciones básicas previas a la regeneración ósea:

- a) Aporte de células osteoformadoras.
- b) Presencia de estímulos Osteoinductores para la diferenciación de células mesenquimáticas en osteoblastos.
- c) Presencia de un medio osteoconductor para que el tejido pueda proliferar y las células se diferencien para formar hueso.

Otras definiciones que podemos involucrar en este tema son los términos de **osteotrofismo** y **osteofilia**, el primero involucra la capacidad de aumentar la formación de hueso en presencia de células osteogénicas como lo hacen las hidroxiapatitas orgánicas y la osteofilia es la afinidad para que haya aposición de hueso, esto lo hace el tejido aloplástico óseo mineralizado.

En resumen esto significa que la disponibilidad de tener un hueso que sea regenerado no es siempre permitido por distintos factores, por ello se dispone de técnicas que permitan ganar cierta cantidad de hueso.

3. Composición Química y Características de la Hidroxiapatita

Como se mencionó anteriormente dentro de los materiales aloplásticos tenemos a la hidroxiapatita sintética, la cual se ha estudiado mucho y en la actualidad tiene gran aceptación por los resultados demostrados en las investigaciones y clínicamente.

La hidroxiapatita es una cerámica policristalina componente mineral del hueso y como se comentó anteriormente su fórmula es $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$.

La hidroxiapatita es el principal componente mineral del hueso y de otras estructuras mineralizadas del ser humano, por lo que las formas sintéticas que se pueden obtener han resultado ser química y cristalográficamente similares a estos. ⁽⁹⁾

Las cerámicas cristalinas como lo es la hidroxiapatita son biocompatibles con el tejido humano y esto se ha demostrado con diversos estudios tanto experimentales con animales y clínicamente en seres humanos.

Los resultados de la implantación de este material en vivo han demostrado que tiene ausencia de toxicidad local o sistémica, pues provocan inflamación o respuesta a cuerpo extraño local, aunque otros autores comentan que no existe tal reacción después de ser implantado.

Mencionando la biocompatibilidad de la hidroxiapatita con el hueso, se dice que esta se da por la similitud molecular que esta posee con la composición química del hueso; la biocompatibilidad de la hidroxiapatita fue demostrada por Frame en animales de experimentación, ⁽⁹⁾ realizando después estudios histológicos.

Posteriormente se realizó la implantación de este material por Denissen y Kent [®], quienes finalmente propusieron que era un material superior a otros por sus cualidades físicas y químicas, siendo en 1989 cuando se comenzó a aplicar en la cirugía oral y maxilofacial y en otras áreas.

La hidroxiapatita se encuentra dentro del grupo de los materiales cerámicos compuestos principalmente por fosfato cálcico.

La hidroxiapatita se encuentra en el mercado en diferentes presentaciones y composiciones; se encuentra en forma porosa y no porosa, reabsorbibles y no absorbibles dependiendo la forma de obtención, además de que a esta se le pueden agregar diversas sustancias como lo es colágeno para agregarle propiedades físicas y químicas como lo es el aumento de la osteoconducción.

La solubilidad de la hidroxiapatita está en función de la temperatura a la que se somete para sintetizarla. [®] La hidroxiapatita reabsorbible se puede usar cuando se requiera de que sea sustituida por hueso, para que la hidroxiapatita adquiera propiedades de absorción, se le tiene que agregar naftaleno en su composición ya que este al calentarse se evapora dejando poros. En 1985 se le confirió la característica de ser absorbible en el campo de la odontología cuando surgió "OsteoGen".

La hidroxiapatita **no porosa** es una cerámica que se obtiene a temperaturas muy elevadas no es reabsorbible y tiene el cristal muy grande, es osteofílica, osteoconductiva, inerte, biocompatible.

La hidroxiapatita no cerámica reabsorbible, se obtiene por procesos a temperaturas bajas y esta actúa como reservorio mineral y es osteoconductora.

En el caso de que la Hidroxiapatita (HA) se utilice como recubrimiento de implantes, se compacta el polvo de fosfato de calcio a altas presiones y se somete después a fusión en altas temperaturas entre los 1000 y 3000 grados centígrados, a este proceso se le denomina sinterización.

La HA no es un material osteoinductor, capaz de diferenciar células conjuntivas pluripotenciales en osteoblastos, ni es osteogénico, o sea capaz de inducir formación ósea por los osteoblastos.

Pero la hidroxiapatita si es osteofílica y osteoconductiva, ⁽⁸⁾ creando con ello un medio parecido a una red en la cuál crecerá hueso lamelar sobre ella.

Lo que se logra con ello al incorporarse a la superficie de un implante es una unión química y física llamada BIOINTEGRACIÓN, que consiste en el depósito de HA ósea ⁽⁹⁾ en la interfase hueso implante y sin que en esta intervenga la aposición de tejido fibroso.

Como se ha comentado la composición química de la hidroxiapatita y el resultado de diversos estudios ha corroborado que los diversos materiales bioactivos poseen la capacidad de establecer intercambios químicos y de formar enlaces intersticiales con el tejido adyacente

Otras propiedades que se le pueden inferir a este material son que además de ser altamente compatible, no es biodegradable y es radiopaco. ⁽¹⁰⁾

Este material puede ser poroso o no poroso, absorbible o no absorbible, puede ser mezclado con otros materiales, puede ser poroso o moldeable y puede tener distintas presentaciones las cuales se comentarán más adelante.

Varios autores comentan que el éxito del material injertado depende de la forma en la que químicamente se obtuvo el sustituto óseo, otra forma es por la composición química en sí del material, otra es por la forma física del injerto (chips, bloques, polvo).⁽¹¹⁾ El estado físico del implante es importante y en esto también influye el tamaño de las partículas ya que se ha demostrado que las partículas más pequeñas no son reconocidas como hueso, mientras que las partículas muy grandes no son revascularizadas y por ello no son biointegradas al sitio hospedador.

4. Presentaciones, Tipos y Usos de la Hidroxiapatita

La hidroxiapatita como un sustituto óseo es usado comúnmente en varias áreas de la odontología y es por ello que independientemente de las marcas comerciales, se le han dado diferentes presentaciones y usos de acuerdo a su modo de obtención y a su demanda de acuerdo al uso que se le da. Es por ello que en este capítulo se tratará de analizar cada una de las modalidades de hidroxiapatita que existen en el mercado y se hará una clasificación global de esta.

La hidroxiapatita la podemos clasificar de acuerdo a su estructura en dos tipos:

- Densa
- Porosa

De acuerdo a su solubilidad después de ser implantada en:

- Absorbible
- No absorbible

Basándose en su presentación física se encuentra en:

- Polvo – Solución, el polvo puede contener partículas redondeadas o irregulares y de diversos tamaños.
- Fibras o barras curvas o rectas.
- Bloques
- Chips o astillas, estas presentan formas diversas irregulares y en distintos tamaños.

De acuerdo a su composición química se encuentra:

- Simple
- Combinada

Por su origen la HA puede ser:

- Natural
- Sintética

En cuanto a la hidroxiapatita **DENSA**, tenemos que no es porosa (lisa), no es absorbible, policristalina y radiopaca, se puede presentar en cualquiera de sus presentaciones pero la más común es en gránulos de diferentes tamaños y formas ya sean irregulares como redondeadas.

La HA **POROSA** generalmente es reabsorbible, los poros tienen la función de que el hueso pueda crecer dentro de ellos y así dar menos absorción del implante y más estabilidad, lo que hacen los poros es que dentro de ellos se crea microcirculación impregnando el injerto para que posteriormente se convierta en tejido óseo.

Por su presentación física como antes se mencionó, depende de las marcas comerciales, del modo de obtención y de los usos que a esta se le darán.

Cabe mencionar que la mayoría requiere de que se mezclen con sangre del propio paciente o alguna solución fisiológica para facilitar y optimizar su manejo. Todas las presentaciones de HA vienen en paquetes estériles, en distintas formas y tamaños, pueden ser almacenados durante cierto tiempo a temperatura ambiente y son de fácil uso.

El **POLVO** es una de las formas más utilizadas de HA, esto es por su fácil manejo y su disponibilidad, se puede utilizar para el relleno de distintos defectos que se provoquen en el hueso, para aumento de reborde, en defectos periodontales, etc. Comúnmente la HA en polvo se mezcla con sangre y/o con suero fisiológico para su aplicación formando un gel que se prepara en el momento de la cirugía dándole la consistencia deseada, la HA en polvo puede encontrarse en jeringas dosificadas o en frascos, estos pueden encontrarse por gramos (1, 3, 5 gr.).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 8. Presentación en polvo de la HA.

En **FIBRAS** o **BARRAS**, se presentan en distintos tamaños desde 50, 100 y 200 milímetros de largo y en distintos grosores no más de 10 mm. Aumenta la superficie del hueso, como un almacén para el crecimiento interno de este, las fibras pueden ser cortadas por medio de tijeras o bisturí, de acuerdo a las necesidades que se requieran.

Los **BLOQUES** pueden tener diversas formas ya sea en forma de cilindros, en forma de estrella, formas irregulares, etc. se encuentra en diámetros de 10 a 16 mm. y en distintas longitudes, los bloques actúan como armazones para el crecimiento de hueso y la mayoría de las veces se usa para aumento de reborde alveolar. Los bloques se recomiendan en los casos en los que se requiera una resistencia a la tensión muy grande y tienen la ventaja de ofrecer estabilidad mientras ocurre la aposición de hueso, son un sustituto

ideal en hueso cortical. Estos bloques pueden ser cortados o rebajados en su diámetro de tal forma que se adapten a la forma y a las necesidades del sitio que recibirá el injerto, una de las propiedades y ventajas que nos brinda la forma en bloques es el que en bloques se permiten colocar tornillos ya sea para fijación o implantes.

Los bloques se presentan como partículas compactadas embebidas en un medio de colágeno reabsorbible, estas partículas están ensartadas con una sutura de ácido poliglicólico o inmersas en una matriz de sulfato cálcico.⁽¹²⁾



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 9. Bloques de
HA.

Es importante que el cirujano conozca la composición química de los bloques o de cualquier presentación en la que se encuentre la HA ya que muchos laboratorios agregan a la HA sustancias como el ácido poliglicólico o un vehículo de colágeno que se hidroliza al contacto con los fluidos biológicos; la importancia radica en el manejo de los bloques ya que no deben humedecerse con la sangre, como comúnmente se hace porque se ablandaría antes de ser injertado al paciente.

La presentación en **CHIPS** o **ASTILLAS** vienen en longitudes de 4 a 5 mm y se presentan en paquetes de 2.5 a 5.0 gramos, estas se utilizan para el relleno de defectos óseos ya sean pequeños o grandes.

La HA, de acuerdo con los componentes que contienen en su fórmula, puede ser simple o combinada, esto es debido a que como hablaremos más adelante la HA tiene la desventaja de que las partículas pueden migrar a lugares no deseados por ello se le agregan materiales para brindarle consistencia y otras propiedades, por ello podemos encontrar:

* HA-polvo de hueso desmineralizado,⁽⁹⁾ el cuál pretende brindar osteoinducción dada por el hueso desmineralizado, además de las propiedades de osteoconducción que se confieren por la HA.

* HA-PFC (colágeno fibrilar bovino), esta forma la podemos encontrar en barras, por lo cuál se usan principalmente en el aumento del reborde alveolar. Una propiedad que brinda el colágeno es la maleabilidad de los injertos al contacto con la sangre.

Además de esto podemos encontrar que la hidroxiapatita puede ser **NATURAL** o **SINTÉTICA** de acuerdo al origen que tiene esta, así podemos tener HA de hueso ya sea animal o hueso humano liofilizado.

El hueso bovino consiste en gránulos de 600 micrones de matriz ósea trabecular tomada del cóndilo femoral de bovinos por debajo de los 6 meses de edad. ⁽¹³⁾ Este hueso no produce reacción antigénica debido a que es manejado por un proceso por el cuál todos los componentes orgánicos incluyendo todas las proteínas son eliminados, el tratamiento y manejo de este hueso permite la extracción de la matriz de hueso reticular esencialmente hecha de colágena tipo I mineralizada.

El hueso natural tomado de una fuente humana, es reabsorbible y este consiste en gránulos de hueso de 500 micrones de tamaño; este hueso

también es manejado como el bovino además de que es sometido a congelamiento seco, por ello se le llama liofilizado.

La HA en forma de bloques ya sea porosa o no y las partículas porosas son comúnmente las formas más usadas en la actualidad, la elección de polvo o bloques es dada por la estabilidad en la cirugía del segmento maxilar o mandibular que se va a trabajar.

Se obtienen grandes ventajas en los defectos quísticos, en sitios de osteotomía y en defectos del contorno facial cuando se usa la hidroxiapatita sola o en conjunción de hueso autólogo, ⁽⁹⁾ por ello es importante tomar en cuenta que no siempre trabaja sola la HA, ya que al trabajar algún defecto, después de quitar la patología se hace un cureteado en donde se desprende hueso sano y este se mezcla con la sangre y la HA, entonces como lo comentan varios autores se tendrán ventajas adicionales de osteoinducción.

Algunas veces con el fin de ofrecer una buena terapéutica los materiales de injerto en este caso la HA, pueden ser impregnados en la misma cita o anteriormente con algún antibiótico, dando la ventaja de no cambiar sus propiedades, los antibióticos no se impregnan en la estructura de los bloques pero si ofrecen una liberación por unas semanas del antibiótico cuando es usada la HA en polvo.

5. Indicaciones y Contraindicaciones del Uso de la Hidroxiapatita como Injerto Óseo

Con el avance de la Odontología se han buscado nuevas formas y técnicas para hacer una odontología lo más conservadora posible, por lo que muchas veces se prefieren usar materiales en este caso aloplásticos como la hidroxiapatita como sustituto óseo para injertos en vez de injertos autólogos que implican más amplitud en varios aspectos de la cirugía, claro que es importante destacar que depende cada caso y paciente para elegir entre uno y otro, por lo antes mencionado se ha popularizado el uso de estos materiales pero como en todo siempre hay que tener en cuenta lo que cada paciente en particular requiere y saber que nunca el hueso sintético ni otro material aloplástico tendrá las características de osteogénesis que posee el hueso autólogo o natural.

La hidroxiapatita en cualquiera de sus presentaciones se usa en diversas ramas de la Odontología principalmente en Cirugía Oral, en Cirugía Maxilofacial, en Implantología, Periodoncia, Prótesis Maxilofacial y Endodoncia en algunos casos de cirugía periapical, además de que se usa en otras ramas de la Medicina y en gran cantidad de procedimientos tales como para Cirugía Estética, Ortopedia, Neurología, Prótesis, etc.

En la Odontología el uso de esta se confiere a cualquier procedimiento que requiera dar conformidad y buena arquitectura funcional y estética al hueso de cualquiera de las dos arcadas.

Entre los usos odontológicos más frecuentes están la corrección de defectos óseos faciales y orales como lo es el aumento de dimensión de la mandíbula y/o maxilar, corrección de malformaciones congénitas como lo es en el

5. Indicaciones y Contraindicaciones del Uso de la Hidroxiapatita como Injerto Óseo

Con el avance de la Odontología se han buscado nuevas formas y técnicas para hacer una odontología lo más conservadora posible, por lo que muchas veces se prefieren usar materiales en este caso aloplásticos como la hidroxiapatita como sustituto óseo para injertos en vez de injertos autólogos que implican más amplitud en varios aspectos de la cirugía, claro que es importante destacar que depende cada caso y paciente para elegir entre uno y otro, por lo antes mencionado se ha popularizado el uso de estos materiales pero como en todo siempre hay que tener en cuenta lo que cada paciente en particular requiere y saber que nunca el hueso sintético ni otro material aloplástico tendrá las características de osteogénesis que posee el hueso autólogo o natural.

La hidroxiapatita en cualquiera de sus presentaciones se usa en diversas ramas de la Odontología principalmente en Cirugía Oral, en Cirugía Maxilofacial, en Implantología, Periodoncia, Prótesis Maxilofacial y Endodoncia en algunos casos de cirugía periapical, además de que se usa en otras ramas de la Medicina y en gran cantidad de procedimientos tales como para Cirugía Estética, Ortopedia, Neurología, Prótesis, etc.

En la Odontología el uso de esta se confiere a cualquier procedimiento que requiera dar conformidad y buena arquitectura funcional y estética al hueso de cualquiera de las dos arcadas.

Entre los usos odontológicos más frecuentes están la corrección de defectos óseos faciales y orales como lo es el aumento de dimensión de la mandíbula y/o maxilar, corrección de malformaciones congénitas como lo es en el

paladar hendido, para relleno de cavidades hechas por quistes o tumores, fracturas con pérdida ósea, reconstrucción craneofacial, relleno óseo para defectos hechos por infecciones, granulomas y diferentes patologías periapicales y periodontales, prevención de colapso óseo después de extracciones múltiples, para aumento del reborde alveolar, aumento del piso del seno maxilar, en el cierre de comunicaciones oro-sinusales, en cirugía ortognática y de camuflaje y varios usos en implantología entre otros.

El uso de estos materiales implica un análisis de los factores tanto locales como sistémicos del problema a resolver, por ello aparte del caso mismo se tienen que observar las condiciones que afecten directamente el curso del éxito del injerto.

En cualquier caso todos estos materiales deben utilizarse en un buen ambiente osteogénico y situarlos sobre un lecho receptor que favorezca la revascularización rápida del material injertado y en máxima estabilidad, y, en función del material utilizado, la morfología y tamaño del defecto, y la técnica que finalmente se haya decidido emplear, el resultado que cabe esperar tiene que ser realista, no utópico. ⁽⁷⁾

Como se mencionó anteriormente se determinan aparte las condiciones médicas o psicológicas que puedan contraindicar el tratamiento, para ello es de muy importante la realización de una buena historia clínica médica incluyendo un examen físico, signos vitales que incluyan la toma del pulso, presión sanguínea, respiración y temperatura además de estudios de laboratorio completos para valorar el estado de salud del paciente.

Hay ciertas **contraindicaciones absolutas** ⁽¹²⁾ para el tratamiento de implantes y de injertos, estas son:

- Diabetes Mellitus no controlada
- Enfermedades del tejido conjuntivo
- Coagulopatías y discrasias sanguíneas.
- Patología oral en la zona de la intervención
- Cáncer
- Radiación (osteorradionecrosis)
- Adicciones
- Enfermedades psicológicas graves
- Enfermedades inmunodepresoras graves
- Enfermedades cardíacas no controladas y graves

Otros autores como Fonseca sugieren el embarazo, trombocitopenia no tratada e infarto reciente como contraindicaciones absolutas. (11)

Existen también enfermedades o alteraciones que contraindican el tratamiento en forma relativa, esto significa que depende el estado del paciente se pueden realizar los actos quirúrgicos entre las cuales se encuentran: Endocrinopatías como insuficiencia adrenal, hipo o hiperparatiroidismo, enfermedades micóticas locales o sistémicas, enfermedades cardiovasculares como hipertensión y aterosclerosis, enfermedades granulomatosas, entre otras.

Las **contraindicaciones relativas** se dice que deben ser analizadas junto con el médico y los especialistas que se requieran dependiendo de la alteración sistémica, otras de estas contraindicaciones relativas son: enfermedades autoinmunes, tabaquismo incontrolado, alcoholismo, osteomielitis, hepatitis crónica, diabetes mellitus controlada, etc.

Como contraindicaciones relativas en el área facial que deberán ser discutidas tanto por el cirujano como por el médico y el paciente son la

neuralgia trigeminal o de cualquier otro nervio ya que este procedimiento y el implante o injerto en sí puede provocar el disparo o un punto gatillo, otro factor importante es la presencia de alguna neoplasia cercana al área ya que está expuesta a ser lesionada en el acto quirúrgico o estimulada y con esto se conlleva al crecimiento o malignización de la misma lesión maligna o premaligna.

Se debe analizar la historia de alteraciones en el metabolismo del calcio o fosfatos, tumores óseos, osteoporosis, hipofosfatemia o cualquier enfermedad que involucre el depósito y metabolismo de calcio o cualquier componente mineral.

Es esencial que el cirujano verifique que el área quirúrgica no presente cercanía con estructuras anatómicas, como son forámenes de salida de nervios y los nervios mismos, la cavidad nasal, el seno maxilar y otras estructuras. Es importante también analizar el espacio que abarcará el procedimiento de ahí se partirá para saber si la cercanía de estructuras anatómicas es una contraindicación absoluta o relativa.

Como factores que pueden llegar a contraindicar una cirugía de este tipo por la afectación que conllevan a estructuras dentales tenemos que Feinberg y Vit ⁽⁹⁾ en un estudio experimental con animales observaron los efectos de la HA y del fosfato tricálcico en dientes deciduos y en desarrollo, dando como resultado que la HA no reabsorbible actúa como impedimento en la erupción dental, alteran el desarrollo de la corona, además de provocar anquilosis o impactación de los dientes permanentes.

Otra desventaja y contraindicación es que la HA no pueda usarse en pacientes que estén recibiendo tratamiento ortodóntico.

En el análisis del caso se tomarán en cuenta todas las disfunciones que presente el paciente en cuanto al aparato estomatognático desde la higiene oral, hábitos, alteraciones musculares, alteraciones en la articulación temporomandibular, bruxismo, hiperplasia fibrosa, presencia de prótesis, etc., hasta alguna parestesia o parálisis facial.

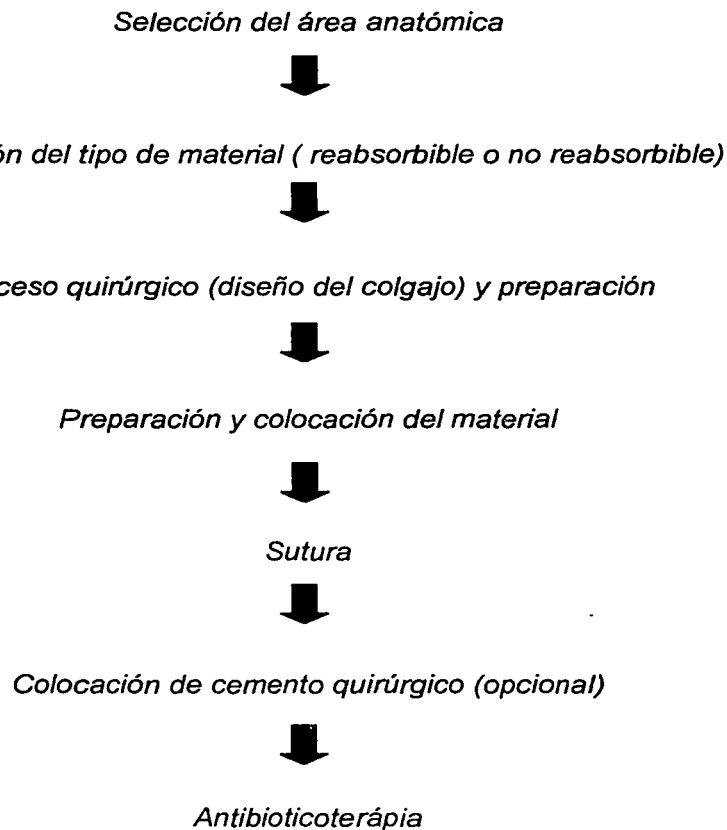
Y un punto muy importante es que no se debe realizar ningún procedimiento de este tipo si se presenta o se sospecha de la más mínima infección cerca o dentro de la zona quirúrgica.

Todos estos factores son puntos clave para tener claras las perspectivas de éxito o fracaso del caso en general, además es importante saber el grado de resorción que tendrá el injerto o no y las posibles complicaciones que se lleguen a dar a lo largo o después de la cirugía.

6. Usos y Técnicas Quirúrgicas

La colocación de materiales para injertos óseos para reparar, aumentar, favorecer la osteosíntesis o mantener la morfología del hueso se puede realizar colocando partículas, fibras, bloques sólidos de hidroxiapatita o cualquier otra presentación según sea la conveniencia del caso y estos puede que sean reabsorbibles o no.

Toda cirugía que involucre el manejo de injertos óseos tiene que seguir los siguientes pasos: ⁽¹⁵⁾





Cuidados postoperatorios

El éxito de la preservación del injerto en buenas condiciones y en general de cualquier otro tipo de cirugía esta asegurado con: ⁽¹⁵⁾

1. Cuidadosa elevación del colgajo
2. Desbridamiento completo del defecto
3. Buena irrigación salina
4. Cuidadoso manejo del material de injerto
5. Adecuada sutura
6. Uso de cemento quirúrgico protector para estabilizar y proteger el material durante la formación del coágulo sanguíneo
7. Uso de antibióticos para prevenir la infección y
8. Asepsia.

Como se mencionó anteriormente hay diversas indicaciones en al ámbito odontológico para el uso de materiales sustitutos óseos como la hidroxiapatita, ya sea para el relleno de cavidades óseas provocadas por diversos factores o para dar contorno y estructura a un fragmento óseo perdido.

En este capítulo se describirán los usos y técnicas más comúnmente usadas en Cirugía Bucal.

Cabe mencionar que siempre que se utilice algún sustituto óseo este deberá de ir en contacto directo con el hueso residual, esto es para evitar una mala cicatrización y fibrosis además de que si no está en contacto directo con el hueso fracasará la técnica por la falta de osteoconducción.

En todas las técnicas se debe eliminar previamente cualquier patología y cualquier tejido que muestre signos de enfermedad como lo es el tejido de granulación.

Se tiene que eliminar el tejido conjuntivo para que la integración no fracase.
(12)

6.1 *PRESERVACIÓN DEL CONTORNO DE LA CRESTA ALVEOLAR*

De gran utilidad y con resultados favorables ha sido la implantación de HA en los alvéolos postextracción dental, pues de esta forma se mantiene e, incluso se mejora la altura del reborde. (9)

La preservación del contorno de la cresta alveolar se refiere a mantener la estructura ósea relativamente sana existente, después de cualquier procedimiento quirúrgico que nos sugiera que después del acto quirúrgico habrá una resorción ósea con la posible pérdida de contenido y arquitectura ósea de cualquier zona del maxilar o de la mandíbula, principalmente del reborde alveolar, por ejemplo después de la remoción de piezas dentales únicas o múltiples o de remoción de patologías en las que se haya perdido gran cantidad de hueso o en el que queden bordes irregulares y que por ello se pronostique un colapso del reborde, o bien que se indique un mejoramiento del contorno del reborde por los bordes irregulares y así evitar el colapso o una cirugía de regularización de proceso.



Figura 10. Reborde alveolar después de extracciones múltiples.

Esta es una medida preventiva ya que nos permite conservar la forma y altura del reborde, ⁽¹²⁾ este método facilitará la futura restauración de la estética y función de las arcadas por medio de una prótesis ya sea fija o removible o en la colocación de implantes.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

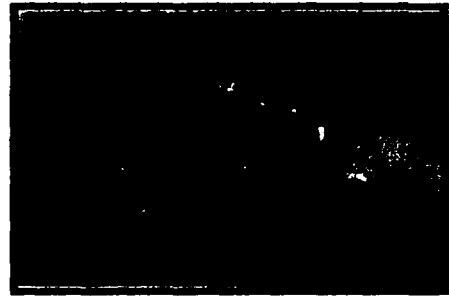
Figura 11.
Colocación de HA
en el reborde
alveolar.



Como se ha mencionado, esta técnica es muy importante cuando se da la extracción de más de dos piezas dentales, en la cirugía del tercer molar en la que haya sido necesaria la eliminación de gran cantidad de hueso y después de algún procedimiento de hemisección radicular o simplemente cuando se quiere preservar el contorno óseo maxilar en un diente anterior para que así se procure una buena reconstrucción protésica.



Figura 12,13 y 14. Colocación
de HA en un caso de
mantenimiento del reborde
alveolar.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En estos casos algunos autores comentan que debe colocarse HA no reabsorbible para evitar futuros problemas periodontales en los dientes adyacentes o en la raíz residual.

En esta técnica los autores sugieren en algunas ocasiones que se realicen primero las extracciones de las piezas afectadas, dependiendo del número

de piezas que serán extraídas y otros sugieren que se realice primero la incisión para colgajo de espesor total, si es esta la técnica que se usará se realiza el levantamiento del colgajo hasta nivel vestibular separando perfectamente el periostio y cualquier resto de tejido de granulación para el descubrimiento total del hueso, después de realizado lo anterior se hacen las extracciones, la cirugía o la hemisección radicular, una vez hecho esto se curetea el alvéolo para retirar el folículo dental y cualquier tejido sobrante, se limpia y se lava con solución salina, se revisa que el colgajo afronte perfectamente del lado contrario y que las papilas dentales interdigiten a manera de sierra con las del lado opuesto, si sobrara demasiado tejido se cortará con tijeras para encía solo hasta el punto donde haya un buen afrontamiento; se toma en cuenta que debe mantener una estabilidad, firmeza y espacio suficiente para que la HA no se mueva o desplace a otro sitio; para la colocación del material de injerto se puede usar una jeringa predosificada que contenga la HA o se puede usar un portaamalgamas o una cucharilla de Lucas para transportarla directamente al sitio receptor, se pueden utilizar las partículas o chips para el llenado, la HA debe ser humedecida con anestesia sin vasoconstrictor, con suero o con la misma sangre del paciente ya sea directamente en la jeringa predosificada o en un godéte estéril.

Después de que se deje humedecer la HA, se procede a colocar el material, esto se realiza poniendo una cantidad pequeña y comprimiendo hasta que se compacte firmemente dentro del alvéolo y así se llena hasta el punto más alto al que llegue el hueso, después se hace presión con un algodón húmedo para compactar más, se debe suturar con surgete continuo y se debe verificar que haya una correcta hemostasia.

Después se tendrá un control radiográfico de la zona y se esperará un mínimo de 8 semanas para realizar cualquier trabajo protésico en el área y si

se piensan colocar implantes se debe esperar un mínimo de 4 a 6 meses para esperar la osteosíntesis y la maduración del hueso nuevo.

Esta técnica permitirá buena estabilidad y un buen contorno óseo para la futura rehabilitación.

2.2 AUMENTO DEL REBORDE ALVEOLAR

Muchas veces después de las extracciones dentales no se toma la precaución de revisar que tanto sufrirá el hueso colapso o que tanto quedaron espículas o bordes cruentos ofreciendo al reborde una forma irregular y difícil de manejar protésicamente debido al dolor que provocan estas irregularidades, esto es principalmente después de las extracciones múltiples, además con la resorción de hueso que puede sufrir el paciente por diversos factores como las cargas masticatorias parafuncionales o una prótesis mal ajustada o alguna alteración en el metabolismo del hueso y la edad del paciente, el hueso puede sufrir una atrofia muy importante perdiendo así su capacidad de soportar cargas y la retención que este pudiera ofrecer para una prótesis.



Figura 15. Reborde alveolar superior atrofiado.

Los rebordes por lo antes mencionado pueden quedar planos, atróficos o en filo de cuchillo ⁽¹²⁾ y pueden ser tratados con distintos materiales en este caso la HA ya sea reabsorbible o no dependiendo el grado de reabsorción ósea.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura 16. Reborde alveolar inferior en filo de cuchillo.



Estos defectos pueden ser manejados con bloques, fibras o en partículas.

El material puede ser colocado en el reborde por medio de técnicas abiertas como lo con la incisión y elevación de colgajo o con la técnica cerrada de tunelización, la ventaja que ofrece la tunelización es que es menos agresiva ya que solo se colocan pocos puntos de sutura, es más rápida y tiene menos área de incisión, pero la desventaja es que se puede lesionar el nervio alveolar inferior o el mentoniano ya que puede haber mucha atrofia del hueso; en estos casos conviene más la técnica abierta ya que se pueden observar con más facilidad las estructuras anatómicas, evitando así alguna lesión.

A) Técnica Cerrada

Tunelización

Primero se realiza la anestesia a lo largo de la zona que se va a operar con puntos locales.

Si lo que se desea hacer es dar volumen a un reborde que presenta forma de filo de cuchillo; se realizan dos cortes uno a cada lado de la parte en la que se quiere injertar en la encía vestibular, esta incisión debe ser vertical hasta un punto en donde pueda entrar un elevador de periostio, una jeringa preosificada o un bloque de HA. El elevador de periostio debe insertarse por debajo de este hasta llegar a hueso cuidando de no lastimar ni desgarrar la mucosa, esto se realiza hasta que la parte activa salga del lado opuesto de la incisión donde insertamos el elevador o hacia la parte posterior, quedando como resultado dos túneles posteriores y uno anterior.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 17. Técnica de tunelización.

Esta técnica debe de ser lo más cuidadosa para no causar lesión a las estructuras nerviosas, en caso de no haber espacio, se deberá realizar

primero una vestibuloplastía con injertos (de ser necesario) y después de 8 semanas se realizará el aumento.

Los bloques deben humedecerse en sangre del paciente siempre y cuando estos sean rígidos y/o suero, de preferencia deberán ser impregnados con algún antibiótico, por ejemplo Penicilina G por 20 min. antes de colocarlos.

Después de colocado el injerto debe cuidarse de que no hayan bordes muy agudos en el caso de bloques rígidos por las dehiscencias que se puedan provocar ya que de ser así se deberá retirar todo el bloque.

Si la elección fue partículas, se debe colocar poco a poco levantando el colgajo con una pinza Adson, introduciendo la jeringa o la cucharilla de Lucas dentro del túnel. El siguiente paso es suturar y tomar una radiografía panorámica para evaluar la posición de los injertos y colocar después acondicionador de tejidos en la prótesis del paciente si es que la tuviera para así dar la conformidad a la mucosa y estabilizar las partículas de HA o los bloques.

B) Técnica Abierta

En la técnica abierta se realiza una incisión en la parte media de los rebordes, se levanta el colgajo y se retrae colocando el material directamente sobre el hueso, lo importante aquí es mantener las partículas estables antes y después de suturar, cuando la sangre y posteriormente el coágulo actuó como medio cementante, se sutura con puntos continuos y después se coloca una férula hecha de acrílico sobre modelos del paciente y simulando en ellos el aumento, se prueba y se revisa que quede justa pero que no presione la zona y estos se dejan en el paciente 3 semanas.

6.3 CIRUGÍA PERIAPICAL Y LESIONES PERIODONTALES

Siempre que se realice un tratamiento de este tipo se deben observar las condiciones de los dientes presentes, además de la previa fase I del tratamiento periodontal, siempre el paciente debe estar en las mejores condiciones posibles y estar instruido sobre el seguimiento de los hábitos de higiene oral después de la cirugía, ya que si esto no se sigue el tratamiento fracasará; también se deben hacer previamente los tratamientos endodónticos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 18. Lesiones periodontales.

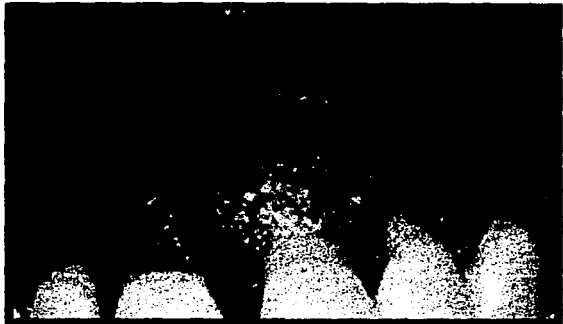
En esta cirugía primero se debe anestesiar la zona ya sea regional o localmente, se visualiza el colgajo para que este incluya un diente más a cada lado de la lesión; la incisión se hace ya sea con una hoja de bisturí # 15 o una #12, a bisel interno incluyendo en el colgajo a las papilas; se levanta el colgajo con un elevador de periostio a no más de 1 o 2 mm apicalmente al defecto, se levantan los colgajos tanto de la parte vestibular como de la lingual o palatina, después de esto se hace el curetaje conservando lo más posible al hueso residual, se quitan perfectamente los granulomas, sarro y placa, se lava y se colocan las partículas de HA en todos los defectos óseos con una cucharilla de Lucas, se prefiere siempre utilizar la presentación en polvo, se condensa y se deja humedecer y coagular para más estabilidad, después se sutura con puntos separados; es importante el control

radiográfico y el hecho que no se debe sondear hasta después de 6 meses como mínimo es un punto que se debe enfatizar.

En este tipo de cirugía siempre se prefiere utilizar algún método que nos provea de regeneración tisular, por lo que la mayoría de las veces se usan membranas, de ello se hablará más adelante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 19. Colocación
de HA en defectos
periodontales.

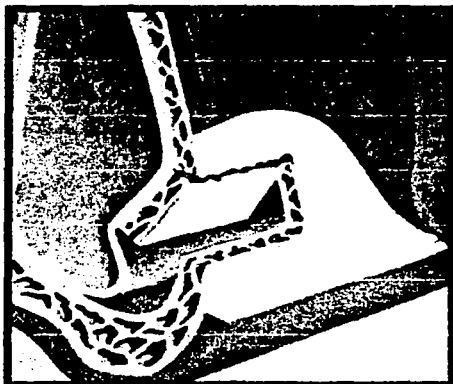


6.4 AUMENTO DEL SENO MAXILAR

En la rehabilitación con implantes endóseos de la zona posterior muchas veces nos encontramos con la limitante de la falta de altura ósea entre el seno maxilar y la cresta alveolar, corriendo el riesgo de perforarlo y causar serios problemas en este, por lo que en estos casos está contraindicada la colocación de implantes de este tipo, pero se tiene la oportunidad de colocar injertos óseos ya sea autólogos o como es en este caso de materiales cerámicos como la HA, esto dependerá de la preferencia, experiencia y posibilidades de cada paciente.

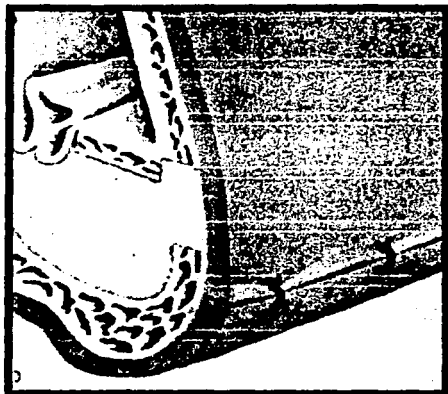
Se inicia la cirugía con la anestesia desde la tuberosidad hasta la zona canina tanto por paladar como por el vestíbulo, se realiza una incisión a lo largo de la parte media de la cresta alveolar con una liberatriz en la zona

anterior, se levanta el colgajo hasta la parte inferior del arco zigomático, después se realiza un corte con una fresa de bola #6, de forma horizontal en el suelo del seno. Este corte debe involucrar solo hueso con cuidado de no lastimar la mucosa de este, después se realiza otro corte paralelo a este con una fresa #2, unos 15 cm. por arriba de la primera, debe tenerse el cuidado de no lastimar ni estar cerca del foramen infraorbitario; estas dos líneas se conectan con dos líneas verticales a cada extremo de estas usando una fresa #6 de nuevo, después de esto el rectángulo que se formó deberá separarse y levantarse con mucha precaución hacia adentro y luego hacia fuera hasta que se observe totalmente la mucosa, después esta se levantará con precaución de no perforarla, el rectángulo que se formó quedará como el nuevo piso del seno al ser elevado, mientras que la mucosa será doblada y elevada a un punto más alto del seno. Después de esto se valora si existe realmente espacio para colocar los implantes, esto quiere decir que si el espacio es menor de 4 mm no habrá espacio para colocar implante y se deberá esperar mínimo 6 meses para la colocación de los implantes, si es mayor de 5 mm se podrán poner los implantes, después se coloca el material de injerto en el espacio entre el nuevo suelo y el bloque de hueso que cubre la membrana, se coloca de nuevo la mucosa vestibular y se sutura con puntos continuos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 20. Elevación de
seno maxilar.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 21. Colocación
de HA en la elevación
de seno maxilar.

Se debe indicar al paciente que debe evitar sonarse por lo menos dos semanas para evitar la entrada de aire, además de los cuidados postoperatorios de rutina y se tendrá un control radiográfico de la zona para observar el espacio, esto será después de 6 a 9 meses de la primera cirugía.

6.5 CIRUGÍA MAXILOFACIAL

En este ramo los diferentes materiales aloplásticos han sido de gran utilidad para la reconstrucción y la sustitución de distintas partes del cráneo y de la cara. Estos biomateriales han llegado a formar una parte integral en la reconstrucción del esqueleto maxilofacial. ⁽¹⁷⁾

En cuanto a los materiales usados en cirugía reconstructiva, traumatología y en cirugía maxilofacial son muy variados pero específicamente hablando del hueso la HA ha sido un material muy bien aceptado por su disponibilidad en el mercado y facilidad en el uso.

La preparación de un paciente deberá incluir todos los estudios, historia clínica, modelos de estudio y todo lo que se ocupa en cualquier cirugía bucal como antes lo hemos mencionado.

La cirugía siempre dependerá de cada zona anatómica de la que se quiera reconstruir o mejorar estéticamente, ya sea nariz, arco zigomático, como injerto de mentón, en cirugía ortognática, en lesiones traumáticas etc, y en términos generales consiste en el diseño cuidadoso del colgajo, curetaje de la zona de ser necesario, creación del lecho receptor, estabilización del material de injerto y cierre primario del colgajo de ser posible.

Los injertos que se utilizan pueden ser en bloques o en partículas dependiendo del caso, se puede usar para el rellenado de defectos con fines estéticos o para inducir la formación de hueso en cavidades.

Los bloques se pueden utilizar en los siguientes casos:

- a) Como prótesis estéticas
- b) Genioplastias
- c) Aumento y reconstrucción de pómulos
- d) Defectos de continuidad
- e) Reconstrucción de grandes quistes y tumores, como en hemimandibulectomía
- f) Aumentos de maxilar y mandíbula, entre otros.

Las partículas se utilizan en:

- a) Relleno de defectos hechos por quistes o tumores
- b) Defectos de fracturas
- c) Defectos de continuidad, etc.

Hay autores como Block, ⁽¹⁹⁾ que hicieron estudios es defectos óseos provocados por tumores como el ameloblastoma; después de la remoción quirúrgica los defectos fueron rellenados con HA; al analizarlos después de tres años se describió que los resultados fueron muy buenos en su evolución. ⁽¹⁹⁾

En la reconstrucción de los defectos maxilo faciales hay varios casos en los que no se podrá hacer un injerto de hidroxiapatita por ejemplo:

1. Procesos infecciosos agudos o crónicos cerca de la zona a injertar.
2. Enfermedades que contraindiquen la cirugía o el uso de la anestesia.
3. Cualquier enfermedad que de una esperanza de vida menor de 5 años.
4. Pacientes que estén recibiendo o vayan a recibir radioterapia.
5. Pacientes con tratamiento de anticoagulantes.

6.6 USOS EN IMPLANTOLOGÍA ORAL

La HA ha tenido un gran éxito para la implantología por su uso en la fabricación, el soporte y corrección de defectos alrededor de implantes osteointegrados.

El empleo de la HA en la cubierta de los implantes se debe a que aporta diversas ventajas clínicas: ⁽⁸⁾ formación ósea más rápida en torno al implante, unión más resistente y completa al hueso, una mayor tolerancia, menor absorción ósea alrededor de los implantes y cierta capacidad de crecimiento óseo en sentido coronal del implante. ⁽⁸⁾

Krauser y Kent, ⁽¹⁸⁾ hicieron estudios en los que se demuestra que los implantes con cubierta de HA tienen mucho mayor éxito que los que no poseen la cubierta de este material.

En los implantes de titanio sin cubierta, el hueso nuevo crece hacia arriba y se adapta a la superficie, pero hay con frecuencia tejido fibroso alrededor del implante lo que debilita la estabilidad del implante y en los implantes que presentan una cubierta de HA el hueso creció más rápido y cubrió mucho mayor superficie del implante. ⁽¹⁸⁾

Otro de los usos frecuentes de la HA en el campo de la implantología es con respecto al tratamiento de las fenestraciones y dehiscencias que los mismos pueden presentar, llevando con esto el fracaso y la movilidad del implante.

La fenestración y dehiscencias, son las complicaciones más frecuentes en rebordes alveolares estrechos o cuando no se toman en cuenta las proporciones sino la estética futura del implante.

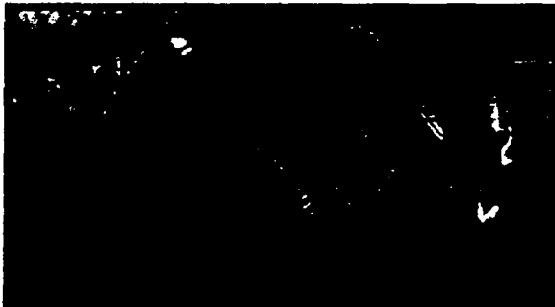


Figura 22. Dehiscencia de un injerto osteointegrado.



Figura 23. Colocación de HA en el implante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los dientes con este tipo de defectos óseos, pueden ser tratados como dientes con enfermedad periodontal, esto es desde el diseño del colgajo, curetaje de la zona y colocación de injertos en el lugar de la lesión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 24. Defecto óseo
corregido con HA.



Otro uso es al colocar los implantes muchas veces no tienen la estabilidad necesaria para poder sostenerse o funcionar por sí mismos, por eso es que hay veces que se sugiere colocar los implantes junto con materiales como la HA para que le ofrezcan esa estabilidad mientras el coágulo y el hueso se vayan formando, si no es posible colocar un implante después de la extracción dental es posible que se tenga que realizar otra cirugía después de la regeneración ósea y para ello se tendrá que recurrir a técnicas de regeneración ósea con o sin injerto y membranas.

7. Regeneración Ósea Guiada.

En la cirugía oral incluyendo en esta a la cirugía periodontal, se ha introducido con grandes logros y avances el término de "REGENERACIÓN TISULAR GUIADA", lo cuál implica la mejor proliferación de hueso, ya que permite tener una guía para reestablecer la arquitectura perdida.

Se define la *regeneración* como la reproducción o reconstitución de una parte perdida o lesionada de forma que la arquitectura y la función de los tejidos perdidos o lesionados quedan completamente restauradas. ⁽³⁾

Algunos de los usos más frecuentes son:

- Cierre de defectos alveolares óseos.
- Aumento de los rebordes alveolares.
- Dehiscencias o fenestraciones óseas en asociación a implantes bucales.
- Colocación inmediata del implante después de una extracción dental.

Los términos de regeneración ósea guiada (ROG) y regeneración tisular guiada (RTG) son diferentes aunque siguen el mismo principio, la RTG es utilizada para describir el tratamiento de defectos óseos asociados a dientes naturales y la ROG se utiliza para referirse a la reconstrucción de defectos óseos alveolares previos o en asociación con implantes dentales o injertos. ⁽⁶⁾

La aplicación de este principio fue introducida por Dahlin y cols. en un trabajo experimental con ratas, en las cuales se crearon defectos óseos de los cuales algunos fueron cubiertos con una membrana para que dentro de los defectos no proliferara ningún otro tipo de tejido que no fuera desde la mandíbula; el resultado de este estudio fue que las mandíbulas que se

cubrieron con las barreras membranosas tuvieron un desarrollo perfecto en cuanto a su estructura externa como en los cortes histológicos, mientras que las que no fueron cubiertas presentaron una serie de defectos con tejido fibroso.

Este principio fue aplicado a diversos procedimientos para el mejoramiento de defectos óseos como lo es el aumento del reborde alveolar.

Los autores han confirmado entonces a partir de un sin número de estudios que un espacio sellado adyacente a una superficie ósea existente, cubierta o no con periostio, inevitablemente se llenaría con hueso neoformado. ⁽³⁾

El principio básico de la RTG es que se utiliza una barrera para aislar y crear un espacio protegido para la organización de un coágulo sanguíneo y prevenir así el colapso causado por la tensión de los tejidos. Esto permite la migración de las células osteoprogenitoras en el espacio y así la nueva formación de hueso; ya que sin esta barrera el tejido conectivo fibroso es capaz de migrar a este sitio.

Basado en el principio de RTG la regeneración ósea guiada se considera como una técnica de estimulación controlada para la formación de hueso nuevo en las áreas donde existen deficiencias, además la barrera actúa como un segundo coágulo dando mayor protección a la herida, dando mayor estímulo de las células indiferenciadas a formar osteoblastos en lugar de fibroblastos.

Un estudio experimental confirmó que la ROG en defectos protegidos con membranas sigue el crecimiento óseo intramembranoso normal en los sitios de extracción; Después de la formación de un coágulo protegido por una membrana se inicia la regeneración con depósito de hueso entretejido a lo

largo de los nuevos vasos sanguíneos con la formación posterior de hueso maduro normal.

En la actualidad hay un sin número de membranas que se utilizan para la RTG y como contención de los injertos óseos, estas membranas vienen en distintos diseños para su mejor adaptación y en la odontología actual se usan las absorbibles, aunque también se pueden usar las no absorbibles; un sustituto a las membranas es el dique de goma que ha tenido grandes resultados y que con un manejo adecuado da grandes expectativas aunque requiere de una segunda cirugía para su retiro.

Las membranas están hechas principalmente por polímeros como el poliláctido, el poliglicólido y carbonato de trimetileno, los polímeros se degradan para formar ácido láctico y ácido glicólico que son componentes naturales del cuerpo y que son eliminados en el ciclo de Krebs como dióxido de carbono y agua, y el polímero de carbonato de trimetileno se degrada por acción enzimática y se convierte para ser eliminado en dióxido de carbono, agua y otros productos de deshecho.

Las membranas deben de cumplir con ciertos parámetros como la biocompatibilidad, debe tener exclusividad celular esto significa que células diferentes al defecto no deberán crecer, creación de espacio por medio de una rigidez adecuada para resistir el colapso, adaptabilidad, fácil manejo y tiempo de absorción considerable para la regeneración.

Las membranas para RTG se pueden utilizar para tratar defectos de las corticales, defectos que involucran implantes, rebordes estrechos, para mantener el reborde después de extracciones, etc.

Es importante mencionar que para que se forme la suficiente cantidad de hueso, es necesario dejar el espacio suficiente con la membrana para que se rellene el defecto correctamente. Antes de utilizar los injertos se debe eliminar cualquier tipo de tejido o de infección residual y adaptar bien el lecho donde se pondrá el injerto para poder realizar un cierre primario con puntos de sutura aislados o continuos. Las incisiones se realizan dando un buen aporte vascular a los colgajos, después se expone la zona receptora con 4 mm de hueso normal a cada lado del sitio receptor, seleccionamos la membrana del tamaño y forma adecuada, recortamos lo que sea necesario para un buen ajuste y que las puntas así sean redondeadas; la membrana deberá cubrir 3mm de cortical a cada lado, evitando los espacios periodontales de los dientes que pudieran estar adyacentes, el material de injerto deberá de ser transportado al defecto y condensado en el mismo para evitar que se desaloje; se coloca la membrana en su posición fijándola cuidadosamente por debajo del periostio o suturarse con materiales absorbibles o bien usar microtornillos, después se cierra el colgajo cuidando que la membrana no se desaloje, se mueva o se arrugue en este momento; las suturas externas pueden ser retiradas a los 8 días después de la cirugía o dejar que estas se reabsorban de ser el caso.

Si se colocó una membrana no absorbible esta debe ser retirada de tres a nueve meses después de la cirugía. Si la membrana en este lapso resulta expuesta al medio bucal, debe recortarse y esperar el mayor tiempo posible para ser retirada. Si se deja más tiempo la membrana, esta puede pasar a formar parte del tejido neoforado siendo así más difícil su retiro.

Con los numerosos estudios que se han hecho y con el éxito que ha tenido la utilización de membranas se pueden dar las siguientes conclusiones:

1. El procedimiento de RTG promueve la formación de hueso.

2. Los defectos óseos como dehiscencias y fenestraciones en dientes naturales como en implantes pueden ser corregidos.
3. Se puede prevenir y corregir defectos circunferenciales causados por las extracciones dentales o la enfermedad periodontal.
4. Ofrece mayor éxito un el aumento vertical del reborde alveolar.
5. Los injertos óseos pueden verse favorecidos mediante esta técnica para la formación de hueso nuevo.

Las condiciones clínicas que pueden pronosticar un éxito son: inmovilidad, curación del defecto sin presión y cierre primario del colgajo sin tensión.

8. Ventajas y Desventajas del Uso de la Hidroxiapatita Como Sustituto Óseo

Como hasta ahora se ha analizado el uso de la HA; se sabe que es un material que ofrece grandes expectativas a nivel clínico como a nivel histológico, pero a su vez también como todo material que es injertado y es ajeno al cuerpo tiene ciertas desventajas y complicaciones, de las cuales se hablará más adelante.

El material utilizado debe ser escogido por sus cualidades físicas, químicas, clínicas y de acuerdo a la experiencia del cirujano en el manejo de los materiales aloplásticos, por lo que su uso esta directamente relacionado con la forma en que este lo aplique y ello conlleva al éxito o fracaso del tratamiento.

Dentro de las marcas de HA no absorbible encontramos a: Calcitek, Orthomatrix, Interpore y Ceramed entre otras.

Las marcas más comunes de HA reabsorbible son: Osteogen y Synthograft.

Cada una de estas nos brinda diferentes características y por lo mismo podemos encontrar en su uso diferentes ventajas y desventajas.

VENTAJAS ^(12,17)

- Disponibilidad
- Materiales osteoconductivos
- Aceptación biológica
- Aceptación por el paciente

- Dependiendo el uso que se le dé, la reabsorción o no del material
- No requiere de un sitio donador
- No requiere de una segunda cirugía
- Existen multitudes de formas y tamaños
- Desciende por estas características el tiempo de cirugía.
- El material puede ser bien adaptado al defecto
- Las partículas pueden ser bien empacadas en el defecto óseo.
- Cuando se usan injertos autólogos, nos encontramos con otros factores como la hospitalización por lo que el costo aumenta

DESVENTAJAS ^(12,17)

- Pueden causar reacciones inflamatorias y de cuerpo extraño
- Encapsulación del injerto por tejido fibroso
- Incremento de la incidencia de infección a comparación con los injertos autólogos
- Posibilidad de resorción ósea en el área de implantación
- Requiere de una adecuada calidad y cantidad de cubierta tisular
- Requiere en varios casos de mucha cantidad de material por lo que aumenta el costo
- El que sea o no reabsorbible dependiendo el caso del que se trate; si no es reabsorbible puede tener desventajas en cuanto a la forma en la que quede cierto defecto, si es reabsorbible, puede que tenga un pronostico incierto, por lo que muchas veces se requiere de otra cirugía.
- El material puede que se desaloje o que las partículas migren de su sitio.

Si bien sabemos que la HA como material aloplástico ofrece varias ventajas, además que la inserción de estos materiales es un método simple que no requiere de una cirugía con gran levantamiento y manejo de tejidos locales y que nos permite el cierre del colgajo por primera intención, además de que con esta técnica no se altera la profundidad del surco vestibular.

Pero además de estas ventajas que son de las principales para usar este material, nos encontramos con el inconveniente de que es un método caro, debido a que cada bloque de HA tiene un precio elevado, así como cada gramo de las otras presentaciones y en muchos casos se requieren de varios bloques del material y se usan varios gramos de HA en otras presentaciones. En segundo lugar cuando específicamente se usa la HA en bloques, se requiere de adaptar los bloques manualmente con una fresa de diamante bajo buena irrigación, lo que exige cierta destreza y nos provoca pérdida de tiempo. ⁽¹⁰⁾

9. Complicaciones en el Uso de la Hidroxiapatita como Injerto Óseo.

La mayoría de los materiales aloplásticos usados como injertos óseos son bien tolerados y aceptados por los pacientes, sin embargo hay varias complicaciones que se pueden presentar; estas complicaciones pueden ser inmediatas a la cirugía o algún tiempo después de esta. Las complicaciones son causadas tanto por el mal manejo de los tejidos en el momento de la cirugía o pueden ser inherentes al injerto en sí, pueden verse relacionadas tanto al tejido duro como al tejido blando aunque es raro que esto ocurra. Por algunas de estas complicaciones será necesaria la remoción del injerto.

Dentro de las complicaciones que se pueden presentar tenemos las relacionadas a la corrección de defectos del contorno facial; estos defectos pueden ser restaurados por algún bloque de hidroxiapatita que pueden presentar ya sea por falta de habilidad por parte del operador o por falta de adaptación del injerto un sobre contorneado, falta de volumen o adaptación en el área que se quiso corregir quedando después una asimetría o falta de balance facial al presentar alguna depresión.

Otra complicación que puede ocurrir es la presencia de una infección aguda o crónica; este padecimiento aumenta si no se siguen los parámetros de una buena cirugía; pero además hay varios factores que influyen para el aumento de la incidencia de la infección, entre ellos está la calidad y la cantidad de un tejido de soporte adecuado, el colgajo deberá de estar libre de tensión al momento de la sutura y el manejo de una mala antibióticoterapia postoperatoria hará que sea probable la instauración de microorganismos patógenos. La presión, el exceso de trauma o una lesión a los tejidos, puede darnos un fracaso y una contaminación con la subsiguiente falla del injerto.

Otro factor muy importante es la falta de higiene oral para la instauración de la infección, si bien el cepillado o lavado no será muy efectivo durante el primer mes, se debe de prevenir y de tratar de tener una higiene lo más óptima posible con el cepillado y el uso de enjuagues con algún antiséptico

Una de las complicaciones más frecuentes en los injertos es, la inadecuada inmovilización con la posible **migración, deterioro e infección** ⁽⁷⁾ del injerto y de la zona receptora.

Al momento de no presentar las condiciones adecuadas para que el injerto sea aceptado dentro del cuerpo, puede ocasionarse la **extrusión** del mismo, y una **reacción a cuerpo extraño del injerto.**

Puede presentarse la mayoría de los casos, una **reabsorción ósea** normal hasta cierto punto de poco hueso, pero esta reabsorción en cambio en otros casos, puede ser más agresiva supra o sub periosticamente en el lugar del injerto.

La **formación de quistes** junto con la reabsorción ósea ha sido reportada en la reparación del contorno orbital. ⁽⁷⁾

Dentro de las complicaciones en el aumento del reborde alveolar, pueden verse comprometidas estructuras nerviosas como el nervio mentoniano. Dentro de los problemas que se presentan inmediatamente después de la cirugía están la **anestesia o parestesia** de la zona, este problema puede durar minutos o años después del procedimiento, y en casos más graves es permanente, este problema se presenta por un exceso en la elevación del periostio y de una subsiguiente presión de la dentadura en el área del foramen mentoniano. En la técnica de tunelización no es poco frecuente que no se tomen las precauciones suficientes y que en los cortes verticales de los

lados se llegue a presentar la exposición directa, la disección y la recolocación del nervio. La migración de las partículas de HA hacia la zona del nervio puede presentarse en el momento del llenado o después de la cirugía. Igualmente en las técnicas abiertas puede llegar a ser lesionado el nervio o al momento de colocar un bloque puede ser que haga presión sobre el tejido nervioso causando un **dolor** muy agudo en la zona. En los casos en que la atrofia de la mandíbula es grave puede involucrarse también el nervio alveolar inferior en la región del tercer molar. En todos estos casos es necesaria la temprana exploración, y puede ser de gran ayuda la remoción de las partículas de HA y de tejido fibroso.

La **pérdida de la HA** es otro padecimiento que se sufre al colocar el material cuando no hay una correcta elevación del periostio, una formación de hematoma o una excesiva movilidad de las partículas durante la masticación, la fuerza muscular de los labios; además de la formación de tejido fibroso alrededor del injerto durante el primer mes después del injerto. Otro factor puede ser la incorrecta fijación del túnel o la falta de llenado del mismo para que la HA rote dentro del túnel formado.

Puede ser causado un **hematoma intraoral o extraoral** en el sitio receptor, esta complicación puede ser causada por la falta de control del sangrado, un llenado inadecuado con la HA, una excesiva reflexión del tejido blando o una inadecuada presión sobre el defecto rellenado.

El **sobrellenado, la falta de llenado, la migración y la difusión a áreas adyacentes**, son de las complicaciones que se pueden presentar también, en todos los usos y las técnicas de las que se hablaron, esto es como se mencionó, por la falta de una correcta fijación de los injertos, si esto ocurre durante las primeras semanas, puede llegar a ocurrir la **encapsulación** del material.

De ser posible siempre se debe evitar cualquier factor que impida las complicaciones antes mencionadas, de no ser así y para tener el control de la evolución del injerto, aún cuando la cirugía haya sido exitosa, se deberá tener un control radiográfico y clínico constante durante las primeras semanas después de la cirugía hasta el año después, esto es para ver la evolución y para descubrir de manera temprana los posibles cambios que se observen y así, de ser posible puedan ser corregidos o retirados a tiempo.

Siempre es importante tener un modo de fijación externa, como lo es un splint de acrílico que se adapte para la conformación adecuada del injerto y de los tejidos blandos, además para la protección de los mismos.

Para eliminar cierto tipo de las complicaciones antes mencionadas como lo son el dolor, la neuropatía, la forma ineficiente del reborde o contorno de un defecto, la pérdida de material o la migración de la HA causado por el exceso de material, una técnica inapropiada, un exceso en el levantamiento del periostio, una injuria al nervio mentoniano o splints inadecuados pueden ser eliminados con la aplicación de una técnica conservadora, el cuidado de la aplicación del material y la limitada elevación del periostio; y otras complicaciones como la migración del material actualmente se controlan con la aplicación de tubos de materiales que funcionan como reservorios del material para que no se desaloje de su sitio; estos tubos están hechos de materiales como son: Colágeno, ácido poliglicólico, tubos de Vicril o matriz de fibrina. En cuanto a los tubos de los diferentes materiales, todos siguen las mismas características y los mismos usos; Gongloff, en 1988, fue el primero en describir el uso de los tubos de colágeno en ratas; la HA libre fue contenida en los tubos de colágeno, esta se empaca y se condensa para ofrecerle más firmeza y estabilidad, se hizo un estudio comparativo entre los implantes con el colágeno y los que no lo tenían, como resultado se obtuvo, que si era más eficaz el uso de los tubos de colágeno que no usarlos ya que

las partículas de HA no migraron hacia otros sitios. Además se observó que radiográficamente había mas densidad y clínicamente era más sólido el sitio del injerto. A los tubos de los diferentes materiales se les hacen múltiples perforaciones a lo largo de las paredes, esto es con el fin de que se formen nuevos vasos sanguíneos dentro del tubo.

Otro de los materiales utilizados es la fibrina, esta se usa como un tipo de pegamento para ayudar a contener las partículas de HA: se mezclan los gránulos de HA con una solución de fibrina y se forma una masa que se injerta en el defecto, este sellador sirve para prevenir la dislocación y migración del material.

Este material ha sido usado en muchos casos durante años de investigación, y en general, como se ha comentado es muy bien aceptado y ha cursado con grandes éxitos; sin embargo; en ciertos pacientes no es bien tolerado y finalmente la aplicación inapropiada del material puede dar como consecuencia el fracaso de este.

10. Conclusiones

Se ha comentado y revisado a lo largo de este trabajo todas las características tanto físicas como químicas de la hidroxiapatita, además de sus usos en la Odontología. Por años se ha buscado que los defectos en la estructura del hueso puedan ser corregidos, y lo primero que se uso para esto fue la colocación de injertos autólogos, los cuales ofrecen una gran calidad en la corrección y muchas ventajas sobre otro tipo de injertos, pero dado a que es grande el esfuerzo que se requiere, implica mayor trauma para el paciente y muchas veces por impedimentos económicos, se buscaron materiales que suplieran al hueso en varias de sus características.

Actualmente en el mercado hay una gran cantidad de materiales que pueden ser usados como sustitutos del tejido óseo y que ofrecen al paciente y al cirujano buenos resultados en cuanto a la regeneración ósea por osteoinducción y osteoconducción, y para darle volumen por sí mismo al hueso, además de que estos también brindan buenos resultados clínicos e histológicos, por lo que no se descarta por ningún motivo el uso de materiales como hueso liofilizado, hueso bovino, etc., sin embargo la hidroxiapatita es un material que posee grandes características que nos ayudan y permiten tener grandes ventajas como material biocompatible que se puede usar como injerto de hueso, y algo muy importante es que hay un gran respaldo a lo largo de muchos años de estudios e investigaciones clínicas y experimentales sobre la aceptación tanto biológica, histológica, como por parte del paciente para su uso en varias situaciones que requieran el llenado de cavidades o la corrección de defectos estructurales en el hueso, por ello algo que se analizo en este trabajo es que es el material más estudiado y que por ello puede ser que se prefiera su uso antes de cualquier otro material.

A pesar de ello debemos tomar en cuenta que este material es un sustituto óseo artificial o sintetizado en un laboratorio, y que a pesar de ser una muy buena opción no reemplazará por ningún motivo al hueso natural y autógeno.

Conforme se estudiaron las características de los materiales también se notó la importancia que tiene el estudio de la fisiología, el metabolismo y la estructura del hueso para el éxito en los procedimientos de implantología como en la colocación de injertos óseos, es importante entender los procedimientos de remodelado óseo, los diferentes tipos de hueso y los factores que intervienen en la integración de un injerto o un implante. Se sabe de la importancia que tiene el conocer las características de cada tipo de material para que este se use en las mejores condiciones y en los mejores casos y así se tenga una buena elección y se tenga éxito en el uso de cierto material y presentación, además de que hay características ideales que debieran cumplir todos los materiales aloplásticos.

Así se confirma que el uso de la hidroxiapatita como sustituto óseo para injertos en cirugía oral y maxilofacial es una buena opción en la actualidad, por ello el odontólogo general debe tener conocimiento de estos materiales no tanto para remediar defectos grandes que requieren de conocimientos de un especialista, sino más bien para la prevención de los mismos y también para dar a conocer a los pacientes las nuevas opciones que hay para una odontología más conservadora y práctica.

11. Referencias Bibliográficas

1. Bianchi A., **“Prótesis Implantosoportada”**, Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, 1ª edición, México, 2001, Págs.. 3-155.
2. Guyton, Hall, **“Tratado de Fisiología Médica”**, Décima edición, Editorial McGraw Hill, México, 2001, Págs. 1084-1087.
3. Lindhe J., **“Periodontología Clínica e Implantología Odontológica”**, Editorial Médica Panamericana, Tercera Edición, Madrid, 2000, Págs. 604-620, 916-936.
4. Kruger, **“Cirugía Buco-Maxilofacial”**, Editorial Médica Panamericana, México, 1983, Págs. 231-247.
5. McKinney Ralph, **“Endosteal Dental Implants”**, Editorial Mosby, USA, 1991, Págs. 429-444.
6. Baladrón N., Colmenero C., Elizondo J. et al **“ Cirugía Avanzada en Implantes”**, Editorial Ergón, Madrid, 2000, Págs. 4-17.
7. Peñarrocha M., **“Implantología Oral”**, Editorial Ars Médica, España, 2001, Págs. 129-150.
8. Herrero Mariano, Herrero Federico, et al, **“Atlas de Procedimientos Clínicos en Implantología Oral”**, Editorial Marban, TRP ediciones, España, 1995, Págs. 15-28.

9. Quintana Díaz J, "Utilización de la Hidroxiapatita en Cirugía Maxilofacial. Actualización Bibliográfica.", Revista Cubana de Estomatología, 35(1): 16-20, 1998.
10. Gay Cosme, Berini L, "Cirugía Bucal", Editorial Ergón, Madrid, 1999, Págs. 865-874.
11. Fonseca, Davis, "Reconstructive Preprosthetic Oral and Maxilofacial Surgery", 2º Edition, Saunders Company, USA, 1995, Págs. 41-69, 127-134, 853-928.
12. Cranin, "Atlas de Implantología Oral", Editorial Médica Panamericana, España, 1995. Págs, 7, 197-217.
13. Khalid A. Al Ruhaimi, Msc, Chairman, "Bone Graft Substitutes: A Comparative Qualitative Histologic Review of Current Osteoconductive Grafting Materials ", The international Journal of Oral and Maxilofacial Implants;16(1):105-114, 2001.
14. Cohen H, "Localized Ridge Augmentation with Hydroxyapatite, Report of Case", JADA; 108(1):54, 1984.
15. Koerner, Tilt, Johnson, "Atlas en Color de Cirugía Oral Menor", Editorial Espaxs Publicaciones Médicas, Barcelona, 1995, Págs. 159-170.
16. Fonseca R., Walter R., Betts N., Barber D., "Oral and Maxilofacial Trauma", Volúmen 2, Editorial Saunders, USA, 1997. Págs. 1073-1082.
17. Kent JN, "Biointegrated Hydroxyapatite Coated Dental Implants: 5 Years Clinical Observations", JADA; 12(1): 138-44, 1990.

18. Block MS, "Exision of Sclerosing Osteomyelites an Reconstructions with Particles of Hydroxyapatite", Int. J. Oral Maxillofac. Surg, 44: 244-46, 1986.
19. Marx Robert E. Garg Arun K. " **Bone Structure, Metabolism, and Physiology: Its Impact on Dental Implantology**", Implant Dentistry, 7(4): 267-276, 1998.
20. Folleto informativo proporcionado por: Otho-tex, S.A. de C.V. " **BOP; Polímero Osteoconductor Biocompatible, Substituto de injerto óseo; ¿Qué es, Dónde y cómo usarlo?**"
21. Folleto informativo proporcionado por: MATCOM, S.A. de C.V. " **Ceramed; Materiales para regeneración ósea**".
22. Folleto informativo distribuido por: 3i, Implantes e innovaciones Iberica, S.L. " **Gore Resolut XT; Regenetative Material**".
23. Hallman M, Cedelund A, Lindskog S, Lundgren S, Sennerby L, " **A Clinical Histologic Study of Bovine Hydroxyapatite in Combination with Autogenous Bone and Fibrin Glue for Maxillary Sinus Floor Augmentation. Results after 6 to 8 months of healing.**", Clin. Oral Impl. Res. 12: 135-143, 2001.
24. Karlis a. Gross, et al, " **In Vitro Changes of Hydroxyapatite Coatings**", The international Journal of Oral and Maxilofacial Implants, 12(5): 589-596, 1997.

25. Young M.P.J., Sloan P. et al, “ **Part II. The use of Augmentation Materials in Dental Implant Surgery**”, *Implant Dentistry*, 10(2): 149-153, 2001.
26. Mercier P., Bellavance F. “**Low Incidence of Severe Adverse Effects after Mandibular Ridge Reconstruction Using Hydroxylapatite**”, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 28: 273-278, 1999.
27. Lindholm T.C., Gao T.J., Lindholm T.S., “**The Role of Autogeneic Bone Marrow in the Repair of a Skull Trephine Defect Filled with Hydroxyapatite Granules in the Rabbit**”, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 23: 306-311, 1994.
28. Hotz G., Herr G., “**Bone Substitute with Osteoinductive Biomaterials- Current and Futute Clinical Applications**”, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 23: 413-417: 1994.
29. Chang R., Kao A., “**Biomechanical and Histological Studies of Particulate Hydroxylapatite Implanted in Femur Bone Defects of Adult Dogs**”, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 29: 54-61, 2000.
30. Rosenquist S., “**Bone Healing After Implantation of Hydroxyapatite Granules and Blocks (Interpore 200) Combined with Autolyzed Antigen-extracted Allogenic Bone and Fibrin Glue**”, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 23: 110-114, 1994.