



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Regeneración Ósea Guiada para la colocación de
implantes dentales.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

VALERIA MOSSO PESCADOR

TUTOR: Esp. JOSÉ HUMBERTO VIALES SOSA

ASESOR: Esp. MERCEDES GUADALUPE PORRAS OCAMPO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA.

No hay palabras suficientes para expresar toda mi gratitud y amor a todas y cada una de las personas que me brindaron apoyo, confianza, amabilidad, cariño, paciencia y dedicación; mi formación no sólo fue personal y/o académica, fue emocional y humana.

A mi **mamá** por su paciencia, amor y siempre creer en mí, porque durante el camino no solo aprendía yo, gracias por acompañarme en cada desvelada, en cada triunfo, en cada tropiezo, te amo.

A mi **papá** por su esfuerzo, dedicación, amor, gracias por siempre darme las mejores herramientas para poder forjarme, gracias por recorrer distancias muy largas para que descansar un poco más y llegara bien a la facultad, gracias por todo.

Sus esfuerzos y su amor son impresionante e invaluable, juntos me han proporcionado todo lo necesario para llegar hasta donde estoy hoy y más, este logro es para ustedes, los amo.

A mi **hermano**, por siempre estar para mí, por ser mi ejemplo a seguir, por acompañarme en cada uno de mis pasos y porque eres un motivo muy importante por el cual estoy el día de hoy aquí, volviste a sonreír.

A mis **abuelitos**, por su apoyo y cariño.

A mi **tío Luis**, gracias por siempre impulsarme, no solo para ser mejor alumna sino también mejor persona, gracias por sus conocimientos, confianza y cariño, no tiene una idea el impacto que tiene en mí, tan lejos pero cerca a la vez.

A mi **tía Lupe**, por su apoyo y consejos durante esta trayectoria, muchas gracias.

A mi **tio Paco** por su cariño y apoyo, a **Vero** por escucharme y apoyarme en todo el proceso y jamás dejarme caer, a **Allan** por ser mi fiel compañero, por cuidarme y apoyarme, a **Fer** por estar siempre para mí, los quiero mucho.

A **Laura**, gracias por todo, por guiarme desde que tengo memoria, por enseñarme y acompañarme en este camino, por apoyarme y darme luz cuando solo veo oscuridad, gracias por todo Pato, te quiero mucho.

A **Ramón**, por ser mi apoyo, mi equipo, gracias por crecer juntos y ser mejores cada día, que sea el comienzo de un largo camino, gracias por ser una excelente pareja de clínica y personal, te amo.

Al **Dr. Muzquiz** por confiar en mí en todo momento, por nunca dudar de mis conocimientos y capacidades, por siempre recordarme que jamás debía dudar de mí, gracias por ser parte fundamental de esta etapa.

A la **Dra. Mónica** por enseñarme, guiarme y nunca soltarme cuando más requería de conocimientos, gracias por tanto. A **Noemi**, por tu paciencia y confianza. Gracias **Novadent** por todo, por las enseñanzas, risas, amistad y por siempre creer en mí, gracias por abrirme las puertas, y acompañarme, los quiero mucho.

A la **Dra. Olivia**, gracias por todo, por confiar en mí y darme oportunidades muy significativas, gracias por abrirme las puertas en su familia y brindarme su apoyo y cariño.

A mis amigos, **Abel, Edy, Liz, Mady, Santi**, aunque nuestro camino tomo diferentes rumbos, formaron parte importante de esta etapa, gracias por cada

risa y reuniones de estudio, gracias por hacerme más bonita la vida universitaria.

A mi tutor, el **Dr. José Viales Sosa**, por su apoyo y acompañarme en este último paso, espero que en un futuro tenga la grandiosa oportunidad de ser su alumna.

A mi asesora la **Dra. Mercedes Porras Ocampo** por guiarme, enseñarme y acompañarme para lograr la meta, su trabajo en mi es invaluable, muchas gracias por todo.

A la **Facultad de Odontología**, por darme todas las herramientas necesarias, el conocimiento y llenarme de aprendizajes y nuevas experiencias.

A la **UNAM** por acompañarme durante ocho años, por brindarme conocimientos significativos, enseñanzas y aventuras que se quedan para siempre en mí, por amistades tan increíbles que hice, por enseñarme a soñar, todo lo que viví en CCH y en la facultad son momentos que llevo y llevaré siempre en mi corazón.

“Merece lo que sueñas”

-Octavio Paz

Con dedicatoria especial hasta el cielo.

“Siempre pa´ adelante”

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL TEJIDO ÓSEO	3
1.1 Tejido óseo.....	4
1.2 Funciones.....	4
1.3 Organización	5
1.3.1 Composición	6
1.4 Células	7
1.4.1 Matriz celular	9
CAPÍTULO 2 CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS ÓSEOS	10
2.1 DEFECTOS ÓSEOS	11
2.2 Clasificaciones	11
2.2.1 Seibert 1983	11
2.2.2 Allen y Cols. 1985.....	13
2.2.3 Lekholm 1985	13
2.2.4 Lenkholm y Zarb 1985	14
2.2.5 Mish y Judy 1987.....	15
2.2.6 Clasificación de Mish,1988.....	16
2.2.7 Palacci y Ericsson 2001.....	17
2.2.8 Wang 2002	19
2.2.9 Clasificación Cadwood y Howell.....	21
CAPÍTULO 3 REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA	22
3.1 Antecedentes	23
3.2 Principios biológicos de ROG.....	24
3.2.1 Indicaciones.....	26
3.2.2 Contraindicaciones	27
3.3 Técnicas de Regeneración Ósea Guiada.....	28
3.3.1 Aumento de reborde horizontal.....	28
3.3.1.1 Técnica Onlay	28
3.3.2 Aumento de reborde vertical.....	30
3.3.2.1 Técnica Inlay o sándwich	31
3.3.3 Elevación del piso del seno maxilar.....	33
3.4 Complicaciones intraoperatorias	35

CAPÍTULO 4 MATERIALES DE REGENERACIÓN	39
4.1 Mecanismos de regeneración ósea.....	41
4.2. Injertos óseos.....	42
4.2.1 Autoinjertos.....	43
4.2.2 Aloinjertos.....	44
4.2.3. Xenoinjertos.....	45
4.2.4 Aloplásticos.....	46
4.3 Membranas	48
4.3.1 Absorbibles.....	49
4.3.1.1 Colágena.....	50
4.3.1.2 Poliésteres sintéticos.....	52
4.3.1.2.1 Acido Polilactico	53
4.3.1.2.2 Acido Poliglicolico	54
4.3.2 No reabsorbibles.....	55
4.3.2.1 Politetrafluoretileno	56
4.3.2.2 PTFEe expandido (PTFEe).....	56
4.3.2.3 PTFEe con refuerzo de titanio.....	57
4.4 Malla de titanio	59
CAPÍTULO 5 REGENERACION ÓSEA GUIADA Y SU RELACION CON LOS IMPLANTES	61
5.1 Procedimientos de Regeneración Ósea Guiada en pacientes parcialmente edéntulos	62
5.1.1 Clasificación.....	62
5.1.2 Examen de la anatomía local.....	63
5.2 Colocación de implantes postextracción.	68
5.2.1 Abordajes quirúrgicos.	69
5.2.2 Parámetros biológicos para la colocación inmediata de implantes.....	71
5.2.3 Selección de biomateriales.....	74
5.3 ROG en defectos óseos provocados por periimplantitis.....	76
5.3.1 Características clínicas.....	76
5.3.2 clasificación de los defectos asociados a la periimplantitis.....	76
5.3.3 Terapia regenerativa para defectos periimplantares.....	77
5.3.3.1 Protocolos de regeneración	78
5.3.3.2 Factores que afectan los resultados.	79

5.4 Colocación de implantes simultáneos a la elevación de seno maxilar	79
5.4.1 Elevación de seno maxilar con ventana lateral (Técnica de Caldwell-Luc modificada) y colocación retrasada de implantes.....	80
5.4.2 Elevación de seno maxilar con abordaje transcreptal (Técnica de Summers) y la colocación simultanea de implantes	84
Conclusión.....	87
Referencias	88
ANEXOS	98

INTRODUCCIÓN

La odontología moderna se enfrenta a desafíos significativos en el manejo de la pérdida dental, que no solo afecta la estética y función, sino que también desencadena una serie de procesos biológicos complejos en el tejido óseo.

La pérdida de un diente da lugar al inicio de proceso de remodelación ósea en el sitio del alveolo. Esta remodelación implica tanto la reabsorción del hueso alveolar como cambios en la arquitectura ósea circundante.

El grado de la resorción ósea es variable, siendo más pronunciado en los primeros meses después de la extracción o pérdida dental y continúa lentamente a lo largo de la vida.

Diferentes factores contribuyen a la remodelación ósea después de la pérdida dental, tales como factores biomecánicos, factores biológicos como la edad, algunas enfermedades sistémicas, hábitos, la presencia de enfermedad periodontal y las diferentes técnicas quirúrgicas empleadas durante los procedimientos quirúrgicos.

Los implantes dentales son considerados una alternativa de tratamiento dental para reemplazar dientes perdidos, restaurando la arquitectura, la función y la estética, sin embargo, es necesaria la presencia de un volumen óseo adecuado para su colocación.

Por lo que la Regeneración Ósea Guiada juega un papel importante, facilita la regeneración ósea, la cual es necesaria para poder llevar a cabo dicho tratamiento.

La regeneración ósea guiada, es una técnica que se utiliza para promover la formación ósea, a través de injertos óseos y barreras o membranas.

OBJETIVO GENERAL

Conocer y describir la técnica de Regeneración Ósea Guiada (ROG) para la colocación de implantes dentales.

Conocer cuáles son las características óseas necesarias para la colocación de implantes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer las diferentes clasificaciones de los defectos óseos
- Describir las características ideales del tejido óseo para la colocación de implantes
- Identificar los biomateriales empleados en la regeneración ósea guiada.



FACULTAD
CAPÍTULO 1
GENERALIDADES DEL
TEJIDO ÓSEO

UNAM

1904

1.1 Tejido óseo

El tejido óseo constituye primordialmente al esqueleto, histológicamente lo conforma tejido conjuntivo especializado que se caracteriza por una matriz extracelular mineralizada, teniendo como mineral el fosfato de calcio en la forma de cristales de hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ ⁽¹⁾

Los huesos son órganos que constan de varios tejidos especializados como: endostio, periostio y médula ósea. Por lo tanto, el concepto de “hueso como órgano vivo” integra las propiedades estructurales dinámicas del hueso con su capacidad para regular diversas funciones mecánicas y metabólicas. ⁽²⁾

Las propiedades estructurales y funcionales del hueso están influenciadas por muchos factores bioquímicos, hormonales, celulares, biomecánicos y, en última instancia, son estas influencias las que determinan la calidad del hueso en un contexto particular. ⁽²⁾

1.2 Funciones

El proceso alveolar es esencial para el correcto funcionamiento de los dientes y realiza varias funciones importantes:

- 2 Soporte: Proporciona el soporte necesario para que los dientes permanezcan en su posición y funcionen correctamente. ⁽³⁾
- 3 Estabilidad: Mantiene los dientes estables en la boca y evita que se muevan o se desplacen. ⁽³⁾
- 4 Protección: Protege las raíces de los dientes de las fuerzas de masticación y los traumatismos. ⁽³⁾

- 5 Transmisión: Las fuerzas generadas durante la masticación desde los dientes hasta el hueso subyacente. ⁽³⁾
- 6 Adaptación: Es dinámico y puede remodelarse en respuesta a cambios en los dientes o la oclusión dental. ⁽³⁾

1.3 Organización

La organización del hueso alveolar incluye varias capas de tejido óseo, entre ellas: (Tabla 1)

Cortical	Lámina dura: Esta es la capa más externa y densa del hueso alveolar. Proporciona durabilidad y protección a la estructura subyacente ⁽³⁾ ⁽⁴⁾
Trabecular	Tabique interdental: esta parte del hueso alveolar consiste en una estructura ósea esponjosa ubicada entre las raíces de los dientes adyacentes. ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ Lámina cribiforme: Es una fina capa de hueso que separa la cavidad bucal del seno maxilar en la parte superior de la mandíbula. ⁽³⁾ ⁽⁴⁾
Lamina basal	Es una fina capa de hueso que se encuentra entre el hueso alveolar y la mucosa gingival. ⁽³⁾ ⁽⁴⁾

Tabla 1. Organización del hueso alveolar ⁽¹⁾

- Consta de dos capas principales: la lámina dura y la lámina cribiforme. ⁽³⁾
⁽⁴⁾
- La lámina dura forma la pared exterior de la cavidad del diente y la lámina cribiforme forma la pared interior de la cavidad del diente. ⁽³⁾ ⁽⁴⁾
- Las paredes de los alvéolos dentales están perforadas por pequeños orificios por donde pasan vasos sanguíneos, nervios y canales linfáticos.
⁽³⁾ ⁽⁴⁾

1.3.1 Composición

El hueso alveolar es una estructura compleja que está formada por dos componentes principales: una parte orgánica y una parte inorgánica. ⁽⁵⁾

La parte orgánica está formada en un 95% por colágeno principalmente tipo I y II, la colágena es una proteína que provee de fuerza y elasticidad al hueso. El resto está formado por proteínas no colagenosas y moléculas reguladoras. ⁽⁵⁾

Las proteínas no colagenosas incluyen la sialoproteína ósea, la osteopontina, la osteocalcina, la osteonectina, las proteínas morfogenéticas óseas, la decorina, el biglicano, las fosfoproteínas y algunas seroproteínas. Estas proteínas tienen funciones importantes en la formación, mantenimiento y reparación del hueso. ⁽⁵⁾

Las moléculas reguladoras incluyen la prostaglandina 2, el factor de crecimiento derivado de las plaquetas y el factor de crecimiento semejante a la insulina. Estas moléculas regulan el crecimiento, la diferenciación y la reparación del hueso, la matriz inorgánica constituye dos tercios y está formada principalmente por minerales tales como el calcio y fosfato en forma de sales fosfocálcicas y cristales de hidroxapatita, que le dan dureza y resistencia al hueso. ⁽⁵⁾

1.4 Células

El hueso alveolar está constituido por osteonas y su superficie externa se encuentra revestida por células tales como: **precursores de osteoblastos, osteoblastos, células de revestimiento y osteoclastos.**

El origen de las células óseas es la línea mieloide de la médula ósea, se presentan en forma de monocitos y se desplazan hacia el ligamento periodontal a través de los vasos sanguíneos que lo atraviesan. ⁽⁵⁾

Células óseas:

1. **Precursores de osteoblastos:** Se derivan de células mesenquimales pluripotentes de la médula ósea, endostio, periostio y pericitos perivasculares. ⁽⁵⁾
2. **Osteoblasto:** Los osteoblastos son las células que participan en la formación ósea. Proviene de células mesenquimales y monocitos sanguíneos. Producen y secretan una matriz osteoide formada por fibras de colágeno y una sustancia fundamental, que contiene principalmente proteoglicanos y glicoproteínas. ⁽⁵⁾

Los osteoblastos se encuentran en el endostio del hueso alveolar y en el ligamento periodontal en la superficie exterior del hueso alveolar. ⁽⁵⁾

3. **Osteocitos:** Son células óseas maduras derivadas de los osteoblastos que constituyen la mayor parte del tejido óseo, son más pequeños que los osteoblastos y el núcleo ocupa la mayor parte de la célula, su principal función es mantener la homeostasis del calcio y fósforo extracelular. ⁽²⁾

4. Células de revestimiento óseo: Se derivan de los osteoblastos y revisten el tejido óseo que no se está remodelando y protegen la matriz ósea. ⁽¹⁾

5. Osteoclastos: La resorción ósea es una función realizada por los osteoclastos ubicados en el endostio y en el ligamento periodontal en la superficie externa del alveolo. Son células gigantes multinucleadas derivadas de los monocitos mieloides de la médula ósea y células mesenquimales con capacidad específica para descomponer los componentes orgánicos e inorgánicos del hueso. ^{(2) (5)}

Osteona: La osteona a diferencia de las trabéculas, están densamente agrupadas, lo que hace que el hueso compacto sea una estructura mucho más dura y pesada en comparación con el hueso trabecular. Los canales centrales de las osteonas facilitan el paso de los vasos sanguíneos que irrigan el hueso en desarrollo. ⁽²⁾ (Figura 1.)

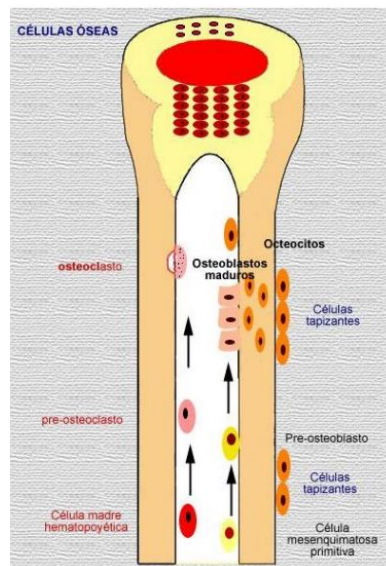


Fig. 1. Células óseas ⁽¹⁾

1.4.1 Matriz celular

Está conformada por una porción orgánica y una inorgánica, contiene principalmente colágeno tipo I junto con otras proteínas no colágenas y proteínas reguladoras y cristales de hidroxapatita. ⁽⁶⁾

Aunque no todos los huesos tienen el mismo tamaño y consistencia, en promedio la composición en peso de la matriz ósea es 10% agua y 65% minerales, por ejemplo, fosfato y carbonato de cálcico y un 20% de materia orgánica, principalmente colágeno y otras proteínas, como se muestra en la siguiente imagen: ⁽⁶⁾ (Figura 2)

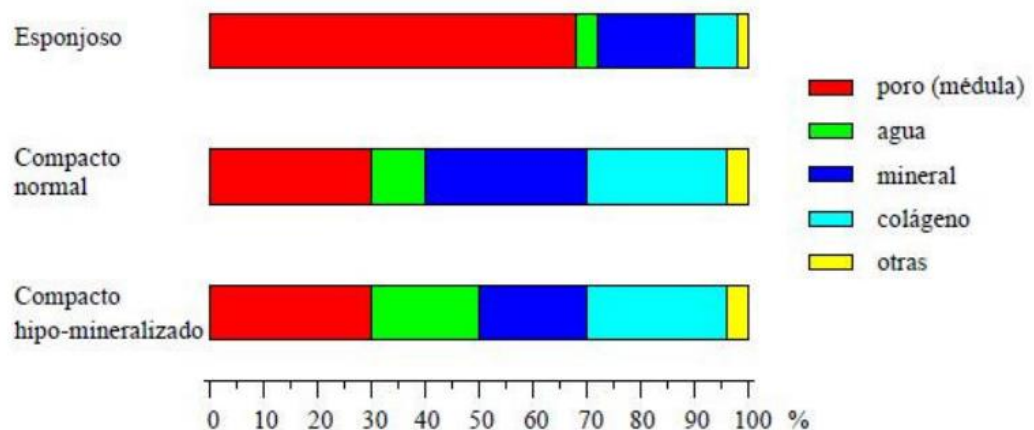


Fig.2. Composición volumétrica de los dos tipos de hueso. ⁽²⁾



FACULTAD

CAPÍTULO 2
CLASIFICACIÓN DE LOS
DEFECTOS ÓSEOS

UNAM

1904

2.1 DEFECTOS ÓSEOS

La disponibilidad ósea es el principal requisito para una colocación de implantes segura y predecible. Sin embargo, existen muchas situaciones clínicas en las que la cantidad de hueso es limitada y se requiere de aumento óseo. ⁽⁷⁾

Las alteraciones en la cresta alveolar posterior a una extracción dental o a la pérdida dental, han sido ampliamente estudiadas. ⁽⁸⁾

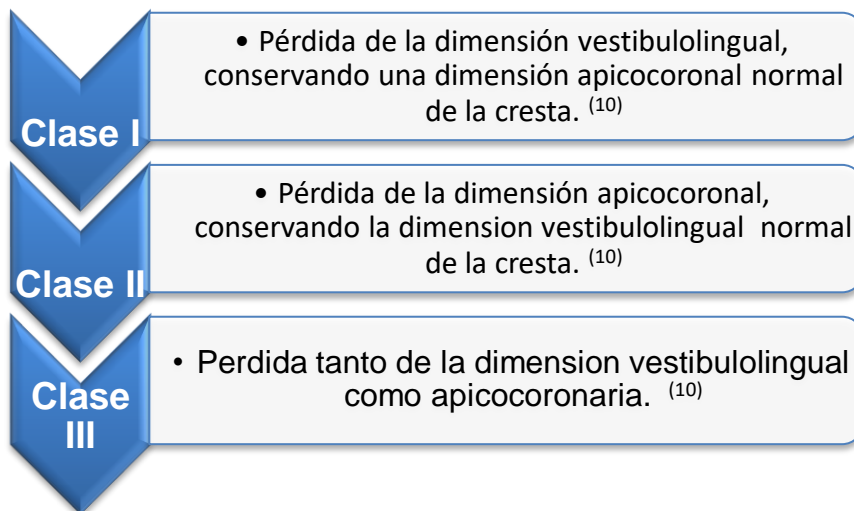
Estudios experimentales realizados por Araujo y Lindhe en perros Beagle han descrito que existen cambios dimensionales en la cresta alveolar, siendo más evidentes en la tabla vestibular y observando los cambios dimensionales más significativos durante las primeras 8 semanas. ⁽⁸⁾

2.2 Clasificaciones

Existen diferentes clasificaciones de los defectos de la cresta alveolar, destacando la de Seibert en 1983 y Allen en 1985, Tanto para tejidos duros y blandos; Lekholm y Zarb en 1985 en densidad y forma, Misch y Judy en 1987, tejidos duros; Palacci y Ericsson en el 2001, se basada en la cantidad de pérdida vertical y horizontal del tejido blando, duro o ambos; y Wang en 2002, propone la clasificación de defectos horizontales, verticales y combinados. ⁽⁹⁾

2.2.1 Seibert 1983

Seibert en 1983, clasificó los defectos de la cresta alveolar en tres categorías, basándose en el componente horizontal y vertical del defecto. ⁽¹⁰⁾ (Esquema. 1)



Esquema 1. Clasificación de Seibert ⁽¹⁾

Por lo tanto, en la clase I vamos a observar pérdida del ancho del reborde, en clase II observamos pérdida de la altura del reborde, mientras que en la clase III observamos un defecto combinado con una pérdida tanto de altura como del ancho del reborde. (Figura 3)

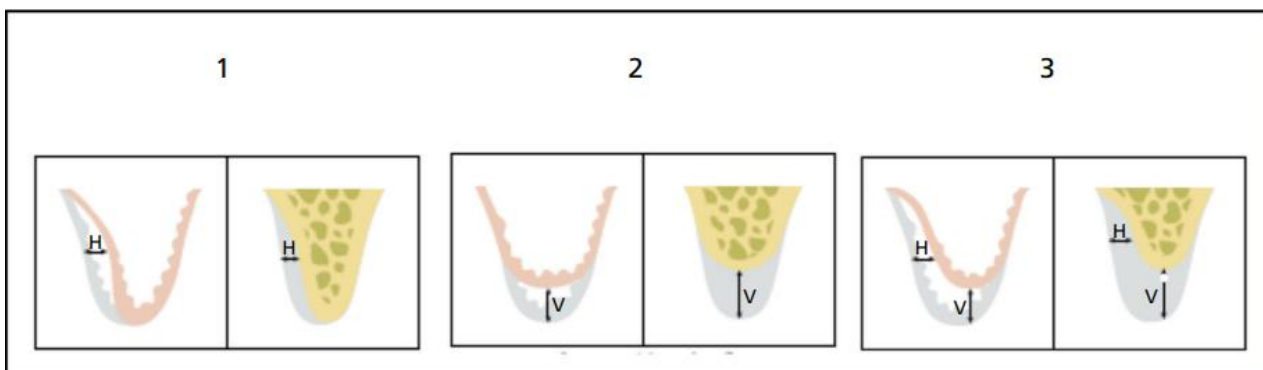


Fig.3 Defectos de la cresta alveolar
Clasificación de Seibert ⁽³⁾

2.2.2 Allen y Cols. 1985

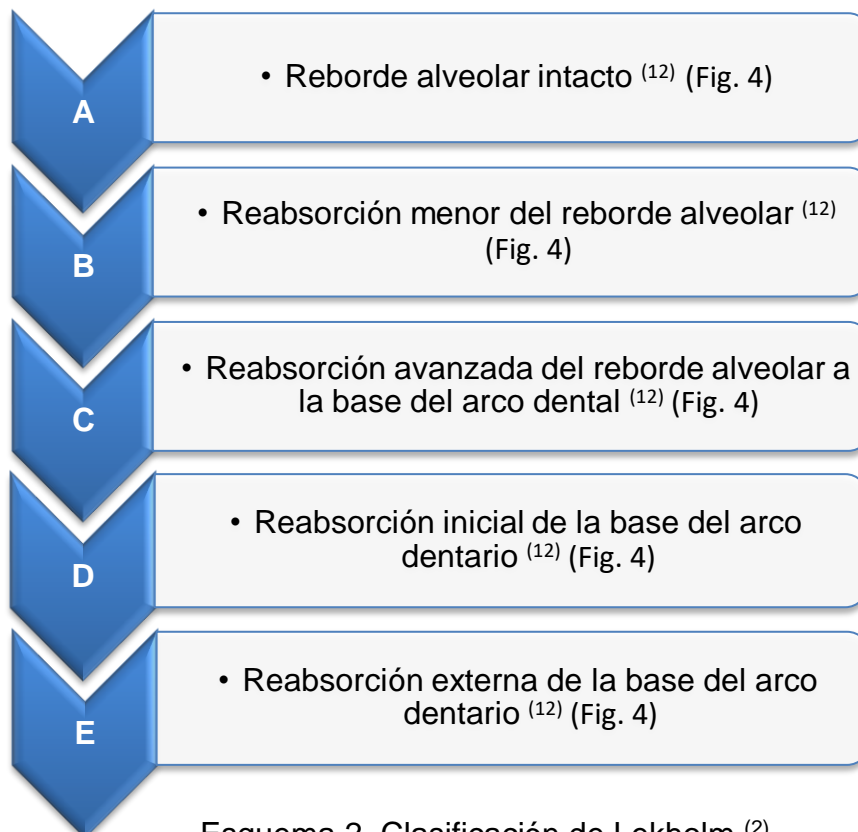
En 1985, Allen y cols. Realizaron una modificación a la clasificación de Seibert de 1983 añadiendo el grado de severidad del defecto. ⁽¹¹⁾ (Tabla 2)

Leve	Moderado	Severo
Menor o igual a 3 mm	3-6mm	Mayor 6 mm

Tabla 2. Severidad de la atrofia de la cresta alveolar ⁽²⁾

2.2.3 Lekholm 1985

La clasificación de Lekholm de 1985 clasifica la atrofia de los maxilares en cuatro. ⁽¹²⁾ (Esquema 2)



Esquema 2. Clasificación de Lekholm ⁽²⁾.

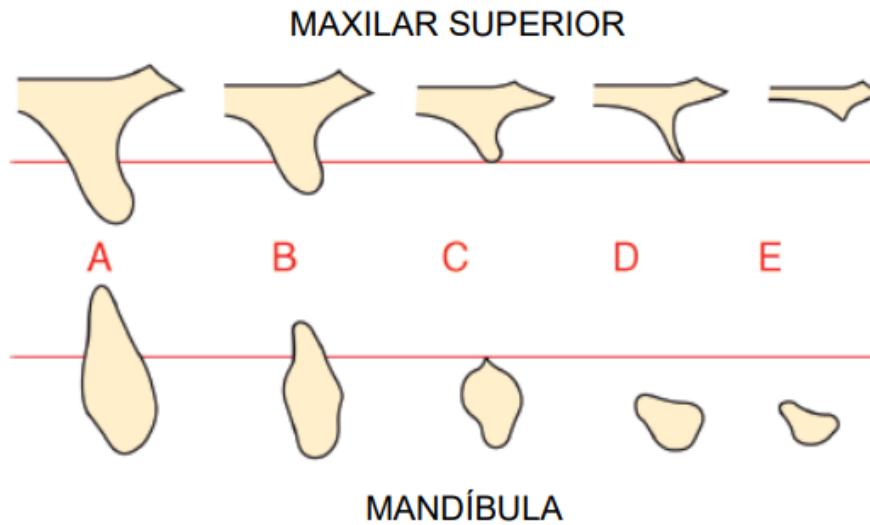
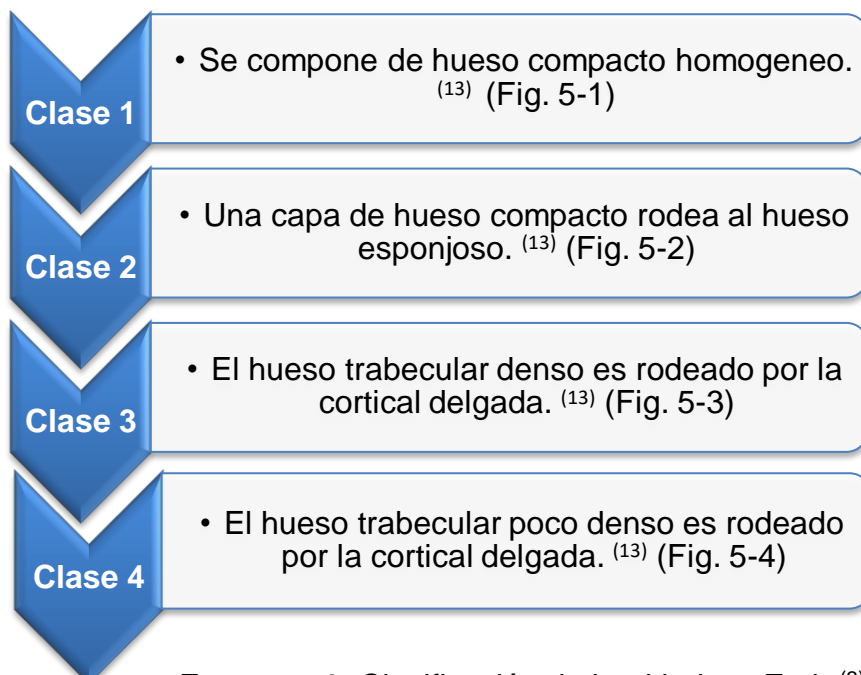


Figura 4. Clasificación de Lekholm
Atrofia de los maxilares.⁽⁴⁾

2.2.4 Lenkholm y Zarb 1985

Existen diversas clasificaciones de la calidad ósea, entre ellas, la propuesta en 1985, por Lekholm y Zarb, siendo una de las más conocidas y aceptadas, ellos clasifican la densidad ósea existente en cuatro clases. ⁽¹³⁾ (Esquema. 3)



Esquema 3. Clasificación de Lenkholm y Zarb ⁽³⁾

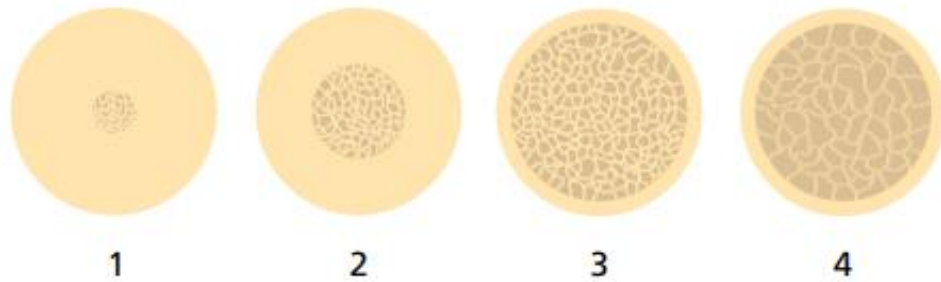
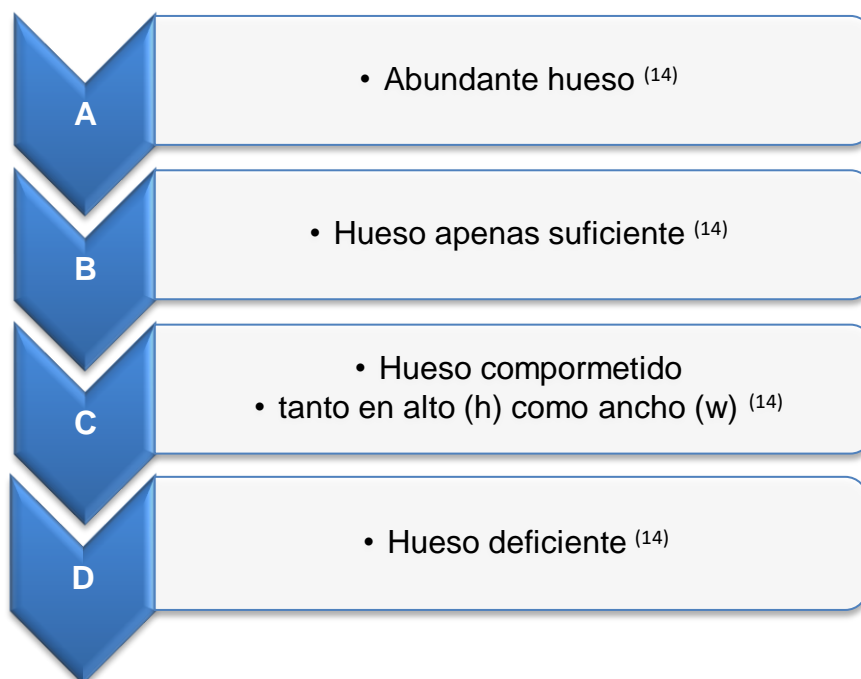


Fig 5. Clasificación de Lenkholm y Zarb
Densidad ósea ⁽⁵⁾

2.2.5 Mish y Judy 1987

La clasificación de Mish y Judy de 1987 divide la cantidad ósea disponible en cuatro divisiones (Esquema. 4): ⁽¹⁴⁾

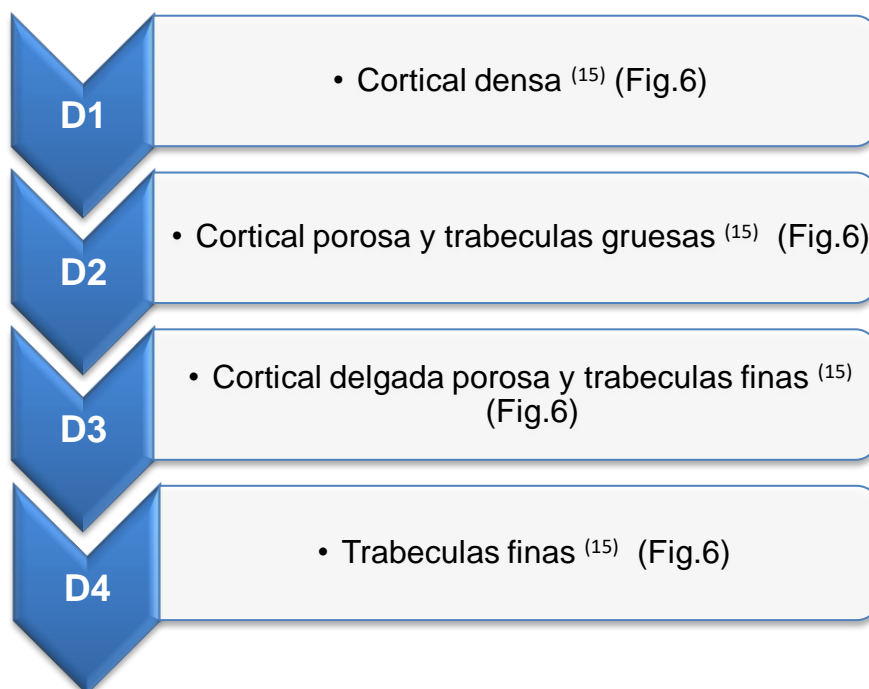


Esquema 4. Clasificación de Mish y Judy en cantidad ósea ⁽⁴⁾

2.2.6 Clasificación de Mish, 1988.

Misch propuso una clasificación que divide la densidad ósea en cuatro grupos, independientemente de la localización específica en los maxilares. Esta clasificación se basa en las propiedades macroscópicas del hueso cortical y trabecular presente en las zonas edéntulas de los maxilares, que van desde el tejido más escaso hasta el más denso y se clasifica en cuatro densidades. (Esquema 5.). ^(11,15)

Misch posteriormente completó su clasificación ósea dándoles valores en unidades Hounsfield con rangos de variación más pequeños. (Tabla 3)



Esquema 5. Clasificación de Mish en densidad ósea ⁽⁵⁾

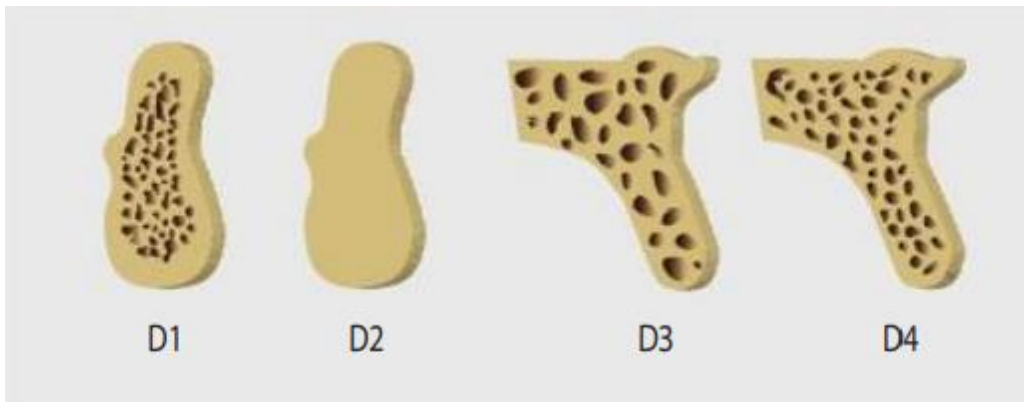


Fig 6. Clasificación de densidad ósea ⁽⁶⁾

D1	D2	D3	D4
>1250 HU ⁽¹⁶⁾	850-1250 HU ⁽¹⁶⁾	350-850 HU ⁽¹⁶⁾	150-300 HU ⁽¹⁶⁾

Tabla 3. Valores Hounsfield de la calidad ósea según Mish ⁽³⁾

Su ubicación anatómica de cada una de las clasificaciones es:

- **D1:** Zona anterior mandibular.
- **D2:** Zona anterior y posterior de la mandíbula, Zona anterior del maxilar.
- **D3:** Zona anterior y posterior del maxilar, zona posterior de la mandíbula.
- **D4:** Zona posterior del maxilar. ⁽¹⁵⁾

2.2.7 Palacci y Ericsson 2001

La clasificación Palacci y Ericsson divide los sitios de implante en cuatro clases según las dimensiones vertical y horizontal de la pérdida de tejido duro y blando (Tabla 3). ⁽¹⁷⁾

Pérdida vertical (Fig. 7)		Pérdida horizontal (Fig. 8)	
Clase I	Papila intacta y saludable ⁽¹⁷⁾	Clase A	Tejido bucal intacto, hay una ligera reducción ⁽¹⁷⁾
Clase II	Pérdida limitada de la papila, menor al 50% ⁽¹⁷⁾	Clase B	Perdida limitada del tejido bucal ⁽¹⁷⁾
Clase III	Perdida severa de la papila, mayor al 50% ⁽¹⁷⁾	Clase C	Perdida severa del tejido bucal ⁽¹⁷⁾
Clase IV	Ausencia de la papila ⁽¹⁷⁾	Clase D	Perdida extensa del tejido bucal, hay una limitada cantidad de mucosa ⁽¹⁷⁾

Tabla 4. Clasificación Palacci y Ericsson 2001⁽⁴⁾

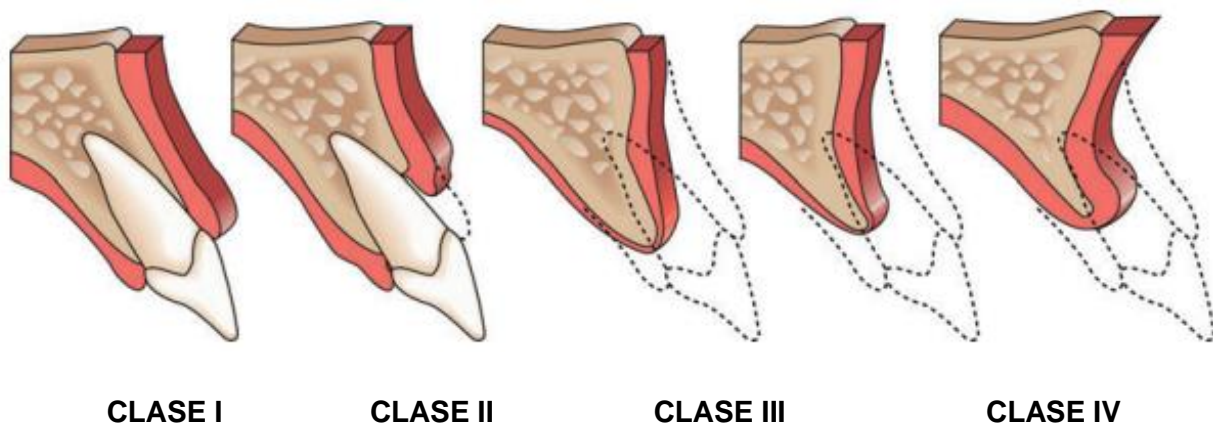


Fig 7. Perdida vertical ⁽⁷⁾

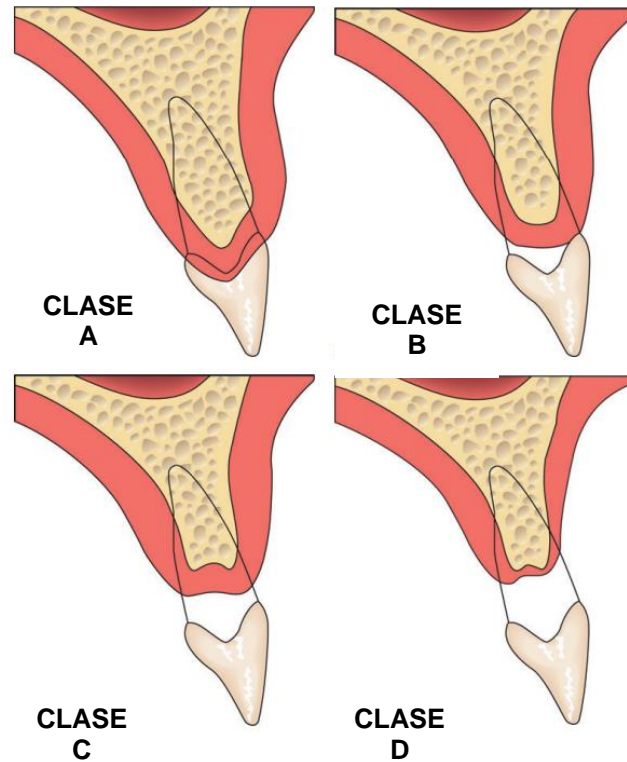
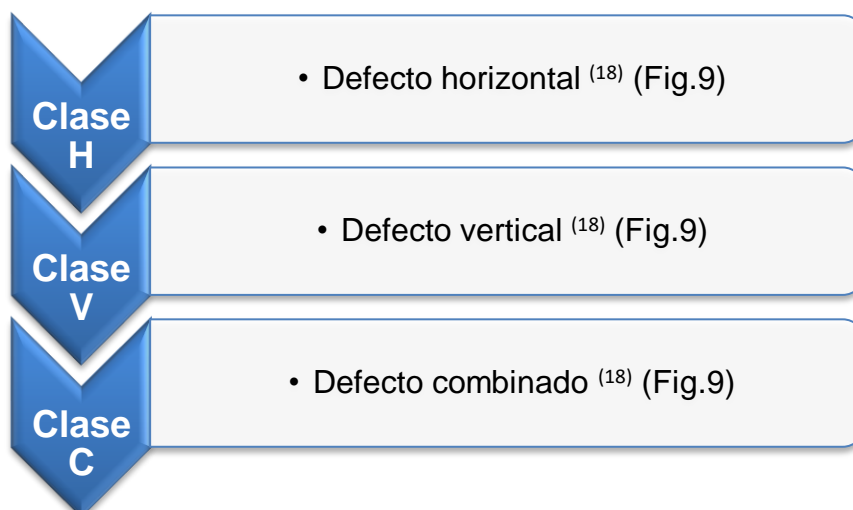


Fig 8. Pérdida horizontal ⁽⁸⁾

2.2.8 Wang 2002

Wang propuso la clasificación horizontal, vertical, combinado, nombrada HVC. (Esquema 6). ⁽¹⁸⁾



Esquema 6. Clasificación de Wang ⁽⁶⁾

Cada una de ellas se divide en subclasificaciones dependiendo su profundidad (Tabla 5):

Pequeño	Mediano	Grande
<3mm ⁽¹⁸⁾	4-6 mm ⁽¹⁸⁾	>7 mm ⁽¹⁸⁾

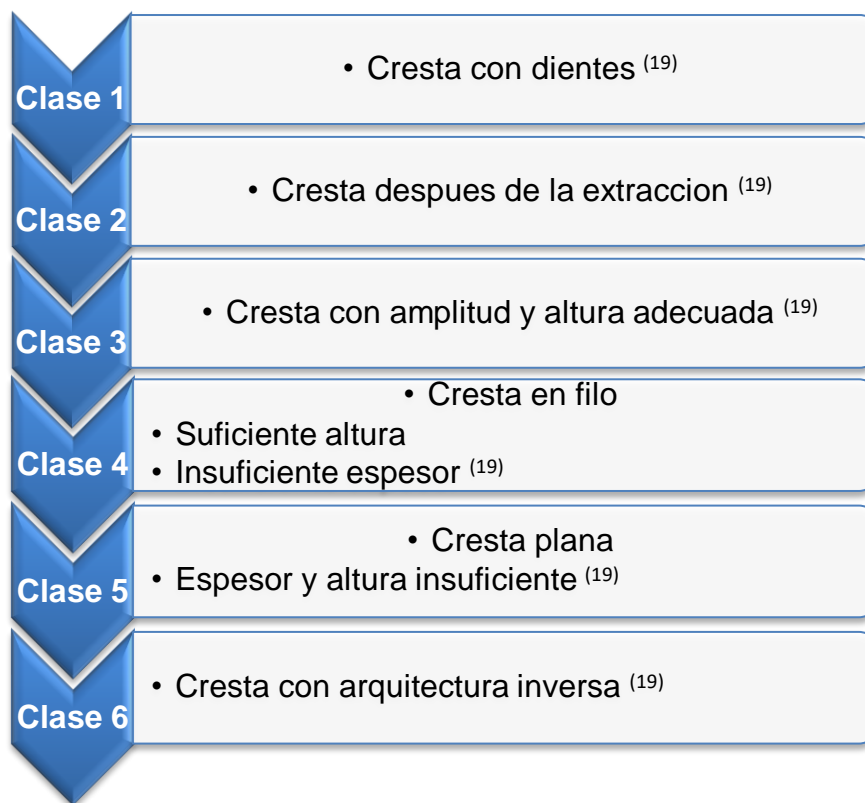
Tabla 5. subclasificación de Wang ⁽⁵⁾

CLASE H		
CLASE V		
CLASE C		

Fig 9. Defecto del reborde HVC ⁽⁹⁾

2.2.9 Clasificación Cadwood y Howell

Realizaron un estudio donde clasificaron los diferentes niveles de reabsorción de la cresta alveolar, estableciendo así un patrón de reabsorción en la zona anterior y posterior de los maxilares. ⁽¹⁹⁾ (Esquema 7)



Esquema 7. Clasificación de Cadwood y Howell
Niveles de reabsorción. ⁽⁷⁾



FACULTAD
CAPÍTULO 3
REGENERACIÓN ÓSEA
GUIADA
ODONTOLOGÍA

UNAM

1904

La Regeneración Ósea Guiada (ROG), es una técnica quirúrgica utilizada para el aumento de crestas alveolares deficientes donde es necesario preservar el nivel de hueso existente en áreas desdentadas para la futura colocación de implantes dentales, los que nos permite mejorar el pronóstico a largo plazo del tratamiento. ⁽²⁰⁾

El tejido óseo se caracteriza por su excepcional capacidad para regenerarse, logrando reestablecer su forma y funcionalidad mecánica originales de manera íntegra. No obstante, la reparación ósea puede verse comprometida o incluso obstruida por varios factores, tales como deficiencias en el abastecimiento de sangre, inestabilidad mecánica, defectos amplios y la presencia de tejidos con una elevada tasa de proliferación. ⁽²¹⁾

Existen múltiples estrategias que pueden utilizarse de forma individual o conjunta para fomentar y sostener el desarrollo óseo, las cuales incluyen:

- 3 La inducción de la formación de hueso a través de factores de crecimiento.
- 4 La conducción osteogénica empleando trasplantes óseos o materiales alternativos.
- 5 La implantación de células madre o precursoras con la capacidad de convertirse en osteoblastos.
- 6 La generación de hueso mediante la técnica de distracción osteogénica.
- 7 El uso de la técnica de regeneración ósea guiada. ⁽²¹⁾

3.1 Antecedentes

Los primeros informes que hacen referencia a la idea de utilizar rellenos para abordar defectos óseos se remontan al siglo XIX. El concepto conocido como Regeneración Ósea Guiada fue propuesto en 1959 por Hurley y cols., aplicándolo en el tratamiento de fusión espinal. ⁽²²⁾

Durante la década de 1960, Boyne y otros colegas utilizaron filtros microporosos de acetato de celulosa, veinte años después, Nyman y cols. llevaron a cabo una revisión sistemática utilizando membranas como barrera en numerosos estudios clínicos y experimentales relacionados con la regeneración periodontal. Esto sentó las bases para un nuevo enfoque terapéutico de la enfermedad periodontal y reconoció su enorme potencial en la práctica clínica odontológica. ⁽²²⁾

A finales de la década de 1980, Dahlin y cols. fueron los pioneros en describir esta técnica en cirugía bucal, que involucraba el uso de membranas en defectos óseos resultantes de extracciones dentales. ⁽²²⁾

3.2 Principios biológicos de ROG

Las técnicas exitosas de aumentación de reborde toman en cuenta principios biológicos y físicos básicos para mejorar el potencial regenerativo del hospedador. ⁽⁷⁾

Se describieron 4 principios biológicos (PASS) fundamentales para lograr una regeneración ósea guiada con éxito (Mapa conceptual 1), los cuales son:

- **Cierre primario de la herida:** Su objetivo es optimizar el proceso de cicatrización sin interferencias a través de un cierre libre de tensiones. ⁽²³⁾

El cierre primario de la herida es un principio quirúrgico fundamental para la Regeneración Ósea Guiada porque crea un entorno que no se ve alterado por agresiones bacterianas o mecánicas externas.

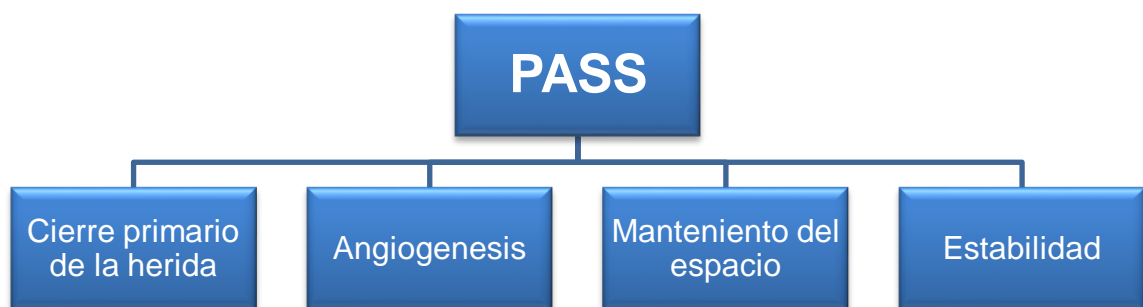
El cierre pasivo de los bordes de la herida permite que ésta sane con menos reepitelización, formación y remodelación de colágeno, contracción de la herida y remodelación general del tejido. ⁽²³⁾

- **Angiogénesis:** El coágulo sanguíneo inicial es la base para la regeneración ósea, con el uso de injerto y membranas que pueden liberar proteínas estimulantes de la formación ósea. ⁽²³⁾

Este coágulo es sustituido por tejido de granulación que promueve la formación de nuevo hueso. Se requiere de seis a nueve meses para que el espacio de la herida se llene completamente de hueso, proceso que es influenciado positivamente por la creación de pequeñas cribas en el hueso cortical para facilitar la migración celular. La decorticación, que proporciona acceso al espacio medular, puede acelerar la cicatrización al promover la revascularización y la liberación de factores de crecimiento. Las células esenciales para la reparación ósea se originan principalmente del periostio, endostio y células mesenquimales indiferenciadas. ⁽²³⁾

- **Mantenimiento del espacio:** La creación de un espacio óptimo es esencial dentro de los principios de la Regeneración Ósea Guiada, ya que este espacio es crucial para permitir la expansión de células osteogénicas y simultáneamente prevenir la filtración de células epiteliales y del tejido conectivo que no son beneficiosas para el proceso regenerativo. ⁽²³⁾

- **Estabilidad (Stability):** Las membranas de barrera tienen una doble función: mantener la estabilidad del coágulo y aislar las células epiteliales, son fundamentales para la cicatrización de la herida. ⁽²³⁾



Mapa conceptual 1. PASS por sus siglas del inglés. ⁽¹⁾

3.2.1 Indicaciones

La Regeneración Ósea Guiada tiene diferentes indicaciones para realizar el procedimiento, las cuales son:

1. Dehiscencia
2. Fenestraciones
3. Defectos óseos verticales
4. Defectos óseos horizontales
5. Defectos óseos combinados
6. Aumento del reborde alveolar.
7. Defectos periimplatares de 2, 3 paredes o circunferenciales.
8. Defectos óseos que abarquen 2 o 3 paredes.

9. En pacientes edéntulos o parcialmente edéntulos que presente atrofia en el proceso alveolar con el fin de colocar implantes dentales.
10. En alveolos post extracción con colocación de implantes inmediatos.
11. En alveolos post extracción en el que se colocara implantes no inmediatos.
12. Pacientes que presenten defectos de resecciones oncológicas.
13. Defectos óseos debidos a un trauma.
14. Post a una apicectomía. ^(24,25)

3.2.2 Contraindicaciones

Las contraindicaciones para realizar el procedimiento son:

1. Tabaquismo
2. Defectos óseos que abarquen 1 pared a excepción que el defecto sea muy amplio.
3. Pacientes con enfermedades sistémicas no controlados.
4. Pacientes con radioterapia de cabeza y cuello.
5. Pacientes con tratamiento de bifosfonatos.
6. Lesiones quísticas o tumorales.
7. Defectos periimplantares no controlados.
8. Pacientes con procesos de infección. ^(24,25)

3.3 Técnicas de Regeneración Ósea Guiada

Las técnicas de regeneración ósea son procedimientos que se utilizan para estimular y promover la formación de nuevo tejido óseo en zonas con deficiencias en volumen de tejido óseo.

3.3.1 Aumento de reborde horizontal

La cresta alveolar en forma de "filo de cuchillo", o mandíbula edéntula Clase IV según la clasificación de Cawood y Howell (Esquema 7), plantea un desafío particular en cuanto al aumento de su dimensión horizontal. En esta situación, la altura de la cresta es adecuada en la región lingual o palatina, pero el ancho resulta insuficiente, lo que, en muchos casos, dificulta o incluso hace imposible la colocación de implantes sin la necesidad de un tratamiento previo. ⁽²⁶⁾

El aumento de cresta horizontal se puede realizar simultáneamente con la colocación del implante (una etapa), en dos etapas o de manera diferida.

El uso de injertos óseos granulados o en bloque con o sin membranas de barrera ha sido muy utilizado y documentado en la cirugía de aumento lateral. Si el ancho óseo disponible proporciona una posición tridimensional ideal del implante y una estabilidad primaria adecuada, se debe considerar la cirugía de aumento de cresta alveolar horizontal en una etapa, esto generalmente en defectos clase I. ⁽²⁷⁾

3.3.1.1 Técnica Onlay

Es una técnica quirúrgica que se basa en la obtención de injertos en bloque, ya sea de origen intraoral o extraoral. Estos injertos se fijan posteriormente mediante tornillos de osteosíntesis con el fin de lograr un aumento tanto en el ancho como en la altura del tejido óseo. ^(27,28)

La principal ventaja de esta técnica es que permite la corrección de defectos mixtos (ancho y altura) para la posterior rehabilitación con implantes dentales, la hipoestesia temporal del nervio dentario o mentoniano son la principal desventaja asociada con la obtención del injerto onlay intraoral y las comorbilidades son mayores cuando están involucradas áreas extraorales y el procedimiento toma más tiempo o se requiere anestesia general. El empleo de hueso autólogo limita la cantidad de hueso disponible, presenta una impredecible reabsorción y necesita para el desarrollo de la técnica de una alta habilidad quirúrgica. La complicación más común en el sitio receptor es la pérdida parcial o completa del injerto debido a heridas quirúrgicas. ^(27,28)

El manejo clínico utilizado para llevar a cabo esta técnica consiste en realizar una incisión en el área edéntula y se crean dos incisiones verticales (liberatrices), una hacia el lado mesial y otra hacia el lado distal de la línea horizontal, para permitir la elevación del colgajo mucoperiostico de espesor total y exponer la zona del defecto. ^(27,28)

Luego, se emplea una fresa de bola o un instrumento piezoeléctrico para realizar perforaciones en la cortical (cribas). Se dice que estas perforaciones podrían facilitar la liberación de proteínas óseo morfogenéticas (BMP) que, a su vez, estimularían la conversión de células mesenquimales en osteoblastos, acelerando así el proceso de formación ósea regenerativa. ^(27,28)

Se obtiene el injerto del lecho donador, una vez obtenido (cuyo tiempo puede variar según la ubicación), se procede a colocarlo en la zona receptora y se asegura mediante el uso de microtornillos o tornillos de fijación. Por lo general, los espacios vacíos se rellenan con injerto óseo particulado, y finalmente se lleva a cabo el cierre de la herida quirúrgica sin tensiones, mediante el uso de suturas. (Fig. 10) ^(27,28)

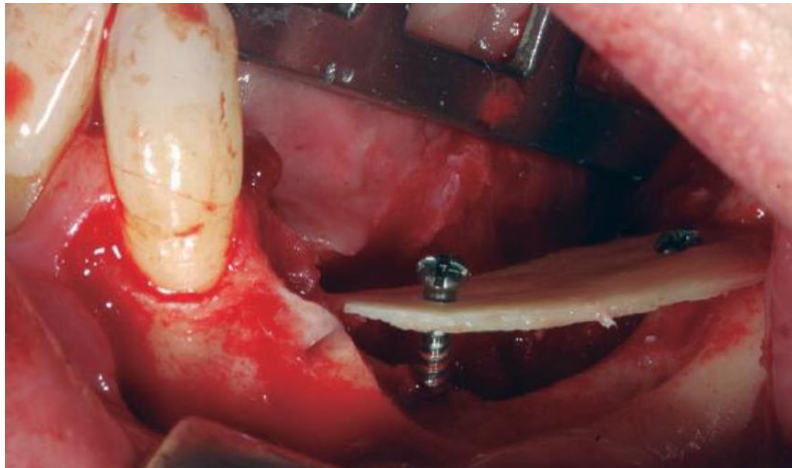


Fig. 10. Técnica Onlay ⁽¹⁰⁾

3.3.2 Aumento de reborde vertical

Esta técnica tiene como objetivo incrementar la dimensión vertical del reborde alveolar con el propósito de permitir la colocación de implantes dentales de longitud adecuada. ⁽²⁸⁾

La pérdida vertical de hueso alveolar en pacientes parcialmente edéntulos constituye un desafío importante debido a limitaciones anatómicas y dificultades técnicas. La presencia de la cavidad nasal, el seno maxilar y el nervio alveolar inferior mandibular limita la altura del hueso disponible para una colocación adecuada del implante. Además, un amplio espacio interarco altera la longitud y la forma coronal y produce una relación corona-raíz desfavorable en la reconstrucción protésica final (Mecall y Rosenfield, 1991). Esta última puede resultar en una restauración protésica final estéticamente inaceptable y/o podría generar dificultades para realizar regímenes de higiene oral adecuados, poniendo potencialmente en peligro el pronóstico a largo plazo. ⁽³⁰⁾

Hay dos indicaciones específicas para llevar a cabo esta técnica.

1. Cuando la cantidad de tejido óseo disponible resulta insuficiente para la colocación exitosa de un implante, garantizando así la estabilidad a largo plazo del elemento protésico.
2. Situaciones relacionadas con la estética dental. ⁽²⁸⁾

El concepto de regeneración ósea guiada en sentido vertical se introdujo inicialmente en un estudio liderado por Simion en 1994. En esta investigación, se utilizaron exclusivamente membranas no reabsorbibles con soporte de titanio. ⁽²⁸⁾

Un enfoque de regeneración que implica la utilización de membranas oclusivas con el propósito de evitar la penetración de tejido blando en la región de la regeneración ósea guiada, lo que facilita la migración de las células osteogénicas presentes en el hueso circundante hacia la zona en proceso de regeneración. ⁽²⁸⁾

El aumento vertical es un procedimiento altamente predecible proporcionando resultados exitosos del tratamiento, como la ganancia en altura (regeneración ósea vertical) y la colocación exitosa del implante. ⁽²⁸⁾

3.3.2.1 Técnica Inlay o sándwich

Se basa en la teoría de que, al situar tejido óseo autólogo o biomaterial entre dos segmentos de hueso esponjoso, se logra una integración rápida del injerto con una pérdida mínima de volumen. ^(7,27)

El procedimiento quirúrgico se inicia con una incisión en la mucosa que se encuentra en la parte externa de la cresta alveolar. Luego, se realiza una disección de los tejidos blandos hacia arriba, en dirección a la punta de la mandíbula, donde se efectúa un corte en el periostio. ^(7,27)

Esto da lugar a la creación de un colgajo pediculado perióstico en la parte superior de la mandíbula. La cresta alveolar atrófica se secciona de manera horizontal y se eleva, asegurando que se mantenga el periostio en la cara interna de la mandíbula. En el espacio creado, que suele tener entre 15 y 20 mm de altura, se insertan injertos de hueso o cartílago. El colgajo movilizado se fija mediante sutura dexon al cuerpo de la mandíbula. (7,27)

- 1 Todo el tejido injertado se cubre con el colgajo perióstico. Finalmente, la mucosa se sutura nuevamente en su posición original. A las 4 semanas, es posible exponer el periostio y llevar a cabo una vestibuloplastia mediante un injerto gingival libre (IGL) o un injerto de mucosa. (Figura 11) (7,27)

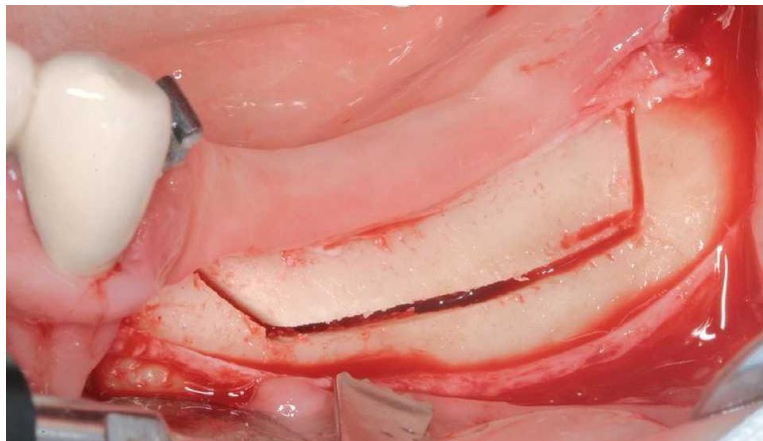


Fig. 11. Técnica Inlay (11)

3.3.3 Elevación del piso del seno maxilar

La elevación de piso de seno maxilar es un procedimiento quirúrgico diseñado para aumentar verticalmente la cantidad de hueso en la parte posterior del maxilar, esta zona ha sido considerada como la que presenta condiciones desafiantes para la rehabilitación protésica con implantes ^(29,30,31)

Ya que la pérdida de dientes en el maxilar superior posterior puede dar lugar a la atrofia alveolar y a la neumatización del seno a menudo con la pérdida progresiva horizontal y vertical de hueso, lo cual hace que el tamaño y la posición de los senos interfieran con la óptima colocación de los implantes endoóseos en los casos en los que el remanente óseo entre la cresta del maxilar y el piso del seno es menor de 5mm, en estos casos el aumento óseo debe de ser considerado. ⁽³²⁾

Este procedimiento fue publicado por Boyne en los años 1960. Quince años después, Boyne y James (1989) informaron sobre la elevación del piso del seno maxilar en pacientes con grandes cavidades sinusales neumáticas en preparación para la implantación de hojas. ⁽³³⁾

Estas condiciones han sido superadas con las diferentes técnicas existentes, haciendo el tratamiento de colocación de implantes endoóseos más predecible Y ha sido descritas como clínicamente efectivas para poder lograr un incremento vertical en la dimensión de la cresta y han sido asociadas con una alta tasa de supervivencia de los implante. Las técnicas de elevación de seno fueron presentadas por George Cadwell y Henri Luc en 1893, posteriormente en 1976, el Dr. Hill Tatum introdujo su modificación a la técnica de Cadwell-Luc para usarla en el campo de la implantología en la cual el acceso al piso del seno maxilar es obtenido a través del reborde, dicha técnica fue presentada por primera vez por Tatum en el año 1976 en el Encuentro Anual del Grupo de

Estudios implantarios de Alabama en Birmingham, EEUU, la cual fue publicada en 1986 ⁽³⁴⁾

Las contraindicaciones para el aumento del piso del seno pueden ser relativas o absolutas y se pueden dividir en tres grupos: médicas, conductuales y locales. ⁽³⁵⁾

Medicas:

- Tratamiento de cáncer que involucre quimioterapia o radioterapia en cabeza y cuello en el momento de realizar el procedimiento o 6 meses antes.
- Enfermedades sistémicas que afectan la función mucociliar, como por ejemplo la fibrosis quística.
- Condiciones que afecten el metabolismo óseo.
- Disfunción sanguínea severa.
- Diabetes no controlada
- Condiciones psicológicas o psiquiátricas
- Algunos medicamentos como bifosfonatos. ⁽³⁵⁾

Conductuales:

- Consumo de tabaco
- Consumo excesivo de alcohol
- Consumo de drogas ⁽³⁵⁾

Locales:

- Problemas anatómicos como estenosis o algunas otras anomalías del ostium maxilar.
- Tumores malignos o benignos.
- Infecciones bacterianas, virales, fúngicas de los senos paranasales.
- Rinitis alérgica.
- Sinusitis. ⁽³⁵⁾

3.4 Complicaciones intraoperatorias

Las complicaciones intraoperatorias en los procedimientos de regeneración ósea guiada (ROG) pueden representar desafíos significativos para el cirujano.

La Regeneración Ósea Guiada exige adherirse a principios biológicos esenciales como el cierre primario de la herida, la angiogénesis, la estabilización del coágulo de sangre y la creación de un espacio adecuado para el crecimiento óseo. ⁽³⁶⁾

En este apartado se describen las principales complicaciones que pueden ocurrir durante la cirugía con particular énfasis en la fase quirúrgica del procedimiento de regeneración ósea guiada:

FACTORES TÉCNICOS.

- **Manejo de colgajo: diseño, incisión y sutura**

Los procedimientos de regeneración ósea guiada requieren un anejo delicado y preciso de los tejidos blandos.

El diseño del colgajo debe permitir que los tejidos cubran pasivamente los volúmenes aumentando de tejido duro para facilitar su regeneración durante la fase de cicatrización. Para lograr esto, es esencial respetar parámetros clave, como el diseño del colgajo que sea lo suficientemente amplio, utilizando incisiones verticales libres de tensión y asegurarse de tener la cantidad adecuada de tejido queratinizado (TQ) en cada lado que permita una sutura adecuada. Además, se debe considerar la profundidad del vestíbulo, y la integridad del periostio, así como los márgenes de la membrana o barrera utilizada. ⁽³⁶⁾

La liberación adecuada del periostio es crucial para evitar la dehiscencia de los tejidos blandos durante la cicatrización. Esto se logra mediante incisiones cuidadosas y un diseño de colgajo adecuado que permita reposicionar los colgajos de manera óptima. ⁽³⁶⁾

La tensión del colgajo desempeña un papel esencial en el cierre de heridas y la cicatrización postoperatoria. Las fuerzas de cierre excesivas a 0.1 Newton pueden aumentar significativamente el riesgo de dehiscencia de heridas. Además, la falta de suministro sanguíneo y errores en la manipulación del colgajo pueden llevar a complicaciones, como la necrosis del colgajo. ⁽³⁶⁾

La incisión debe seguir el diseño deseado del colgajo y realizarse con precisión, asegurándose de poder reposicionar el colgajo en la posición correcta después de la cirugía, si la incisión se desplaza hacia la mucosa alveolar, será difícil garantizar una cicatrización sin complicaciones, ya que las suturas tienden a desgarrar fácilmente la mucosa. La elección del material de sutura y la técnica de sutura son cruciales para el éxito del procedimiento, prefiriendo suturas no reabsorbibles y resistentes. ⁽³⁶⁾

El éxito en la Regeneración Ósea Guiada depende de una combinación cuidadosa, que involucra el diseño del colgajo, incisiones precisas, manejo del colgajo y una técnica de sutura correcta. ⁽³⁶⁾

FACTORES ANATOMICOS.

Para llevar a cabo procedimientos de aumento de reborde de manera segura, es esencial tener un profundo conocimiento de los puntos anatómicos clave en la cavidad oral. En la maxila, se debe identificar y evitar correctamente el haz neurovascular del nervio palatino mayor, ya que es vulnerable a lesiones. ⁽³⁶⁾

El conocimiento de la anatomía de la mandíbula, tanto en la zona posterior como en la anterior, es fundamental. La presencia del haz neurovascular alveolar inferior y la fosa submandibular hacen que esta región sea especialmente propensa a riesgos durante la Regeneración Ósea Guiada y la colocación de implantes. ⁽³⁶⁾

Alterar estas estructuras debido a errores quirúrgicos puede dar lugar a eventos graves y complicaciones severas, como trastornos sensoriales o lesiones de arterias sublinguales y submentonianas con la formación de hematomas en los espacios sublingual y submandibular, lo que podría causar obstrucción respiratoria. ⁽³⁶⁾

Además, es importante tener en cuenta la anatomía de los nervios en la mandíbula, como el nervio lingual, el nervio alveolar inferior y el nervio hipogloso, ya que dañar estos nervios puede llevar a trastornos neurosensoriales. ⁽³⁶⁾

Estos daños pueden ocurrir debido a un conocimiento deficiente de las estructuras anatómicas, la falta de planificación preoperatoria precisa o errores quirúrgicos durante la elevación del colgajo, como perforaciones no controladas. También se debe tener en cuenta la proximidad de las raíces dentales a las áreas de ROG y evitar dañarlas al colocar tornillos o tachuelas para estabilizar membranas. ⁽³⁶⁾

FACTORES HUMANOS.

La Regeneración Ósea Guiada es considerada uno de los procedimientos más desafiantes en cirugía dental, especialmente en casos de defectos verticales graves. ⁽³⁶⁾

La implementación de listas de verificación preoperatorias puede ayudar a minimizar las complicaciones, asegurando la disponibilidad de biomateriales y otros elementos necesarios, y garantizando la correcta implementación de los protocolos farmacéuticos y preparatorios. ⁽³⁶⁾

El equipo dental tiene la responsabilidad tanto de los resultados exitosos como de los eventos adversos en cirugía. Por eso la comunicación eficiente y transparente entre el equipo dental es esencial para minimizar las complicaciones en cualquier procedimiento quirúrgico. ⁽³⁶⁾



FACULTAD
CAPÍTULO 4
MATERIALES DE
REGENERACIÓN
GEONTOLOGIA
UNAM
1904

Se han propuesto una gran cantidad de biomateriales para la reconstrucción de defectos óseos. El andamio creado por estos materiales facilita la reconstrucción de los tejidos dañados y restaura la pérdida de anatomía y función. ⁽³⁷⁾

Los biomateriales están destinados a proporcionar una guía tridimensional preliminar y soporte mecánico para las células involucradas en los procesos de formación y regeneración. ⁽³⁷⁾

Los parámetros de porosidad, topografía y composición química de la superficie, arquitectura 3D, inmunogenicidad y propiedades mecánicas influyen significativamente en la formación de hueso a través de sustitutos óseos. ⁽³⁷⁾

El objetivo principal del uso de biomateriales para la regeneración ósea corresponde a que el proceso de regeneración tisular guiada se produce más rápido. ⁽³⁷⁾

Debido a la absorción de proteínas en la superficie del material del injerto, se producen una serie de eventos en cascada (alargamiento del coágulo, activación del complemento, adhesión y diferenciación de células como osteoblastos y osteoclastos), que conducen al depósito de tejido óseo y descomposición de materiales biológicos. Estos procesos, que dependen del tiempo y del material, deben realizarse simultáneamente para lograr resultados suficientes. ⁽³⁷⁾

Las propiedades ideales de los biomateriales deberían ser:

- Biocompatibilidad: Integración óptima del material en el área huésped sin causar una respuesta inmune. ⁽³⁷⁾

- Porosidad: Un andamio de biomaterial debe tener poros abiertos interconectados con una gran superficie para permitir la penetración vascular, el crecimiento celular y la formación de tejido óseo. ⁽³⁷⁾
- Propiedades superficiales: Químicas y topográficas, que afectan la adhesión y dispersión celular. ⁽³⁷⁾
- Propiedades mecánicas: Proporcionan y mantienen suficiente espacio para la regeneración. ⁽³⁷⁾
- Biodegradación: Puede superponerse con el depósito óseo y eventualmente completar la resorción. ⁽³⁷⁾
- Debe de promover y acelerar la recuperación fisiológica de cicatrización. ⁽³⁷⁾
- Efecto osteoconductor-osteoaductivo. ⁽³⁷⁾

4.1 Mecanismos de regeneración ósea

La regeneración ósea se realiza mediante tres mecanismos diferentes:

- **Osteogénesis:** Formación de tejido óseo a partir de células transferidas al material de injerto; El hueso autólogo es el único material con propiedades osteogénicas. ^(38,39)
- **Osteoconducción:** Formación de hueso mediante el andamio que suministra el material del injerto; La mayoría de los biomateriales

utilizados en la regeneración ósea son únicamente osteoconductores.
(38,39)

Deben tener propiedades que favorezcan la reabsorción y permitan la unión del tejido óseo. La capacidad de absorción de un material depende de propiedades físicas como la porosidad, la superficie y la forma, así como de las propiedades químicas. Los materiales utilizados como conductores óseos deben tener una estructura química y anatómica similar a la del hueso humano que se intenta reconstruir. (38,39)

- **Osteoinducción:** neoformación ósea a partir de células osteoprogenitoras de origen mesenquimatoso, provocada por diferenciación debido a que los factores han sido liberados por la matriz ósea. (38,39)

4.2. Injertos óseos

Se define como injerto óseo a cualquier tejido u órgano que se emplea con la finalidad de ser implantado o trasplantado para la formación de hueso y la regeneración periodontal. (37,40)

Parte de la función de un injerto óseo es servir como andamio estructural y matriz para la inserción y proliferación de osteoblastos. Se han utilizado y evaluado clínicamente diversos materiales de injerto óseo, incluidos injertos óseos y sustitutos de injertos óseos, incluidos autoinjertos, aloinjertos, xenoinjertos y aloplásticos. (37,40)

Los rellenos óseos sirven para muchos más propósitos, incluyendo los siguientes:

- Proporcionar soporte mecánico para prevenir el colapso de la membrana.
- Estabilizar el coágulo sanguíneo.
- Permitir el crecimiento interno de los vasos sanguíneos.
- Actuar como un andamio osteoconductor para el crecimiento del hueso.
- Pueden ser osteoinductivos.
- Pueden contener células óseas.
- Integrarse en el hueso o ser reemplazados por este.
- Proteger el volumen aumentado de la reabsorción. ^(37,40)

4.2.1 Autoinjertos

El hueso autólogo es el material de injerto óseo preferido debido a sus propiedades osteoinductivas, osteogénicas y osteoconductoras, por eso es denominado el estándar de oro. ⁽³³⁾

Sin embargo, la obtención de hueso autólogo puede requerir de una intervención y un sitio quirúrgico adicional, lo que aumenta el tiempo operatorio, el costo, la pérdida de sangre intraoperatoria, el dolor y el tiempo de recuperación. ⁽³³⁾

Además, se asocia con un mayor riesgo de morbilidad en la zona donante (p. ej., aumento del dolor posoperatorio, daño nervioso, daño vascular, hematoma, infección, hernia y defectos cosméticos). Además de que el suministro de hueso autógeno para injertos puede ser limitado. Con el injerto óseo autólogo, se administran factores de crecimiento que estimulan el hueso y osteoblastos viables al sitio receptor. ⁽³³⁾

El número de células y las concentraciones de factores de crecimiento varían significativamente entre individuos y dependen en gran medida de la edad del

paciente, la presencia de enfermedad sistémica y la ubicación del sitio donante.

(33)

Estos injertos pueden ser extraídos de diversas áreas donantes en la cavidad oral, como el mentón, la tuberosidad maxilar, la rama mandibular, espina nasal y cuerpo cigomático, así como de sitios extraorales como la cresta ilíaca, la tibia, la calota y el peroné. Los injertos extraorales se emplean en forma de injertos en bloque en situaciones de pérdida ósea avanzada, aunque requieren anestesia general para su obtención. ⁽⁴⁰⁾

Un inconveniente de los injertos autólogos es su rápida tasa de reabsorción, por lo que a veces se combinan con aloinjertos o xenoinjertos para mejorar esta característica. ⁽⁴⁰⁾

La velocidad de reabsorción vertical varía según el sitio donante extraoral, oscilando entre un 12% y un 60% en la cresta ilíaca y del 0% al 15% en la calota. En cuanto a la reabsorción horizontal de los injertos en bloque autólogos, se ha informado que se sitúa entre un 10% y un 50%. ⁽⁴⁰⁾

4.2.2 Aloinjertos

Es un injerto que se transfiere entre dos individuos de la misma especie que difieren genéticamente. La trasplatación de hueso de un individuo a otro se ha realizado por más de 130 años. ⁽⁴⁰⁾

Los aloinjertos generalmente se almacenan en bancos de huesos y están disponibles como hueso fresco congelado (FFB), aloinjerto óseo liofilizado (FDBA) o aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado (DFDBA). ⁽⁴⁰⁾

La FFB rara vez se utiliza en procedimientos ROG debido al alto riesgo de rechazo inmunológico y transmisión de enfermedades, mientras que se ha informado que la liofilización de FDBA y DFDBA reduce la inmunogenicidad del material, lo que potencialmente mejora los resultados clínicos. ⁽⁴⁰⁾

Los aloinjertos tienen diferentes presentaciones: bloques o particulados de origen cortical y esponjoso. ⁽⁴⁰⁾

El hueso fresco-congelado (FFB), el hueso deshidratado congelado (FDBA) y hueso desmineralizado liofilizado (DFDBA) presentan propiedades tanto osteoconductoras como osteoinductoras, debido a la liberación de proteínas morfogenéticas óseas (BMP) que se produce durante el proceso de desmineralización. ⁽⁴⁰⁾

4.2.3. Xenoinjertos

El xenoinjerto es un material procedente de una especie diferente a la del receptor. Estos injertos se someten a un proceso de desproteización que tiene como objetivo la eliminación completa del componente orgánico, evitando de esta manera cualquier reacción inmunológica. ⁽⁴¹⁾

Son biocompatibles y ofrecen propiedades osteoconductoras, respaldando el desarrollo de vasos sanguíneos, la migración y especialización celular, y la consecuente generación de tejido óseo, siempre en un entorno favorable para la osteogénesis. ⁽⁴¹⁾

La tasa de resorción varía y depende de la estructura química, la porosidad y el tamaño de partícula del material. Generalmente, las partículas más pequeñas y con mayor porosidad se absorben más rápido; Una mayor porosidad del material significa una mayor capacidad osteoconductoras. ⁽⁴¹⁾

Los xenoinjertos más empleados en la práctica diaria son los derivados de hueso bovino, porcino y equino (Tabla 6).⁽⁴¹⁾

Bovino	Porcino	Equino
<ul style="list-style-type: none">• Lenta reabsorción• Partículas del biomaterial (3 años después)• Osteoconductores	<ul style="list-style-type: none">• Lenta reabsorción• Remodelado con formación de osteonas• Osteoconductores	<ul style="list-style-type: none">• Mayor velocidad de reabsorción fisiológicas• Contiene colágeno• Osteoconductores

Tabla 6. Tipos de Xenoinjertos y sus características⁽⁶⁾

4.2.4 Aloplásticos

Se trata de injertos que incluyen materiales como hidroxiapatitas densas y porosas, fosfatos de tricalcio, mezclas de ambos y derivados de coral natural. Están disponibles en varias formas, como reabsorbibles o no reabsorbibles, en particulados o en bloque, y porosos o no porosos.⁽⁴²⁾

Los materiales alogénicos, como la hidroxiapatita sintética o natural y el fosfato tricálcico, pueden integrarse directamente con el hueso, pero no tienen potencial osteoinductivo y no contienen células osteoprogenitoras.⁽⁴²⁾

Varios estudios han descrito las propiedades osteoconductoras de los materiales de aloplásticos, es decir, su capacidad para promover la colonización ósea en el hueso huésped.⁽⁴²⁾

Además, las propiedades mecánicas de los injertos aloplásticos tienen como ventaja una buena estabilidad inicial, necesaria para la osteointegración y la estabilidad a largo plazo del implante. ⁽⁴²⁾

La absorción de estos materiales de injerto está relacionada con su porosidad. La presencia de microporos aumenta la superficie disponible para el intercambio entre hueso e injerto, provocando que la reabsorción del injerto sea más rápida o lenta dependiendo del tamaño de los poros. ⁽⁴²⁾

Además, las diferencias en la composición química, forma física y configuración de la superficie de estos materiales también pueden afectar su nivel de bioabsorbibilidad. ⁽⁴²⁾

La combinación de hidroxiapatita y fosfato beta-tricálcico (β -TCP) aporta una doble función, actuando como una matriz de soporte (hidroxiapatita) y proporcionando cualidades osteoconductoras (β -TCP). ⁽⁴²⁾

Estos biomateriales por lo general son reabsorbibles y se presentan en forma de gránulos, requiriendo siempre el uso en conjunto con membranas de barrera. ⁽⁴²⁾

La mezcla de estos cristales bioactivos ha demostrado tener una bioactividad y osteoconductividad satisfactoria. ⁽⁴²⁾

En la siguiente tabla se indican los mecanismos de acción de cada tipo de injerto óseo.

	Autoinjerto	Aloinjerto	Xenoinjerto	Aloplastico
Osteogenesis	×			
Osteoinducción	×	×		
Osteoconducción	×	×	×	×

Tabla 7. Mecanismos de acción de los injertos óseos ⁽⁷⁾

4.3 Membranas

Las membranas son materiales utilizados en la Regeneración Ósea Guiada, se coloca en contacto directo con la superficie exterior del hueso que rodea el defecto, son reposicionadas y suturadas al colgajo mucoperióstico, y son utilizadas para evitar el crecimiento de tejido epitelial dentro del defecto óseo, existen diferentes tipos de membranas reabsorbibles y no reabsorbibles. (40,43)

Tienen 3 funciones:

- Impide la proliferación celular que comienza en la mucosa superpuesta y facilita la migración de células provenientes de espacios medulares en el coágulo dentro del sitio. (40,43)
- Estabiliza el injerto óseo mediante tachuelas o mini tornillos y el coágulo.
- Posterga la reabsorción del injerto. Según la literatura un injerto puede perder hasta un 25% de su volumen después de 4 meses cuando no se utiliza una membrana. (40,43)

Estas membranas deben cumplir con criterios específicos para promover la regeneración ósea del reborde edéntulo, tales como:

- Biocompatibilidad.
- Oclusión celular.
- Capacidad para crear y mantener espacio.
- Integración tisular.
- Degradación.
- Fácil manejo clínico.
- Menor susceptibilidad a complicaciones.

Según su capacidad de reabsorción las membranas se clasifican en: reabsorbibles y no reabsorbibles. ^(40,43)

4.3.1 Absorbibles

Como su nombre lo dice, las membranas absorbibles se degradan en el cuerpo y desaparecen con el tiempo. Por tanto, tienen la ventaja de poder eliminar material biológico sin cirugía adicional. ⁽⁴⁰⁾

Las membranas absorbibles son naturales ya sea de colágeno o hechas de polímeros sintéticos. Cuando se colocan en un ambiente acuoso (por ejemplo, un sistema biológico), los polímeros biodegradables se someten a degradación enzimática por hidrólisis. ⁽⁴⁰⁾

La membrana de colágeno natural es descompuesta por enzimas y reabsorbida. Este proceso de degradación de la membrana depende de muchos factores, como la composición de la membrana, el pH, la temperatura, el grado de cristalización del polímero, el entrecruzamiento del colágeno en la membrana y el volumen de la membrana. ⁽⁴⁰⁾

El proceso de degradación tiene un impacto significativo en el resultado porque si la degradación ocurre demasiado rápido, es posible que el biomaterial no tenga la oportunidad de cumplir su función de barrera y los productos de degradación puedan promover reacciones tisulares. ⁽⁴⁰⁾

Por tanto, el tiempo de reabsorción de la membrana es variable y los procesos de resorción pueden interferir con la cicatrización de las heridas y la regeneración ósea. ⁽⁴⁰⁾

4.3.1.1 Colágena

Las membranas reabsorbibles naturales suelen fabricarse con colágeno de origen animal y, en menor medida, humano, procedentes de tejidos como tendón bovino, dermis de bovino y porcino, piel de ternera y piel humana de cadáveres. ⁽⁴⁰⁾

El colágeno, siendo la proteína más prevalente en la matriz extracelular del cuerpo, desempeña roles cruciales en la estructura, adhesión y diferenciación celular, así como en la reparación y regeneración de tejidos. Aunque los biomateriales de colágeno son altamente compatibles con el cuerpo humano debido a su baja inmunogenicidad y propiedades hemostáticas, su debilidad mecánica y rápida biodegradación por acción enzimática pueden limitar su función como barrera efectiva. ⁽⁴⁰⁾

Para contrarrestar esto, se aplican técnicas de entrecruzamiento que prolongan su durabilidad, aunque algunas, como el glutaraldehído, pueden dejar residuos tóxicos. Además, se ha observado que el colágeno modificado por entrecruzamiento puede inducir la osificación de la membrana. ⁽⁴⁰⁾

Membrana de colágeno nativo reticulado:

Las membranas de colágeno natural tienen una buena integración tisular, una rápida vascularización y degradación sin reacción a cuerpos extraños. Actualmente, estas membranas son el estándar de oro para la mayoría de las cirugías de regeneración ósea guiada. ⁽⁴⁴⁾

Otra ventaja importante de este tipo de membranas es su reabsorción y cicatrización espontánea cuando se produce una dehiscencia de la mucosa, lo que supone importantes ventajas clínicas al no requerir nuevas intervenciones, como por ejemplo membranas no absorbibles. ⁽⁴⁴⁾

La principal desventaja de este tipo de membrana es su escasa estabilidad mecánica, baja resistencia a la tracción y colapso, además de su rápida tasa de degradación que acorta la función de barrera. ⁽⁴⁴⁾

Para mejorar sus propiedades de barreras, se han llevado a cabo investigaciones para desarrollar matrices de colágeno reticuladas (cross-linking), lo que conduce a una degradación a largo plazo y a un aumento a corto plazo del efecto barrera. ⁽⁴⁴⁾

Además, varios estudios han demostrado que, en caso de exposición prematura a membranas reticuladas, se produce una curación espontánea debido a la epitelización de la superficie, que no perjudica la regeneración ósea. (Figura 12) ⁽⁴⁴⁾

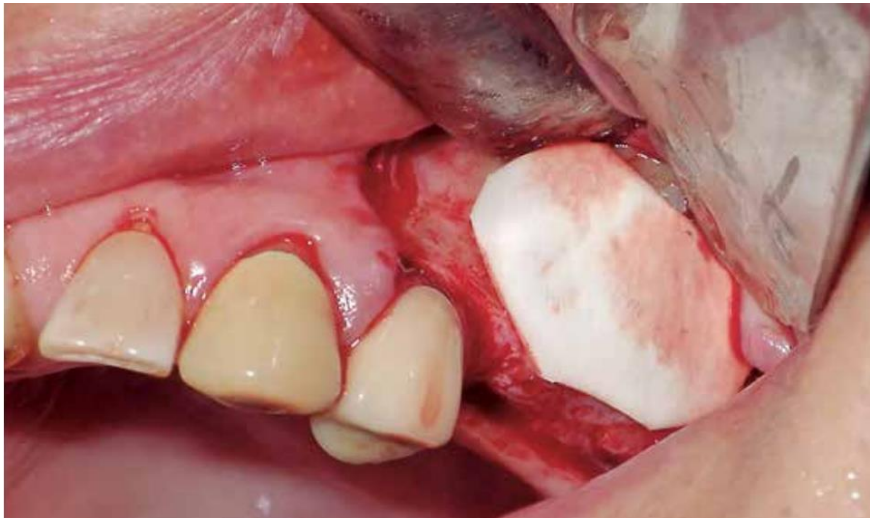


Fig.12 Membrana de colágeno ⁽¹²⁾

4.3.1.2 Poliésteres sintéticos

Los poliésteres sintéticos utilizados como biomateriales para membranas de barrera son la poliglicólico (PGA), la polilactico (PLA) o copolímeros de ambos. ⁽⁴⁰⁾

Otros poliésteres alifáticos utilizados son la polidioxanona y el carbonato de trimetileno. Cada uno de estos biomateriales sintéticos tiene ventajas y desventajas. La ventaja es que su número es casi ilimitado. Otra ventaja es que el PGA, el PLA y sus copolímeros se biodegradan completamente en dióxido de carbono y agua en el ciclo de Krebs. ⁽⁴⁰⁾

La degradación de los polímeros bioabsorbibles está influenciada por muchos factores, como su estructura y composición química, peso molecular, forma, condiciones de procesamiento, procesos de esterilización, factores fisicoquímicos y mecanismos de hidrólisis. ⁽⁴⁰⁾

Estos polímeros se utilizan como portadores de placas óseas, tornillos, fármacos y factores de crecimiento, y se han implicado en la inflamación y reacción a cuerpo extraño en cirugía ortopédica, cirugía maxilofacial e

implantes dentales. En algunos casos, incluso puede llegar a ser necesario el retiro de dicha membrana. ⁽⁴⁰⁾

4.3.1.2.1 ACIDO POLILACTICO

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero biodegradable que se obtiene al polimerizar ácido láctico, es un compuesto orgánico que se puede producir fermentando de azúcares a partir de recursos renovables como el maíz o la caña de azúcar. Este material es ampliamente utilizado en aplicaciones biomédicas, particularmente por su biocompatibilidad y su capacidad de ser absorbido por el organismo sin provocar efectos secundarios. ⁽⁴⁵⁾

En odontología, el PLA se utiliza para la regeneración ósea controlada debido a sus propiedades osteoconductoras, lo que significa que puede servir como andamio para el crecimiento óseo. Las membranas de PLA actúan como barreras que permiten la regeneración ósea en defectos óseos al tiempo que evitan la entrada de tejido blando no deseado en el sitio de regeneración. ⁽⁴⁵⁾

El uso de PLA no sólo mejora la cantidad y calidad del hueso disponible para la colocación de implantes dentales, sino que también elimina la necesidad de una segunda cirugía para retirar la membrana a medida que se reabsorbe con el tiempo. ⁽⁴⁵⁾

Puede degradarse de manera predecible y bajo condiciones fisiológicas controladas. Durante este proceso de degradación, el PLA se hidroliza en ácido láctico, un metabolito que se incorpora al ciclo de Krebs y se metaboliza naturalmente en el cuerpo, eliminando preocupaciones sobre la toxicidad residual o la necesidad de extirpación quirúrgica del material. ⁽⁴⁵⁾

Además, la tasa de degradación del PLA se puede ajustar modificando la

composición y la estructura cristalina del polímero, lo que permite la personalización según los requisitos específicos del proceso de regeneración ósea. ⁽⁴⁵⁾

La combinación de PLA con otros polímeros o aditivos se puede diseñar para tener en cuenta diferentes tasas de degradación y resistencia mecánica, lo cual es crucial para mantener la integridad del sitio de regeneración durante la remodelación y maduración del tejido óseo. ⁽⁴⁵⁾

Estas propiedades hacen del PLA un candidato ideal para una variedad de aplicaciones en la regeneración ósea guiada y para la preparación para implantes dentales, proporcionando un entorno óptimo para el crecimiento y la integración del hueso. ⁽⁴⁵⁾

4.3.1.2.2 ACIDO POLIGLICOLICO

El ácido poliglicólico (PGA) es otro polímero biodegradable y biocompatible utilizado en aplicaciones médicas y dentales. Es conocido por sus propiedades de alta resistencia y rápida degradación, lo que lo hace útil en situaciones donde se requiere soporte temporal que luego se pierde a medida que el cuerpo sano o se regenera. ⁽⁴⁵⁾

La PGA se descompone en el cuerpo humano en ácido glicólico, que luego se excreta o ingresa a las vías metabólicas sin causar daño, ni toxicidad.

⁽⁴⁵⁾

En el contexto de la regeneración ósea guiada, el PGA se utiliza a menudo en combinación con PLA para crear una matriz que apoya la formación de hueso nuevo y luego se degrada a un ritmo que promueve la curación y minimiza la necesidad de intervenciones adicionales. Estos polímeros se pueden producir

en diversas formas, como membrana, malla o esponja, para satisfacer las necesidades específicas del defecto óseo que se está tratando. ⁽⁴⁵⁾

El PGA, debido a su alta cristalinidad y resistencia mecánica, ofrece un soporte estructural temporal que es completamente absorbido por el cuerpo en un período de 4 a 6 meses. Su rigidez limita su aplicación directa para suturas, pero las trenzas de las fibras de PGA puede superar este obstáculo, proporcionando un material que combina resistencia y flexibilidad. ⁽⁴⁵⁾

Además, se puede copolimerizar con otros monómeros para ajustar sus propiedades, como la velocidad de degradación y la rigidez, lo que lo hace potencialmente útil para otras aplicaciones en odontología, como andamios en regeneración ósea y como material de relleno para defectos óseos. ⁽⁴⁵⁾

4.3.2 No reabsorbibles

Las membranas no absorbibles fueron las primeras en utilizarse en procedimientos de regeneración. Su principal desventaja es que requiere un segundo procedimiento quirúrgico para extraerlo.

Hoy en día se utilizan principalmente cuando es importante mantener el espacio durante un período de tiempo más largo ya que tienen una eficaz función barrera. ^(40,43,46)

Las membranas no reabsorbibles tienen las siguientes ventajas:

- Control del tiempo de funcionamiento de la membrana.
- Mejor mantenimiento del espacio al ser más rígidos.
- Permiten el uso de aditivos que aumentan su rigidez, como el titanio.

^(40,43,46)

Y sus desventajas son las siguientes:

- La necesidad de repetir la cirugía para extirparlos.
- Mayor habilidad quirúrgica para su tratamiento.
- Alta probabilidad de infección después del contacto. (40,43,46)

4.3.2.1 Politetrafluoretileno

El tipo de membrana no reabsorbible más utilizado está hecho de politetrafluoroetileno (PTFE), es una membrana de teflón densa sin expandir presenta una superficie lisa y compacta, por lo que se denomina no expandida. (46)

Fue desarrollado originalmente a finales de la década de 1960 y su comercialización comenzó en 1971. (46)

El PTFE es de naturaleza hidrofóbica y biológicamente inerte, lo que hace que este biomaterial no sea absorbible. Por tanto, la principal ventaja es su excelente función de barrera, mientras que la principal desventaja es la necesidad de cirugía repetida para retirar la membrana. (46)

4.3.2.2 PTFEe expandido (PTFEe)

El e-PTFE es un polímero sintético con una estructura porosa que no produce una respuesta inmune y resiste la degradación enzimática por parte de los tejidos y bacterias del huésped. La integración de láminas de titanio flexibles en membranas de e-PTFE aumenta su estabilidad mecánica y también

permite darles forma. Estas propiedades permiten el tratamiento exitoso de grandes defectos fuera de la estructura ósea e incluso la regeneración ósea vertical. ⁽⁴⁷⁾

Las membranas de ePTFE se fabrican sometiendo el PTFE a una alta tensión de tracción, lo que hace que se expanda y forme una microestructura porosa. ⁽⁴⁷⁾

Las membranas de ePTFE más utilizadas tienen un diseño de dos partes, una parte densa y una parte menos densa. La densa porción interna (central) sobre el espacio del defecto tiene poros de menos de 8 μm para permitir el intercambio de líquidos y al mismo tiempo prevenir la infiltración celular. ⁽⁴⁷⁾

En comparación, la porción exterior en contacto con el hueso en el borde del defecto tiene una densidad microestructural menor; tiene poros de 20 a 25 μm de ancho y una textura superficial que promueve la adhesión de la coagulación y la unión del tejido conectivo blando y la invasión de la membrana. ⁽⁴⁷⁾

En última instancia conduce a la integración del tejido. En odontología, las membranas de ePTFE se convirtieron en el estándar de oro para los procedimientos de regeneración tisular guiada (RTG) y de regeneración ósea guiada (ROG) durante su fase de desarrollo en los años 1980 y principios de los 1990. ⁽⁴⁷⁾

4.3.2.3 PTFEe con refuerzo de titanio

Las membranas regenerativas de politetrafluoroetileno (PTFE) reforzadas con titanio son estructuras sintéticas usadas en la cirugía dental regenerativa para favorecer la regeneración de tejidos duros. ⁽⁴⁸⁾

El PTFE, conocido por su alta resistencia química y biocompatibilidad, actúa como una barrera física que impide la invasión de tejidos blandos en el área de regeneración ósea. ⁽⁴⁸⁾

Estas membranas son particularmente valiosas en procedimientos que requieren reconstrucciones óseas complejas o aumento vertical de la cresta alveolar, ya que mantienen el espacio necesario para la osteogénesis mientras protegen el sitio de la intervención de contaminantes y facilitan el proceso de curación. ⁽⁴⁸⁾

Las membranas de PTFE reforzadas con titanio son un avance significativo en la regeneración de tejidos, especialmente diseñadas para superar las limitaciones de las membranas convencionales. ⁽⁴⁸⁾

El titanio proporciona una estructura rígida, permitiendo que estas membranas mantengan un espacio tridimensional protegido contra la presión de los tejidos circundantes, lo cual es crítico en la regeneración de defectos óseos significativos. ⁽⁴⁸⁾

Al mismo tiempo, el PTFE actúa como una barrera selectiva que facilita el crecimiento del hueso al permitir el paso de nutrientes y células osteoprogenitoras, al tiempo que impide la penetración de células indeseables que podrían interferir con el proceso regenerativo. ⁽⁴⁸⁾

Esta combinación de materiales proporciona una solución duradera y efectiva para procedimientos de Regeneración Ósea Guiada, mejorando los resultados clínicos en la obtención de un mayor aumento de los tejidos duros. (Figura 13)
⁽⁴⁸⁾

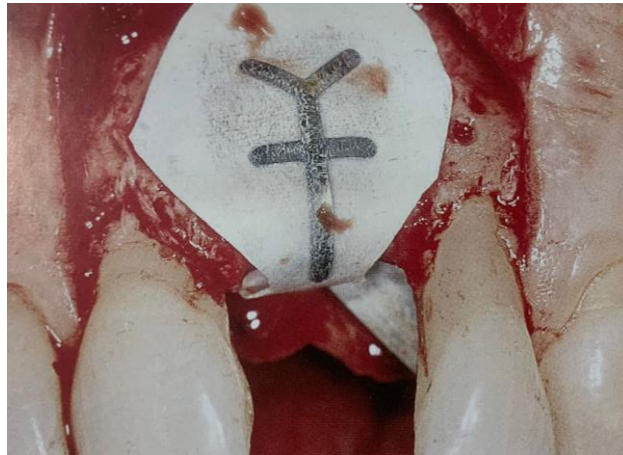


Fig.13 Membrana de PTFE reforzada con titanio ⁽¹³⁾

4.4 Malla de titanio

La malla de titanio se ha utilizado para reconstruir defectos óseos como sistema de sellado para injertos óseos maxilares y mandibulares. La presencia de poros promueve el intercambio nutricional y metabólico, ayuda la formación de nuevos vasos sanguíneos en el tejido injertado y a la estabilidad del injerto óseo, mantiene un contorno adecuado para la necesaria regeneración ósea y proporciona soporte mucoso, permitiendo a los pacientes colocar implantes dentales por mucho tiempo. (Figura 14) ⁽⁴⁹⁾

Sus ventajas de este material son:

1. Mantenimiento del Espacio: Para la regeneración ósea exitosa, es importante mantener el espacio donde el hueso nuevo se formará, actúan como una barrera física, impidiendo que el tejido blando colapse en el área donde se desea el crecimiento óseo. ⁽⁵⁰⁾

2. Suministro Sanguíneo: Un adecuado suministro sanguíneo es esencial para la cicatrización y regeneración ósea. El flujo de sangre no solo suministra nutrientes y oxígeno, sino que también elimina los desechos y facilita la llegada de células que promueven la cicatrización. ⁽⁵⁰⁾

3. Biocompatibilidad: El titanio es conocido por su excelente biocompatibilidad, lo que significa que es un material tolerado por el cuerpo humano y tiene un bajo riesgo de rechazo o reacciones adversas. ⁽⁵⁰⁾



Fig. 14. Malla de Titanio fijada con tornillos al defecto subyacente ⁽¹⁴⁾

Las mallas de titanio pueden ser moldeadas y adaptadas a la anatomía específica del defecto óseo del paciente, lo que permite una reconstrucción más precisa y eficaz.

Aunque la malla de titanio tiene sus ventajas, requiere una planificación previa y técnicas quirúrgicas cuidadosas. El cirujano debe asegurar una adecuada fijación de la malla y asegurarse de que el área quirúrgica esté bien protegida para evitar infecciones o complicaciones. ^(49,51)



FACULTAD
CAPÍTULO 5
REGENERACION ÓSEA
GUIADA Y SU RELACION CON
LOS IMPLANTES

5.1 Procedimientos de Regeneración Ósea Guiada en pacientes parcialmente edéntulos

Hoy en día la implantología, se enfrenta a diferentes desafíos que debemos resolver en el día a día. Uno de los cambios más frecuentes es la atrofia de los maxilares debido a la pérdida dental, reabsorción debido a un edentulismo prolongado y al envejecimiento biológico (una disminución de la capacidad de los osteoblastos y los osteoclastos, y una disminución en la mineralización y la vascularización). Como resultado de todos estos cambios, observamos una disminución significativa en la altura y el ancho del hueso disponible, además de cambios importantes en la calidad ósea, todas estas variaciones influyen negativamente en la colocación de implantes dentales, por lo que resolver dichos cambios permite la colocación de los mismos. (52,53,54)

El Equipo Internacional de Implantología (ITI), propuso una clasificación desarrollada para la colocación de implantes en sitios mandibulares de pacientes parcialmente edéntulos y hoy en día son utilizadas principalmente tres de las cuatro opciones de tratamiento propuestos en la práctica diaria. (53,54)

5.1.1 Clasificación

TIPO 1: Colocación inmediata de implantes

Esta clasificación ya no es utilizada en la mandíbula en pacientes parcialmente edéntulos, ya que alrededor del año 2000 surgieron varias complicaciones, una de las más comunes eran la presencia de recesiones gingivales en la zona vestibular debido a la reabsorción ósea de la tabla ósea vestibular en los primeros meses posteriores a la cirugía de implantes. (53,54)

Las otras tres categorías siguen siendo utilizadas en la colocación de implantes.

TIPO 2: Colocación temprana de implantes (4-8 semanas posteriores a la cicatrización de los tejidos). ⁽⁵²⁾

TIPO 3: Colocación temprana de implantes (4 meses posteriores a la cicatrización de los tejidos). ⁽⁵²⁾

TIPO 4: Colocación tardía de implantes (6 meses posteriores a la cicatrización de los tejidos). ⁽⁵²⁾

La decisión de qué opción de tratamiento es la más apropiada para lograr los objetivos de tratamiento primarios y secundarios esta influenciada por varios factores. ⁽⁵²⁾

Objetivos primarios:

- 1 Resultado exitoso desde un punto de vista funcional y estético
- 2 Estabilidad a largo plazo de los tejidos duros y blandos periimplantarios
- 3 Bajo riesgo de complicaciones ⁽⁵²⁾

Objetivos secundarios:

1. Realizar un menor número de intervenciones quirúrgicas
2. Tener el menor dolor y morbilidad posible
3. Reducir el tiempo del tratamiento y que sea rentable. ⁽⁵²⁾

5.1.2 Examen de la anatomía local

El análisis preoperatorio se inicia con un examen clínico, radiográfico y tomográfico. Durante el análisis preoperatorio es importante analizar cuidadosamente los siguientes aspectos anatómicos.

- **Numero de dientes a ser reemplazados con una prótesis implanto soportada.**

Es importante diferenciar entre espacios de un solo diente, espacios edéntulos que incluyan dos o más dientes o edéntulos totales.

En el caso de un solo diente, se debe medir cuidadosamente el espacio mesiodistal. En ocasiones este espacio puede resultar demasiado estrecho para la colocación de implantes, especialmente en la zona de los incisivos inferiores y premolares, en estos casos es posible utilizar implantes de diámetro estrecho. En espacios edéntulos amplios o con extensiones distales, los implantes cortos pueden llegar a ser utilizados si las condiciones anatómicas así lo requieren. ^(55,56)

- **Estado de la pared ósea bucal y lingual en los dientes a extraer.**

Se ha observado que la pared lingual es generalmente más gruesa y menos propensas a la reabsorción ósea después de la extracción del diente, mientras que la pared bucal es más delgada y se reabsorbe más fácilmente. ^(53,54)

Si no hay pared bucal en el área crestal, generalmente se requiere cirugía de regeneración ósea guiada (ROG) con colocación temprana de implantes (tipo 2). ^(53,54)

Si la pared bucal está intacta, se puede considerar el injerto del alvéolo alveolar, seguido de la colocación del implante después de 4 meses (tipo 3). ^(53,54)

- **Ancho del reborde óseo.**

Se puede obtener un aproximado del ancho de la cresta alveolar durante la evaluación clínica inicial, sin embargo se recomienda una evaluación tridimensional mediante CBCT para tener resultados más precisos. ⁽⁵⁷⁾

Braut et al, mencionan que el promedio de ancho del reborde es de 8.03 y 7.63mm para los primeros y segundos premolares, respectivamente, mientras que, en los primeros molares el promedio es de 9.84mm. lo que demuestra que el ancho promedio de la cresta alveolar en los sitios posteriores a la extracción dental, suele ser suficiente para la colocación del implantes. ⁽⁵⁷⁾

Sin embargo, en las crestas óseas en proceso de curación donde los dientes fueron extraídos hace más de seis meses o varios años, a menudo se observa atrofia oral y reducción del ancho de las crestas, especialmente en la región de los premolares. En estos casos, el ancho es más estrecho, lo que indica una atrofia oral significativa en muchas de estas áreas. Por otro lado, la zona del molar muestra mejores condiciones anatómicas con un ancho de cresta alveolar más amplio. ⁽⁵⁷⁾

- **Anatomía y forma del cuerpo mandibular.**

La mayoría de las veces, la mandíbula tiene forma de gota: estrecha en la parte superior y más ancha en la parte superior.

En tal situación, la reducción del reborde alveolar mejora la situación anatómica para la colocación de implantes a través de un aumento en el ancho del reborde. Además, en aquellos casos donde el ancho es insuficiente el uso de implantes de diámetro son una opción de tratamiento. ⁽⁵⁷⁾

- **Recorrido del canal mandibular y la altura ósea sobre el canal mandibular.**

Es importante tomar en cuenta la presencia del nervio alveolar inferior al colocar implantes en la región posterior, ya que el cirujano corre el riesgo de dañar al nervio durante la cirugía, la altura ósea disponible sobre el canal mandibular y mantener una distancia de seguridad de al menos 1 a 2 mm. ^(58,59)

El canal mandibular es una estructura única en la gran mayoría de los casos. Contiene el nervio alveolar inferior, así como la arteria y las venas concomitantes, y tiene un diámetro de 2.1 a 5 mm. ^(58,59)

En pacientes dentados, un estudio mostró una altura ósea media adecuada para implantes de 10 mm en sitios premolares y primeros molares. Mientras en sitios edéntulos, aunque la altura media es similar, hay una variabilidad mayor y un número significativo de sitios con menos de 8 mm de altura ósea, especialmente en sitios de premolares y primeros molares, lo que traería como consecuencia el uso de implantes cortos, como alternativa de tratamiento. ^(58,59)

▪ **Opción de tratamiento en la zona mandíbular**

- Colocación Temprana de Implantes con cicatrización de tejidos blandos (4 a 8 semanas) y con cicatrización parcial ósea (12 a 16 semanas). ⁽⁵⁷⁾

Este enfoque quirúrgico se ha utilizado con más frecuencia en sitios postextracción en la mandíbula y en especial para dientes anteriores y premolares desde el año 2000. ⁽⁵⁷⁾

En estos sitios, un período de cicatrización de tejidos blandos de 4 semanas es a menudo suficiente para lograr un tejido bien cicatrizada en el futuro sitio de implante. Tras la elevación del colgajo, se encuentra rutinariamente un defecto óseo en forma de cráter debido a la reabsorción del hueso ⁽⁵⁷⁾

Los pasos son los siguientes:

1. Extracción dental
2. Periodo de cicatrización de 4 semanas
3. Realización de un colgajo triangular con una liberación en mesial
4. Preparación del lecho del implante
5. Cierre de la herida primario sin tensión ⁽⁵²⁾

El defecto óseo se encuentra a menudo en el aspecto bucal, y se requiere una morfología de defecto de dos paredes para lograr un resultado regenerativo predecible. ⁽⁵²⁾

Es importante tener un componente horizontal del defecto en la parte inferior del defecto para estabilizar verticalmente el injerto colocado. La primera capa de partículas óseas se cubre con una segunda capa de injerto. Esta segunda capa optimiza el volumen de aumento óseo y ofrece estabilidad a largo plazo debido a su baja tasa de reabsorción. ⁽⁵²⁾

Se coloca una membrana de colágeno no reticulado con técnica de doble capa, lo que ofrece ventajas en comparación con las membranas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE). Una técnica sencilla, sin colocación de membrana ePTFE, sin necesidades de tachuelas y microtornillos de fijación, menor riesgo de complicaciones en caso de dehiscencia de tejidos blandos y no hay necesidad de un segundo evento quirúrgico, ya que la membrana de colágeno se reabsorbe. ⁽⁵²⁾

- Colocación tardía posterior al aumento de reborde con Injerto en Bloque y/o regeneración ósea guiada. ⁽⁵²⁾

Se realiza un procedimiento de aumento de reborde horizontal utilizando un injerto en bloque en combinación la técnica de Regeneración Ósea Guiada. La cirugía incluye la elevación de un colgajo mucoperiostico trapezoidal, se crean

cribas en la tabla vestibular para causar sangrado, y la colocación de un injerto en bloque fijado con tornillos. Los espacios alrededor del injerto se llenaron con injerto óseo combinando una capa de partículas de mineral óseo bovino desproteinizado (DBBM) y una membrana de colágeno como se muestra en la siguiente imagen. (Figura 15) ⁽⁵²⁾

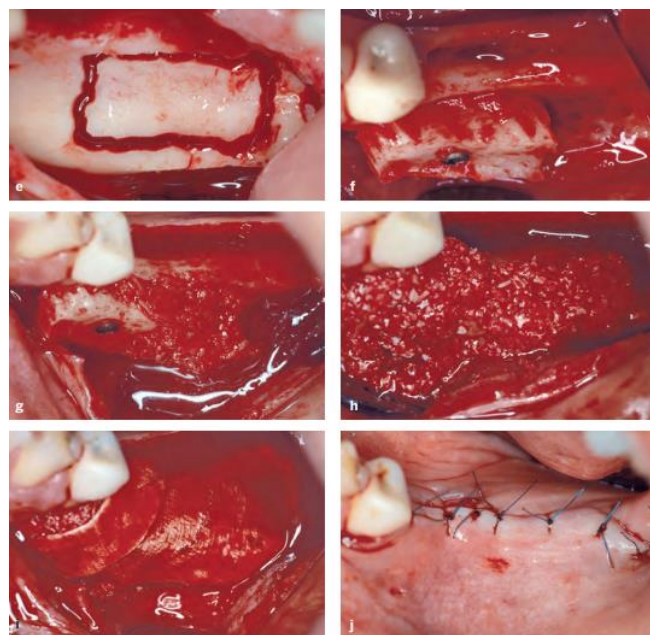


Fig. 15 Regeneración Ósea Guiada con injerto en bloqueo y relleno de xenoinjerto con membrana de colágeno. ⁽¹⁵⁾

5.2 Colocación de implantes postextracción.

La colocación inmediata de implantes se define como la inserción del implante justo después de la extracción dental en el mismo procedimiento quirúrgico.

Esta técnica ofrece ventajas como preservar el volumen óseo y la reducción del tiempo y número de procedimientos quirúrgicos.

A pesar de sus beneficios, esta técnica presenta desafíos como la correcta posición del implante, la estabilidad inicial y el manejo de tejidos blandos y hueso insuficiente. (60,61)

5.2.1 Abordajes quirúrgicos.

Existen dos técnicas quirúrgicas para la colocación inmediata de implantes.

- **Sin colgajo**

El protocolo de extracción sin levantar un colgajo, minimiza el trauma quirúrgico, sobre todo manteniendo intacta la pared vestibular del alveolo.

Después la extracción dental y el curetaje del mismo, eliminando el tejido de granulación, se prepara una osteotomía en el alvéolo que permite, la colocación del implante. (60)

Si la tabla vestibular o bucal del alveolo está intacta, se realiza un procedimiento de regeneración ósea , colocando injerto óseo en el espacio existente entre el implante y la pared del alveolo, el cual es conocido como GAP. (Figura 16) Si la pared bucal presenta una dehiscencia, se realiza un procedimiento de ROG, colocando una membrana entre el espacio creado entre el implante y la pared vestibular, injertando el defecto con un sustituto óseo particulado. (60)



Fig. 16 Injerto óseo que se colocará en el espacio entre el implante y la cara interna del hueso facial. ⁽¹⁶⁾

- **Con colgajo.**

El enfoque alternativo es levantar un colgajo para llevar a cabo la extracción del diente o dientes y la posterior colocación de los implantes. ⁽⁶⁰⁾

Esta técnica generalmente se elige cuando es probable que la extracción del diente sea compleja o cuando una dehiscencia ósea bucal requiere de un procedimiento de ROG. (Figura 17) ⁽⁶⁰⁾

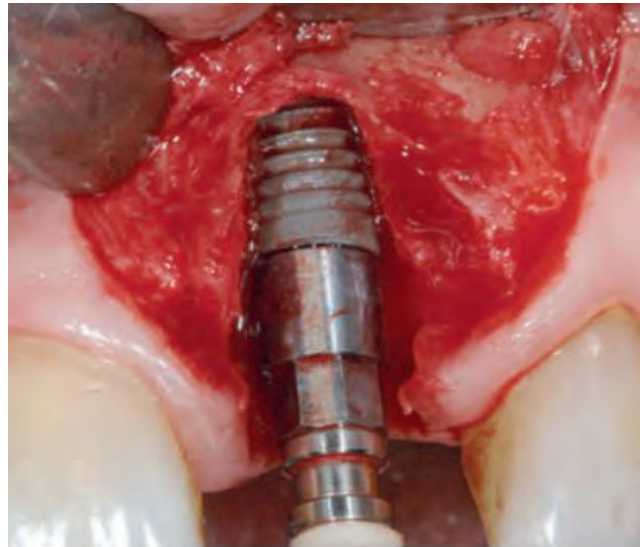


Fig. 17 Levantamiento de colgajo para extracción y colocación de implante.
(17)

5.2.2 Parámetros biológicos para la colocación inmediata de implantes

El proceso alveolar comienza a reabsorberse poco después de la extracción del diente. Este cambio dimensional, resulta de una cicatrización fisiológica, lo cual representa un cambio en el contorno bucal de la cresta alveolar. (62)

El alveolo en el que se colocó un implante inmediato, sufrirá los mismos cambios y procesos de reabsorción, aumentando el riesgo reabsorción ósea en el área crítica de reabsorción (pared bucal). (62)

Esto no sólo conlleva a un mayor riesgo de complicaciones biológicas a largo plazo, sino que también tiene un impacto significativo en el soporte de los tejidos blandos, poniendo en riesgo los resultados estéticos del tratamiento. (62)

Existen factores que deben de ser tomados en consideración para la colocación inmediata de implantes.

- 1 **Extracción sin colgajo:** Las principales ventajas de este método son reducir el trauma quirúrgico, sobre todo en la pared bucal del alveolo y mantener el aporte sanguíneo del periostio. El suministro vascular a la pared ósea de la cavidad dental proviene de tres fuentes: ligamento periodontal, hueso trabecular y periostio. ⁽⁶³⁾

En una extracción dental sin colgajo, aunque el ligamento periodontal está desvascularizado, se preserva el suministro vascular al espacio trabecular y al periostio. Sin embargo, si se eleva el colgajo quirúrgico, el suministro perióstico se ve comprometido y el hueso trabecular se convierte en la única fuente. ⁽⁶³⁾

Por lo que las técnicas de extracción de dientes sin colgajo dan como resultado una menor resorción ósea que las técnicas de extracción de dientes con colgajo abierto. De este modo, evitar la elevación del colgajo proporciona un mayor aporte vascular. ⁽⁶³⁾

- 2 **Fenotipo grueso:** La recesión de la mucosa vestibular fue significativamente mayor cuando los implantes inmediatos se colocaron en áreas con un fenotipo delgado o fino que en áreas con fenotipo más grueso. (Figura 18) ⁽⁶⁴⁻⁶⁵⁾

Por lo tanto, tener un fenotipo delgado debe considerarse un riesgo de recesión, especialmente desde un punto de vista estético. ⁽⁶⁴⁻⁶⁵⁾



Fig. 18 Fenotipo delgado gingival. ⁽¹⁸⁾

- 3 **Grosor de la tabla bucal:** El grosor del hueso vestibular, es un factor crítico en el resultado de la cicatrización. Un grosor de la tabla bucal o vestibular superior a 1 mm se considera un fenotipo grueso. Si el hueso bucal es delgado (espesor menor a 1 mm), está formado casi exclusivamente por hueso cortical especializado (hueso fascicular) que carece de tabiques trabeculares. (Figura 19) ⁽⁶⁴⁻⁶⁵⁾

El daño preexistente de la tabla vestibular representa un riesgo significativo ante la presencia o desarrollo de una recesión gingival, incrementando el riesgo del tamaño de la recesión, si incrementa el defecto óseo de la pared vestibular. ⁽⁶⁴⁻⁶⁵⁾



Fig. 19 **A)** Hueso mayor a 1 mm **B)** Hueso delgado ⁽¹⁹⁾

- 4 **Injerto del defecto marginal con un sustituto óseo:** Aunque existe la posibilidad de que el espacio presente entre el implante y la tabla vestibular del alveolo, conocida como GAP, se rellenen de hueso espontáneamente, sin la necesidad de colocar un injerto, el grado de este relleno óseo, es variable y la reabsorción bucal puede llegar a ser significativa, si el defecto no es tratado mediante una ROG. ⁽⁶⁶⁾

Sin embargo, se ha descubierto que el uso de mineral óseo bovino desproteinizado (DBBM), reduce significativamente la resorción bucal. Desde el punto de vista clínico, una reabsorción de la tabla vestibular mínima, tiene como resultado un adecuado mantenimiento del soporte de los tejidos blandos. ⁽⁶⁶⁾

5.2.3 Selección de biomateriales

El biomaterial utilizado debe seleccionarse para lograr con éxito la osteointegración y reconstrucción de la pared ósea bucal del implante y el tejido blando periimplantario sano alrededor de la prótesis temporal. ⁽⁶⁰⁾

1. Implante.

Se recomienda el uso de implantes debe elegir implantes a nivel del hueso con conexiones internas cónicas. Se ha demostrado que este tipo de implante reduce la resorción ósea en el cuello del implante. es importante la elección de una superficie que promueva la formación de hueso nuevo y la osteointegración. ⁽⁶⁷⁾

El diseño del implante debe permitir la colocación de un injerto óseo en la porción bucal para regenerar la pared ósea conservando la cresta coronal a la interfase pilar-implante. ⁽⁶⁷⁾

1. Injerto óseo.

El injerto ideal para defectos óseos alrededor de implantes debe ser un material osteoconductor y con una tasa de reabsorción baja. Los injertos sobre defectos marginales formarán una nueva pared ósea bucal o vestibular.

(64)

Los defectos del margen óseo adyacentes a implantes inmediatos, regenerados con DBBM tuvieron 2,5 veces menos reabsorción de la tabla bucal que los sitios injertados con hueso autógeno.⁽⁶⁴⁾

2. Prótesis provisional.

Proporciona soporte mecánico a la encía supracrestal, actúa como una barrera para evitar el movimiento del injerto y está diseñado para mejorar la cicatrización y estabilidad de los tejidos blandos subyacentes.⁽⁶⁸⁾

Un aspecto clave de una prótesis provisional es proporcionar una superficie adecuada para la adhesión del tejido blando marginal durante las primeras etapas de cicatrización.⁽⁶⁸⁾

La adhesión eficaz del tejido blando a la prótesis se facilita mediante el uso de materiales biocompatibles como titanio, oro, cerámica, resina acrílica y resina compuesta y siempre la superficie debe de estar limpia y pulida para promover una adecuada cicatrización.⁽⁶⁸⁾

5.3 ROG en defectos óseos provocados por periimplantitis.

La periimplantitis es una inflamación crónica inducida por placa dentobacteriana. Se caracteriza por inflamación de la mucosa periimplantaria y la pérdida de tejido de soporte. ⁽⁶⁹⁾

Los datos epidemiológicos muestran que uno de cada cinco pacientes tratados con prótesis implantosoportadas puede ser diagnosticado con periimplantitis, lo que enfatiza la importancia de su evaluación rutinaria en la práctica clínica. ⁽⁷⁰⁾

5.3.1 Características clínicas.

El diagnóstico adecuado de la periimplantitis requiere una investigación clínica y radiográfica de los tejidos peri-implante. ⁽⁷¹⁾

Clínicamente los sitios afectados por periimplantitis muestran:

1. Sangrado al sondaje, supuración
2. Profundidad al sondeo ≥ 6 mm
3. Recesiones del tejido blando
4. Niveles óseos marginales radiográficos ≥ 3 mm apicales a la porción más coronal de la parte intraósea del implante ⁽⁷¹⁾

5.3.2 clasificación de los defectos asociados a la periimplantitis

Se pueden clasificar en defectos intraóseos, horizontales y combinados.

La periimplantitis se diagnostica más frecuentemente cuando hay una cantidad moderada de pérdida ósea ($\geq 25\%$ – 50%) de la longitud del implante. ⁽⁷²⁻⁷³⁾

La morfología más prevalente de defecto óseo asociado con la periimplantitis es una combinación de defectos óseos intraóseos y verticales. ⁽⁷²⁻⁷³⁾

Los defectos intraóseos se manifiestan más comúnmente como pérdida ósea circunferencial, seguidos por defectos que presentan una dehiscencia en el aspecto vestibular y/o bucal de los implantes. (Figura 20) (72-73)



Fig. 20 Clasificación de los defectos óseos de periimplantitis

- Componente supracrestal medido como la distancia desde el borde liso rugoso del implante hasta el hueso crestral.

b-f) Secciones transversales de diferentes clasificaciones, componente horizontal, mesial, distal, vestibular, oral. (20)

5.3.3 Terapia regenerativa para defectos periimplantares

La terapia regenerativa para la periimplantitis tiene como objetivo eliminar la inflamación, regenerar los defectos óseos, lograr la reosteointegración y limitar la recesión de los tejidos blandos alrededor del implante. (69)

El uso técnicas de regeneración se debe considerar como parte del tratamiento quirúrgico de la periimplantitis en los sitios que involucran defectos intraóseos

de tres o cuatro paredes con una profundidad de al menos 3 mm y la presencia de mucosa queratinizada. ⁽⁶⁹⁾

5.3.3.1 Protocolos de regeneración

La ROG de los defectos óseos relacionados con la periimplantitis implica la colocación de partículas de relleno óseo en los defectos con el uso de una membrana. ⁽⁷⁴⁻⁷⁵⁾

Aunque el hueso autógeno es el estándar de oro debido a sus propiedades osteogénicas, osteoconductoras y osteoinductivas, se ha propuesto combinarlo con biomateriales como los xenoinjertos para reducir la reabsorción postoperatoria. ⁽⁷⁴⁻⁷⁵⁾

Las investigaciones han demostrado que después de un año, el uso de xenogénico en ROG produce mejores resultados que el uso de hueso autoinjerto solo. ⁽⁷⁴⁻⁷⁵⁾

Después de cuatro años, las áreas tratadas con xenoinjertos y membranas de colágeno mostraron un tejido periimplantario más saludable en comparación con las áreas tratadas con partículas aloplásticas, que a menudo mostraban signos de reinfección. ⁽⁷⁴⁻⁷⁵⁾

Sin embargo, existe controversia sobre los beneficios de utilizar una membrana de barrera sobre las partículas de relleno óseo. Algunos estudios no han encontrado efectos superiores al usar estas membranas, mientras que otros han demostrado resultados superiores al combinar xenoinjertos y membranas de colágeno en comparación con el uso solo de rellenos óseos aloplásticos sin membrana de colágeno. ⁽⁷⁴⁻⁷⁵⁾

5.3.3.2 Factores que afectan los resultados.

Los resultados muestran que la forma del defecto óseo alrededor de los implantes es un factor importante que influye en el efecto del tratamiento de regeneración. ⁽⁶⁹⁾

En particular, ROG utilizando partículas de xenoinjerto y una barrera de membrana de colágeno logró resultados reduciendo la profundidad al sondaje y una mayor adhesión clínica en sitios con defectos intraóseos circunferenciales en comparación con sitios con defectos de tipo dehiscencia. ⁽⁶⁹⁾

Es importante tomar en cuenta que la rugosidad de la superficie del implante también tiene un impacto significativo en el éxito del tratamiento de la periimplantitis. ⁽⁶⁹⁾

5.4 Colocación de implantes simultáneos a la elevación de seno maxilar

La colocación de implantes simultáneamente con la elevación del seno maxilar es una técnica quirúrgica avanzada en implantología dental. ⁽⁷⁶⁾

La necesidad de este procedimiento surge cuando un paciente tiene pérdida ósea vertical en el maxilar posterior, lo que reduce la cantidad de hueso disponible para la colocación del implante. ⁽⁷⁶⁾

La capacidad de realizar una elevación de seno y la colocación de un implante al mismo tiempo depende de la cantidad de hueso residual presente. Si hay suficiente hueso para estabilizar el implante, ambos procedimientos se pueden realizar en un solo procedimiento quirúrgico, lo que reduce el tiempo total de tratamiento del paciente y permite una integración más eficiente del implante.

⁽⁷⁶⁾

La técnica de elevación del seno maxilar con colocación simultánea de implantes requiere una planificación cuidadosa y una evaluación detallada de la anatomía del paciente, así como de la calidad y cantidad del hueso maxilar. ⁽⁷⁷⁾

Este procedimiento tiene varias ventajas, como un tiempo de tratamiento reducido y la capacidad de restaurar eficazmente la función y la estética en pacientes con atrofia maxilar posterior. Sin embargo, también conlleva riesgos y posibles complicaciones como infección, perforación de la membrana sinusal y pérdida de material de injerto óseo o el implante, que deben ser valorados y comentados con el paciente antes de la cirugía. ⁽⁷⁷⁾

Durante una elevación del seno maxilar, el cirujano dental crea una ventana ósea en la pared lateral del seno maxilar para acceder a la cavidad sinusal. Luego se eleva con cuidado la membrana sinusal y se coloca material de injerto óseo para elevar el suelo del seno maxilar. Esto proporciona la altura ósea necesaria para la colocación de implantes dentales. ⁽⁷⁷⁾

Las técnicas de elevación del seno maxilar son esenciales en la implantología dental, particularmente cuando se trata de colocar implantes en el maxilar superior con hueso insuficiente. Las dos técnicas principales son el abordaje lateral y el abordaje crestal.

5.4.1 Elevación de seno maxilar con ventana lateral (Técnica de Caldwell-Luc modificada) y colocación retrasada de implantes

1. **Procedimiento:** Involucra la creación de una ventana ósea en la pared lateral del seno maxilar. A través de esta ventana, se accede al seno y se eleva cuidadosamente la membrana sinusal (membrana de Schneider). (Fig.) ⁽⁷⁶⁾

2. **Aplicación:** Se utiliza principalmente cuando la altura ósea disponible es menor a 4 mm, lo que requiere una cantidad significativa de elevación del piso del seno maxilar. ⁽⁷⁶⁾

3. **Injerto Óseo:** El espacio creado por la elevación de la membrana se llena con material de injerto óseo. La cantidad total del material de injerto requerido varía entre casos dependiendo de las dimensiones y configuración de la cavidad del seno maxilar. ⁽⁷⁶⁾

El material de injerto no debe ser compactado agresivamente, ya que esto puede reducir el espacio necesario para la angiogénesis, la migración celular y el crecimiento de nuevo hueso. Además, estirar una membrana sinusal delgada ejerciendo presión excesiva al compactar el material de injerto puede resultar en una perforación. ⁽⁷⁶⁾

4. **Membrana:** La ventana lateral puede cubrirse con una membrana absorbible o no absorbible. Las membranas pueden prevenir la invasión de tejido blando en el compartimento injertado. ⁽⁷⁶⁾

5. **Ventajas y Desventajas:** Ofrece mayor control y espacio para una cantidad mayor de inyector óseo, pero conlleva un riesgo más alto de morbilidad y complicaciones, como la perforación de la membrana sinusal. ⁽⁷⁶⁾

La tasa anual de fallo a 3 años de los implantes dentales colocados en sitios que se sometieron a Elevación de Seno Maxilar con Abordaje Lateral con una membrana cubriendo la ventana de acceso lateral fue menor con un 0.79% en comparación con aquellos colocados en sitios que no recibieron una membrana con un 4.04%.⁽⁷⁶⁾

En la siguiente imagen se muestra la secuencia de un caso de elevación de piso de seno maxilar con abordaje en ventana lateral y colocación tardía de implantes.⁽⁷⁶⁾

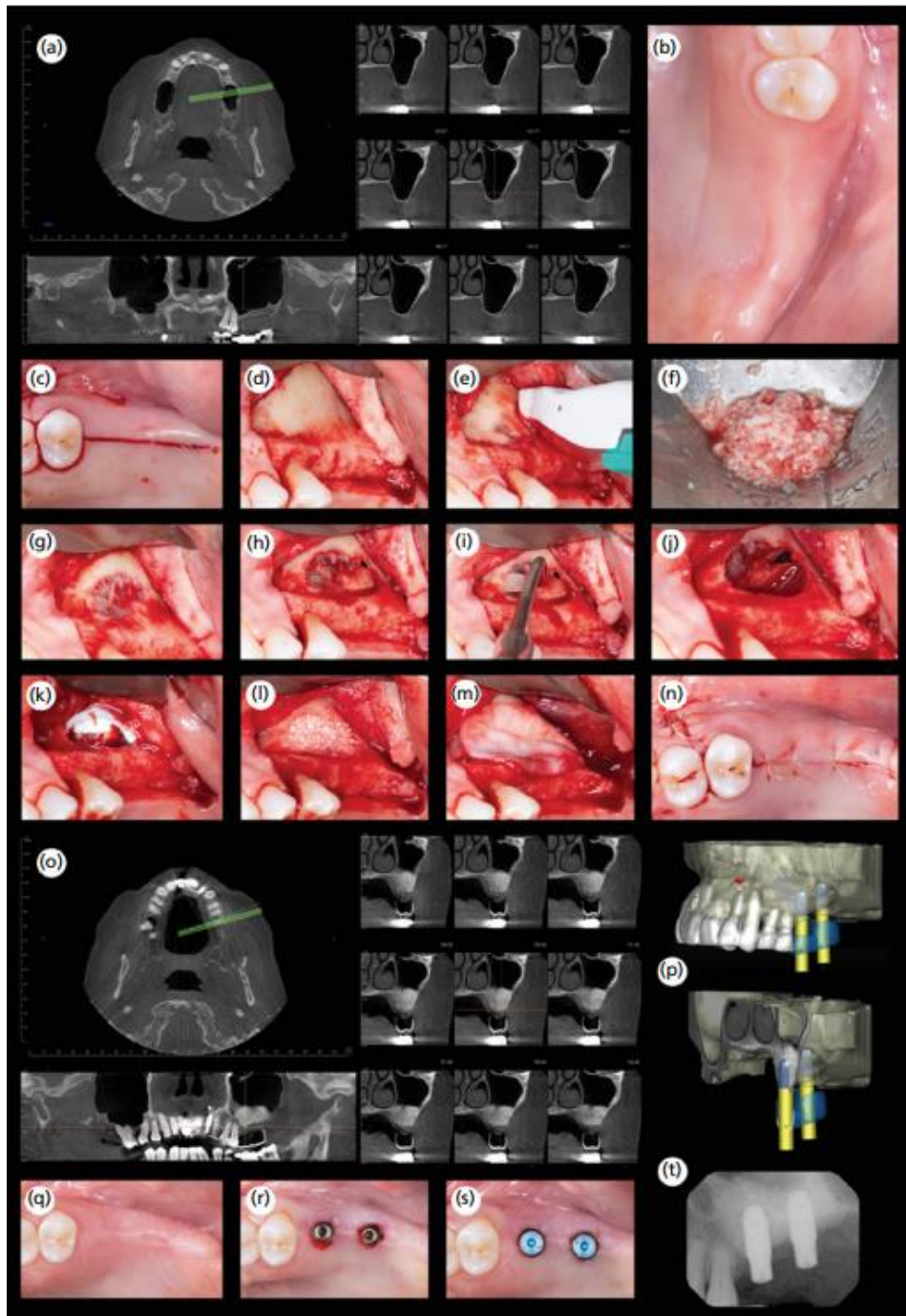


Fig. 21 Técnica Caldwell-Luc modificada. ⁽²¹⁾

1. Estudio radiográfico **b)** Vista clínicamente **c)** Incisión de liberación supracrestales y verticales **d)** Elevación del colgajo mucoperiostico **e)** Se extrae hueso autólogo de la pared lateral del seno **f)** Mezcla de hueso autólogo 20% y xenoinjerto 80% **g)** Vista de la membrana de Schneider cuando se crea la ventana **h)** perforación en las esquinas de la ventana **i)** Elevador de la membrana sinusal en el borde opuesto a la perforación **j)** Se hace ligeramente mas grande la perforación al levantar la membrana **k)** Membrana de colágeno porcino **l)** El injerto óseo se coloca en el espacio subantral **m)** se coloca otra membrana para cubrir la ventana **n)** se logra cierre primario **o-t)** Cicatrización, estudios previos a la colocación de implantes, colocación de implantes y radiografía dentoalveolar para control inmediatamente después de la colocación.

5.4.2 Elevación de seno maxilar con abordaje transcreptal (Técnica de Summers) y la colocación simultanea de implantes

6. **Procedimiento:** Se accede al seno maxilar a través del reborde alveolar, después de haber elevado la membrana sinusal, se preparan los sitios de implante. ⁽⁷⁸⁾

Tiene dos fines elevación de seno y expansión de reborde. El objetivo es mantener si es posible todo el hueso maxilar existente empujando hacia los lados con un mínimo trauma mientras se forma una osteotomía precisa, la capa ósea de alrededor de la osteotomía podrá formar una interfase ósea densa con el implante, mejorando la calidad ósea adyacente. ⁽⁷⁸⁾

La técnica de osteótomos para la elevación del piso del seno, se lleva a cabo con un set de osteótomos de diferentes diámetros para preparar el sitio del implante y al mismo tiempo elevar el piso del seno maxilar. El concepto tiene como objetivo incrementar la densidad ósea a tipo III y IV (Iekholm & Zarb 1985) obteniendo así una mejor estabilidad primaria para la colocación de implantes. ⁽⁷⁸⁾

En esta técnica el hueso es conservado ya que el fresado no se realiza, una pequeña osteotomía es hecha a través de la cresta alveolar del reborde edéntulo y hasta el borde inferior del seno maxilar a través de la osteotomía creada se introduce el injerto óseo con lo cual se eleva el piso del seno, este procedimiento de intrusión eleva la membrana de schneider dando como resultado un efecto en tienda de campaña. ⁽⁷⁸⁾

Se recomienda el uso de un estent quirúrgico basado en el plan protésico. Si se utilizan instrumentos rotatorios como las fresas, la membrana sinusal debe ser protegida utilizando un periostotomo. ⁽⁷⁸⁾

Se pueden utilizar osteótomos de diferentes diámetros para preparar el sitio del implante. En estos casos, la membrana puede ser protegida insertando gasa estéril sin pelusa en el compartimento sinusal. ⁽⁷⁸⁾

7. **Aplicación:** Ideal para casos donde la altura ósea residual es de aproximadamente 5 a 8 mm y se requiere una elevación menor. ⁽⁷⁶⁾
8. **Injerto Óseo:** el material de injerto óseo se inserta y se compacta suavemente hacia la parte medial del compartimento sinusal, seguido de la colocación del implante y, finalmente, del injerto del aspecto lateral. Esta secuencia permite una mejor visibilidad y reduce la posibilidad de dejar un vacío medial al implante ⁽⁷⁶⁾

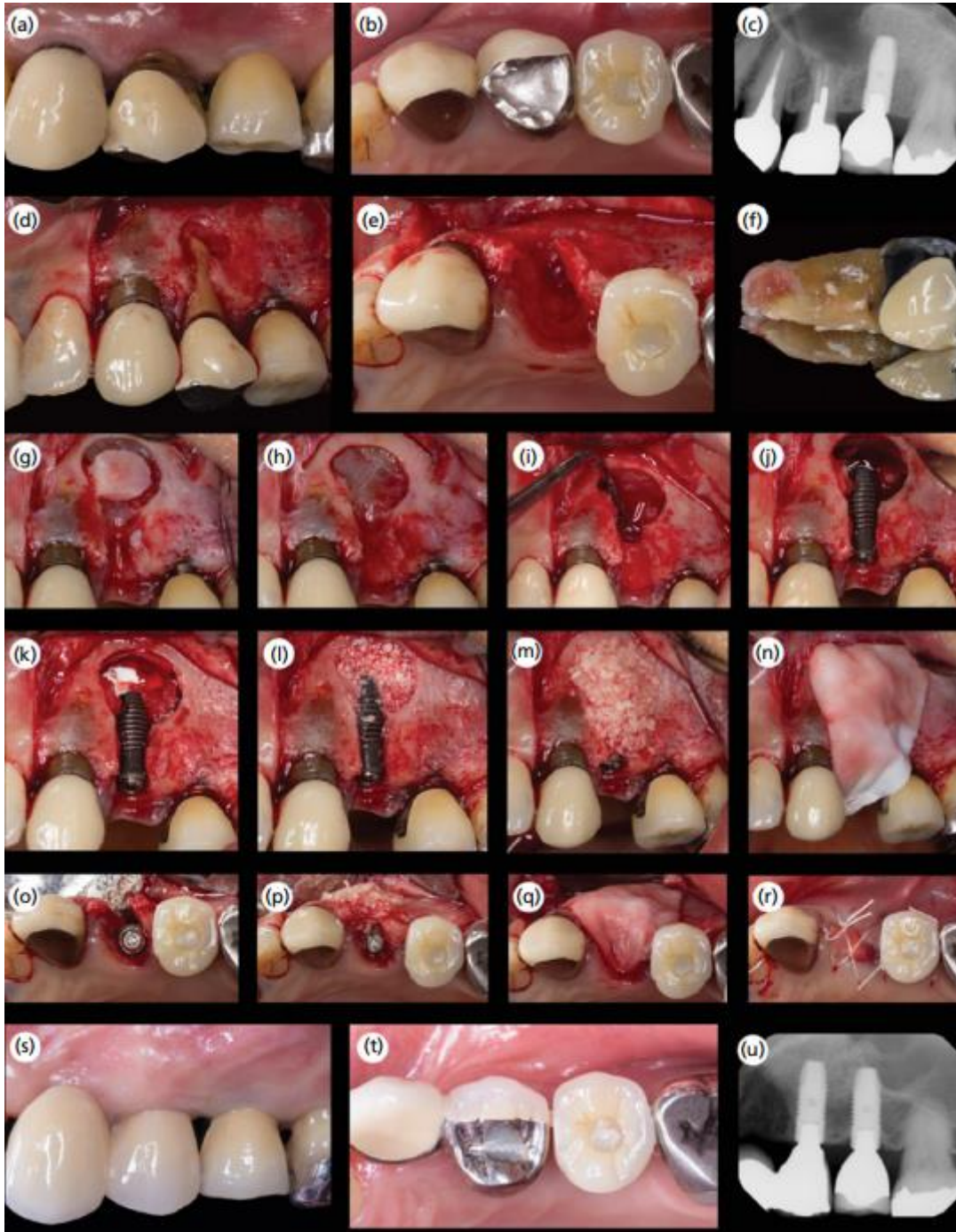


Fig. 22 Técnica transcrestal ⁽²²⁾

a-b) Vista lateral y oclusal **c)** radiografía dentoalveolar que muestra una radiolucidez apical **d)** Elevación del colgajo **e)** Extracción del diente **f)** Diente extraído **g)** delimitación de la ventana lateral **h)** la pared ósea se separa cuidadosamente de la membrana Schneider **i)** utilización de elevador de membrana **j)** Se coloca el implante después de la osteotomía **k)** Se coloca membrana de colágeno de porcino para facilitar el procedimiento de injerto **l)** Relleno de espacio subantral **m)** Relleno de la cara vestibular de la cresta **n-p-q-r)** Vista oclusal de la colocación del implante, recubrimiento con membrana y sutura **s-t-u)** Seguimiento y radiografía dentoalveolar después de 5 años.

Conclusión

La técnica de Regeneración Ósea Guiada (ROG) es esencial en la odontología, particularmente para la inserción de implantes dentales en áreas con deficiencia ósea. Esta técnica se basa en el uso de barreras para dirigir la formación de nuevo hueso donde se ha perdido, a menudo por enfermedades o traumas.

La clave para el éxito de la ROG consiste en un diagnóstico preciso y una planificación detallada. Es imprescindible que los odontólogos realicen una evaluación exhaustiva del paciente, considerando factores como la cantidad y calidad del hueso disponible, para diseñar un tratamiento personalizado que optimice los resultados.

El continuo avance en la investigación de biomateriales destinados a la ROG ha sido fundamental en esta revolución positiva en la odontología. La variedad de biomateriales disponibles permite a los odontólogos seleccionar la opción más adecuada según las necesidades específicas de cada paciente.

Referencias

1. Pawlina, W., & Ross, M. H. (2019). Ross. Histología: Texto Y Atlas (8a ed.). Wolters Kluwer Health. Cap 8. Pag. 233-263
2. Lang, N. P., Berglundh, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022). Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1). Cap.2. Pag. 50-54
3. Eley, B., Soory, M. & Manson, J. . Periodoncia. (Elsevier, 2012).Cap 1. Pag 10-12.
4. Scheid RC, Weiss G. Woelfel. Anatomía dental. 9a ed. la Ciudad Condal, España: Lippincott Williams & Wilkins; 2017.
5. Vargas Casillas Ana Patricia, Yañez Ocampo Beatriz Raquel, Monteagudo Arrieta Carlos Alberto. Periodoncia e Implantología. Médica Panamericana; 2016, Cap.1, pag 04-26.
6. Luque Sendra. Estudio de la morfología del cuerpo vertebral en una I4 humana con modelos de remodelación ósea interna y externa, Capítulo 3. Biología ósea [Internet]. Biblus.us.es. 2009 [Disponible en: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4640/fichero/Volumen+1%252FCap%C3%ADtulo+3.+Biolog%C3%ADa+%C3%93sea.pdf>]
7. Lang, N. P., Berglundh, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022). Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1). Cap 41. Pag. 1055-1077
8. Araujo, M. G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. Journal of Clinical Periodontology, 32(2), 212–218. doi:10.1111/j.1600-051x.2005.00642.x
9. Ebert FGB. Management of horizontal defects of the alveolar ridge [Internet]. ResearchGate. 2017 [citado el 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320216392_Manejo_de_los_defectos_horizontales_del_reborde_alveolar

10. Gargallo G, García Y, Martínez B. Técnicas de preservación de alveolo y de aumento del reborde alveolar: Revisión de la literatura [Internet]. Isciii.es. [citado el 5 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/peri/v28n2/original2.pdf>
11. Zuñiga Araya, M., Martínez Martínez, R., Olvera Delgado, J. , Nieto Ramirez, J. , Popoca Hernandez, E. and Ayala Herrera, J. (2018) Injerto de tejido conectivo subepitelial para aumentar el volumen de tejido residual Hueso Alveolar en el Sector Anterior Superior y Rehabilitación Fija con Zirconia. *Revista Abierta de Estomatología*, **8**, 189
195. doi: [10.4236/ojst.2018.86018](https://doi.org/10.4236/ojst.2018.86018)
12. Rosales ZPS. EVALUACIÓN DEL SEGUNDO MOLAR POSTERIOR A LA PRESERVACIÓN DE ALVEOLO DE TERCEROS MOLARES CON ALOINJERTOS [Internet]. Buap.mx. 2020 [citado el 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/b1c8f616-2b97-41d8-8502-aab45a6c97ac/content>
13. Moya-Villaescusa MJ, Sánchez-Pérez AJ. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.maxilo.2016.10.005>
14. Misch CE, Judy KW. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *Int J Oral Implantol* 1987; 4:7–13
15. Vargas Casillas Ana Patricia, Yañez Ocampo Beatriz Raquel, Monteagudo Arrieta Carlos Alberto. *Periodontología e Implantología*. Medica Panamericana; 2016. Cap 23. Introducción a la implantología, pag. 379-403.
16. RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD ÓSEA DE LOS MAXILARES Y EL REGISTRO DE ESTABILIDAD DE IMPLANTES DENTALES MEDIANTE ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE RESONANCIA DIRECTOR: -PROFA. DRA. CRISTINA PASTOR OLIVER AUTOR: ESTEBAN PÉREZ PEVIDA MÁSTER EN INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN MEDICINA TRABAJO FIN DE MÁSTER [Internet]. Unizar.es. [citado el 15 de

- noviembre de 2023]. Disponible en:
<https://zaguan.unizar.es/record/11129/files/TAZ-TFM-2013-223.pdf>
17. Palacci, P., & Nowzari, H. (2008). Soft tissue enhancement around dental implants. *Periodontology* 2000, 47(1), 113–132.
doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00256.x
18. Wang HL, Al-Shammari K. HVC ridge deficiency classification: a therapeutically oriented classification. *IntJ PeriodonticsRestorativeDent.* 2002; 22: 335-343.
19. Espinosa PPI, Lozano DPDA, de Henares A, De septiembre de a. 25. Rehabilitación de maxilares superiores atróficos mediante estructuras subperiósticas impresas en 3D. Estudio preliminar [Internet]. Uah.es. [citado el 15 de noviembre de 2023]. Disponible en:
https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/49475/TFM_JACQ_UOTT_ESPINOSA_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%201988%2C%20Cadwood%20y%20Howell,Cawood%20and%20Howell%2C%201988
20. Schwarz, F., Herten, M., Ferrari, D., Wieland, M., Schmitz, L., Engelhardt, E. y Becker, J. (2007). Regeneración ósea guiada en defectos de tipo dehiscencia utilizando hidroxiapatita bifásica + fosfato tricálcico beta (Bone Ceramic®) o un mineral óseo natural recubierto de colágeno (BioOss Collagen®): un estudio inmunohistoquímico en perros. *Revista Internacional de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 36(12), 1198–1206
21. Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap. 2. Pag 28.
22. Suarez, D. (2012). PRINCIPIOS BÁSICOS EN REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/312029159_PRINCIPIOS_BASICOS_EN_REGENERACION_OSEA_GUIADA
23. Wang, H.-L. y Boyapati, L. (2006). “PASS” Principles for Predictable

- Bone Regeneration. *Implant Dent.* 2006; 15(1), 8–17.
doi:10.1097/01.id.0000204762.39826.0f
24. Tonetti, M. S., Pini-Prato, G., & Cortellini, P. (1993). Periodontal Regeneration of Human Intrabony Defects. IV. Determinants of Healing Response. *Journal of Periodontology*, 64(10), 934–940.
doi:[10.1902/jop.1993.64.10.934](https://doi.org/10.1902/jop.1993.64.10.934)
25. Urban, I. A., & Monje, A. (2019). Guided Bone Regeneration in Alveolar Bone Reconstruction. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 31(2), 331–338. doi:10.1016/j.coms.2019.01.003
26. Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022 Cap. 11. Pag 279-283
27. Galindo P, Sánchez E, Ávila G. Protocolo en sustitutos óseos. *Protocolos y guías de práctica clínica en cirugía bucal.* [en línea] Sociedad Española de Cirugía Bucal. (SECIB).2005
28. Martínez Álvarez O, Barone A, Covani U, Fernández Ruíz A, Jiménez Guerra A, Monsalve Guil L, et al. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2018 [citado el 18 de noviembre de 2023];34(3):111–9. Disponible en:
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000300002
29. Misch, Carl. *Contemporary Implant Dentistry.* 3^a edition. Barcelona, España: Elsevier; 2009.
30. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol* [Internet]. 2008;35(8 Suppl):203–15. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01271.x>
31. Misch C. Bone classification, training keys to implant success. *Dent Today* 1989 ;8:39-44.

32. Emmerich D, Att W, Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: a systematic review and meta-analysis. J Periodontol. 2005 Aug;76(8):1237-51.
33. Summers RB. The Osteotome technique: Part 3 Less invasive methods of elevating the sinus floor. Compend Contin Educ Dent 1994;15:6; 698-708.
34. Hernández Tejeda, N., & López Buendía, M. del C. (2013). Elevación de seno maxilar y colocación simultánea de implantes utilizando plasma rico en factores de crecimiento (PRFC), hidroxiapatita y aloinjerto. Reporte de un caso de siete años. Revista odontológica mexicana, 17(3), 175–180. [https://doi.org/10.1016/s1870-199x\(13\)72035-4](https://doi.org/10.1016/s1870-199x(13)72035-4)
35. Tatum H. Maxillary and sinus implant reconstruction. Dent Clin North Am 1986; 30:207
36. Lang, N. P., Berglundh, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022). Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1). Cap. 42 Maxillary Sinus Floor Augmentation, pag 1087-1112.
37. Buser D. 30 Years of Guided Bone Regeneration, Third Edition. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap 14. Pag. 315-331.
38. Eugenio Romeo, Giuseppe Luongo, Stefano Storelli, Luigi Guida, Andrea Parpaiola, Enzo Vaia. El éxito de la implantología: diagnóstico, plan de tratamiento, y protocolos operativos. AMOLCA; 2018. Cap. 1. Pag 1-32
39. Leonardo Aguirre, Susana Beatriz Finten, Arnaldo Rafael Vallejos. (s/f). Principios Básicos en Regeneración Osea. Recuperado el 11 de noviembre de 2023, de [http://file:///C:/Users/Albco/Downloads/razares,+Gestor a+de+la+revista,+5466-17115-1-CE.pdf](http://file:///C:/Users/Albco/Downloads/razares,+Gestor+a+de+la+revista,+5466-17115-1-CE.pdf)
40. Vargas Casillas Ana Patricia, Yañez Ocampo Beatriz Raquel, Monteagudo Arrieta Carlos Alberto. Periodoncia e Implantología. Médica Panamericana; 2016, Cap 13. Pag 201-203

41. Buser D. 30 Years of Guided Bone Regeneration, Third Edition. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap 2. pag. 28-32
42. Miguel Peñarrocha Diago DDPO. Tratamiento con implantes del maxilar superior atrófico. Ripano; 2015. Cap.2. Pag. 66-97
43. Koury, Missika FKHA. Bone Augmentation in oral implantology. New Malden, Inglaterra: Quintessence Publishing; 2007. Cap. 13. Pag 341-369
44. Koury, Missika FKHA. Bone Augmentation in oral implantology. New Malden, Inglaterra: Quintessence Publishing; 2007. Cap. 11. Pag. 299-319
45. Ortiz Vigón Alberto, Regidor Erik, Lorenzo Ramon. (2016). Aumento óseo lateral de la cresta alveolar atrófica. Researchgate.net.
https://www.researchgate.net/publication/309385739_Lateral_bone_augmentation_of_the_atrophic_alveolar_crest#fullTextFileContent
46. Marín Ruiz M., San Hipólito Marín L., Belarra Arenas C., Martín Gómez F., Martínez-González J.M. Injertos sustitutos no óseos: Aportaciones del ácido poliláctico y poliglicólico. Avances en Periodoncia [Internet]. 2009 Abr [citado 2023 Nov 18]; 21(1): 45-52.
47. D. González Fernández, G. Olmos Sanz, C. López Niños, D. Calzavara Mantovani, G. Cabello Domínguez. (s/f). Membranas no reabsorbibles en Implantología. Razonamiento actual para su uso e indicaciones. Ortoperio.net. Recuperado el 2 de noviembre de 2023, de
<https://www.ortoperio.net/documentos.pdf>
48. Vargas, J. (2016). Membranes used in guided bone regeneration
Membranes used in guided bone regeneration.
<http://file:///C:/Users/Albco/Downloads/Membranas+de+uso+en+regeneraci%C3%B3n+%C3%B3sea+guiada.pdf>
49. Jiménez-Tundidor R, Marco JR, Marco P, López-Quiles J. Regeneración Ósea Guiada vertical con membrana de d-PTFE [Internet]. 2018 [citado el 18 de noviembre de 2023]. Disponible en:

<https://coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol15num2/regeneracionosea.pdf>

50. Rakhmatia, Y. D., Ayukawa, Y., Furuhashi, A., & Koyano, K. (2013). Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *Journal of Prosthodontic Research*, 57(1), 3–14. doi: 10.1016/j.jpor.2012.12.001
51. Soria Pérez, D. A., & Higashida Guerrero, C. (2012). Aumento de reborde con mallas de titanio para la rehabilitación con implantes utilizando un modelo estereolitográfico. *Revista odontológica mexicana*, 16(2). <https://doi.org/10.22201/fo.1870199xp.2012.16.2.30932>
52. Ella, S., Kang, T. y Fien, MJ (2012). Malla de titanio como alternativa a la membrana para el aumento de crestas. *Revista de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 70(4), 803–810. doi: 10.1016/j.joms.2011.11.017
53. Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION.. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap.9. Pag. 217-251
54. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212–218.
55. Araújo MG, Wennström JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:606–614
56. Rossi F, Botticelli D, Cesaretti G, De Santis E, Storelli S, Lang NP. Use of short implants (6 mm) in a single-tooth replacement: A 5-year follow-up prospective randomized controlled multicenter clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:458–464.
57. Naenni N, Sahrman P, Schmidlin PR, et al. Five-year survival of short single-tooth implants (6 mm): A randomized controlled clinical trial. *J Dent Res* 2018;97:887–892.
58. Braut V, Bornstein MM, Kuchler U, Buser D. Bone dimensions in the posterior mandible: A retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. Part 2: Analysis of edentulous sites. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014;34:639–647.

59. Vázquez-Delgado E, Viaplana-Gutiérrez M, Figueiredo R, Renton T, Gay-Escoda C, Valmaseda-Castellón E. Prevalence of neuropathic pain and sensory alterations after dental implant placement in a university-based oral surgery department: A retrospective cohort study. *Gerodontology* 2018;35:117–122.
60. Ramanauskaite A, Becker J, Sader R, Schwarz F. Anatomic factors as contributing risk factors in implant therapy. *Periodontol 2000* 2019;81:64–75.
61. Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap. 7. Pag. 143-167
62. Hämmerle CH, Chen ST, Wilson TG Jr. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):26–28.
63. Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:645–652.
64. Blanco J, Nuñez V, Aracil L, Muñoz F, Ramos I. Ridge alterations following immediate implant placement in the dog: Flap versus flapless surgery. *J Clin Periodontol* 2008;35:640–648.
65. Chen ST, Darby IB, Reynolds EC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: Clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:552–562.
66. Ferrus J, Cecchinato D, Pjetursson EB, Lang NP, Sanz M, Lindhe J. Factors influencing ridge alterations following immediate implant placement into extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:22–29.
67. Vera C, De Kok IJ, Chen W, Reside G, Tyndall D, Cooper LF. Evaluation of post-implant buccal bone resorption using cone beam computed tomography: A clinical pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:1249–1257

68. Chappuis V, Rahman L, Buser R, Janner SFM, Belser UC, Buser D. Effectiveness of contour augmentation with guided bone regeneration: 10-year results. *J Dent Res* 2018;97:266–274.
69. Linkevicius T, Vaitelis J. The effect of zirconia or titanium as abutment material on soft peri-implant tissues: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2015;26(suppl 11):139–147
70. Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap 13. Pag. 301-313
71. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol* 2015;42(suppl 16):S158–S171.
72. Berglundh T, Armitage G, Araújo MG, et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of Workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 2018;89(suppl 1):S313–S318.
73. Monje A, Pons R, Insua A, Nart J, Wang H-L, Schwarz F. Morphology and severity of peri-implantitis bone defects. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21:635–643.
74. Schwarz F, Herten M, Sager M, Bieling K, Sculean A, Becker J. Comparison of naturally occurring and ligature-induced peri-implantitis bone defects in humans and dogs. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:161–170.
75. Nkenke E, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: Morbidity, resorption and implant survival. *Eur J Oral Implantol* 2014;7(suppl 2):S203–S217.
76. Naenni N, Lim H-C, Papageorgiou SN, Hämmerle CHF. Efficacy of lateral bone augmentation prior to implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2019;46(suppl 21):287–306.

77. Lang, N. P., Berglund, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022).
Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1).
Cap 42. Pag. 1087-1117
78. Bustillo D, Zuloaga M. Elevación de piso de seno maxilar con técnica de
ventana lateral y colocación simultánea de implantes: reporte de un
caso. Rev clín periodoncia implantol rehabil oral [Internet].
2017;10(3):159–62. Disponible en:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/piro/v10n3/0719-0107-piro-10-03-00159.pdf>
DOI: 10.4067/S0719-01072017000300159
79. Summers RB. A New concept in maxillary implant surgery: the
osteotome technique. Compend Contin Educ Dent 1994 XV(2) ;15:152,
154-156.

ANEXOS

INDICE DE ESQUEMAS.

a) Esquema 1. Clasificación de Seibert (Autoría propia).....	12
b) Esquema 2. Clasificación de Lekholm (Autoría propia).....	13
c) Esquema 3. Clasificación de Lekholm y Zarb (Autoría propia).....	14
d) Esquema 4. Clasificación de Mish y Judy (Autoría propia).....	15
e) Esquema 5. Clasificación de Mish en densidad ósea (Autoría propia)...	16
f) Esquema 6. Clasificación de Wang (Autoría propia).....	19
g) Esquema 7. Clasificación de Cadwood y Howell (Autoría propia).....	21

INDICE DE TABLAS

• Tabla 1. Organización del hueso alveolar (Autoría propia).....	5
• Tabla 2. Severidad de la atrofia de la cresta alveolar (Autoría propia)...	13
• Tabla 3. Valores Hounsfield de la calidad ósea (Autoría propia).....	17
• Tabla 4. Clasificación de Palacci y Ericsson 2001 (Autoría propia).....	18
• Tabla 5. Subclasificación de Wang (Autoría propia)	20
• Tabla 6. Tipos de Xenoinjertos y sus características (Autoría propia)...	46
• Tabla 7. Mecanismos de acción de los injertos óseos (Autoría propia)..	48

INDICE DE MAPA CONCEPTUAL

1. MAPA CONCEPTUAL 1. PASS.....	26
---------------------------------	----

REFERENCIAS DE IMÁGENES:

1. Figura 1. Células óseas.....	8
---------------------------------	---

Scheid RC, Weiss G. Woelfel. Anatomía dental. 9a ed. la Ciudad Condal, España:
Lippincott Williams & Wilkins; 2017

2. Figura 2. Composición volumétrica de los dos tipos de hueso.....9

Luque Sendra. Estudio de la morfología del cuerpo vertebral en una I4 humana con modelos de remodelación ósea interna y externa, Capítulo 3. Biología ósea [Internet].

Biblus.us.es. 2009 [Disponible en:

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4640/fichero/Volumen+1%252FCap%C3%ADtulo+3.+Biolog%C3%ADa+%C3%93sea.pdf>

3. Figura 3. Clasificación de Seibert.....12

Lang, N. P., Berglundh, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022). Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1).

4. Figura 4. Clasificación de Lekholm. Atrofia de los maxilares.....14

5. Figura 5. Clasificación de Lenkholm y Zarb.....15

Vargas Casillas Ana Patricia, Yañez Ocampo Beatriz Raquel, Monteagudo Arrieta Carlos Alberto. Periodoncia e Implantología. Médica Panamericana; 2016

6. Figura 6. Clasificación de densidad ósea.....17

Vargas Casillas Ana Patricia, Yañez Ocampo Beatriz Raquel, Monteagudo Arrieta Carlos Alberto. Periodoncia e Implantología. Médica Panamericana; 2016

7. Figura 7. Pérdida vertical.....18

Palacci, P., & Nowzari, H. (2008). Soft tissue enhancement around dental implants. Periodontology 2000, 47(1), 113–132. doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00256.x

8. Figura 8. Pérdida horizontal.....19

Palacci, P., & Nowzari, H. (2008). Soft tissue enhancement around dental implants. Periodontology 2000, 47(1), 113–132. doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00256.x

9. Figura 9. Clasificación HVC.....20

Wang HL, Al-Shammari K. HVC ridge deficiency classification: a therapeutically oriented classification. *IntJ PeriodonticsRestorativeDent.* 2002; 22: 335-343.

10. Figura 10. Técnica Onlay.....30

Martínez Álvarez O, Barone A, Covani U, Fernández Ruíz A, Jiménez Guerra A, Monsalve Guil L, et al. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Av Odontoestomatol [Internet].* 2018 [citado el 18 de noviembre de 2023];34(3):111–9. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000300002

11. Figura 11. Técnica Inlay.....22

<https://multimedia.elsevier.es/PublicationsMultimediaV1/item/multimedia/thumbnail/X1137663510036697:314v14n04-90003669fig1.jpg>

12. Figura 12. Membrana de colágeno.....52

Marín Ruiz M., San Hipólito Marín L., Belarra Arenas C., Martín Gómez F., Martínez-González J.M.. Injertos sustitutos no óseos: Aportaciones del ácido poliláctico y poliglicólico. *Avances en Periodoncia [Internet].* 2009 Abr [citado 2023 Nov 18]; 21(1): 45-52.

13. Figura 13. Membrana de PTFE reforzada con titanio.....59

Missika FKHA. *Bone Augmentation in oral implantology.* New Malden, Inglaterra: Quintessence Publishing; 2007. Cap. 13. Pag 341-369

14. Fig. 14. Malla de Titania fijada con tornillos al defecto subyacente.....60

Jiménez-Tundidor R, Marco JR, Marco P, López-Quiles J. Regeneración Ósea Guiada vertical con membrana de d-PTFE [Internet]. 2018 [citado el 18 de noviembre de 2023].

Disponible en:

<https://coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol15num2/regeneracionosea.pdf>

15. Figura 15. Regeneración Ósea Guiada con injerto en bloqueo y relleno de xenoinjerto con membrana de colágeno.....68

Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap.9. Pag. 217-251

16. Figura 16. Injerto óseo que se colocará en el espacio entre el implante y la cara interna del hueso facial.....70

Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap.7. Pag. 143-167

17. Figura 17. Levantamiento de colgajo para extracción y colocación de implante.....71

Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap.7. Pag. 143-167

18. Figura 18. Fenotipo delgado gingival.....73

Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap. 7. Pag. 143-167

19. Figura 20. Hueso mayor a 1 mm y Hueso delgado.....73

Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap. 7. Pag. 143-167

20. Figura 20. Clasificación de los defectos óseos periimplantarios.....77

Daniel Buser. 30 Years of Guided Bone Regeneration, THIRD EDITION. Quintessence Publishing Co, Inc; 2022. Cap 13. Pag. 301-313

21. Figura 21. Técnica Caldwell-Luc modificada.....83

Lang, N. P., Berglund, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022). Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1). Cap 42. Pag. 1087-1117

22. Figura 22. Técnica transcrestal.....86

Lang, N. P., Berglund, T., Giannobile, W. V., & Sanz, M. (2022). Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry (7.a ed., Vol. 1). Cap 42. Pag. 1087-1117