



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**REGENERACIÓN TISULAR GUIADA EN LA  
TERAPIA PERIODONTAL.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

JULIO ALBERTO HERNÁNDEZ ÁNGELES

TUTOR: Dr. FILIBERTO ENRÍQUEZ HABIB

ASESORA: Mtra. MARÍA GUADALUPE ROSA MARÍN GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*A Dios, por permitirme estar aquí y darme lo que tengo.*

*A mis padres (Miguel y Ofelia): Por el amor y el apoyo que siempre me han hecho sentir, por la paciencia y el esfuerzo con que me brindaron una excelente educación y me inculcaron los mejores valores. Gracias, por sus enseñanzas, su guía, su paciencia; por el gran ejemplo de lucha, fortaleza, entrega, unión y fe pese a todo; ya que sin su apoyo no habría podido llegar a ser lo que soy ahora.*

*A mis hermanos (Adrián e Isabel): Por acompañarme en los momentos difíciles y en las muchas satisfacciones que me ha dado la vida, por estar en todo momento conmigo, apoyándome y alentándome a seguir adelante.*

*A Yesenia: Porque siempre, me brindo una sonrisa, motivándome y animándome a seguir adelante, por todo el apoyo incondicional que me brinda, por tu infinito amor y por ser mi compañera; por todo gracias.*

*A mis amigos: Porque han sido parte fundamental durante estos años.*

*A la universidad y los profesores: Por haberme dado las bases necesarias para mi formación no solo profesional sino también personal, por el compromiso que me inculcaron hacia la sociedad y conmigo mismo.*

## ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	6
<b>3 DEFECTOS ÓSEOS (COMO CONSECUENCIA DE LA ENFERMEDAD PERIODONTAL)</b> .....	7
3.1 Patogenia. ....	7
3.2 Patrones de destrucción ósea en la enfermedad periodontal. ...	8
3.2.1 Pérdida ósea horizontal. ....	9
3.2.2 Defectos verticales o angulares. ....	9
3.2.3 Cráteres óseos. ....	9
3.2.4 Configuración invertida. ....	10
3.2.5 Lesiones de furcación. ....	10
<b>4 PROCEDIMIENTOS REGENERATIVOS UTILIZADOS.</b> ....	11
4.1 Antecedentes históricos. ....	11
4.2 Concepto de RTG. ....	12
4.2.1 Indicaciones y Contraindicaciones de la RTG. ....	13
4.3 Factores que influyen en la regeneración. ....	14
4.3.1 El paciente. ....	15
4.3.2 El defecto. ....	15
4.3.3 El procedimiento de regeneración y el período de cicatrización. ....	16
<b>5 TIPO DE MATERIALES UTILIZADOS</b> .....	17
5.1 Acondicionadores radiculares. ....	20
5.2 Membranas periodontales. ....	21
5.3 Membranas no absorbibles. ....	22
5.3.1 Politetrafluoroetileno (PTFE).....	22
5.3.2 PTFE expandido. ....	23
5.3.3 PTFE Reforzado con Titanio.....	24
5.3.4 PTFE denso. ....	25

5.4	Membranas absorbibles.....	26
5.4.1	Productos naturales.....	27
5.4.1.1	Membrana de colágeno.....	27
5.4.2	Productos sintéticos.....	31
5.4.2.1	Ácido poliláctico (PLA).....	31
5.4.2.2	Ácido poliglicólico y poliláctico (PGLA).....	32
5.4.2.3	Poliglactina 910.....	33
5.4.2.4	Ácido poliláctico y éster de ácido cítrico.....	33
5.4.2.5	Polydioxanona (PDS).....	34
5.4.2.6	Poliuretano.....	34
5.4.2.7	Polietilenglicol (PEG).....	35
5.4.2.8	Quitosano.....	36
5.5	Sustitutos óseos.....	36
5.6	Estimuladores biológicos.....	38
5.6.1	Derivados de la matriz del esmalte.....	39
5.6.2	Plasma rico en plaquetas (PRP).....	40
5.6.3	Factor de crecimiento recombinante derivado de plaquetas (rhPDGF-BB).....	40
5.6.4	Proteínas morfogenéticas óseas (BMPs).....	41
5.6.5	Hormona paratiroidea.....	42
5.6.6	Péptido de unión celular (P-15).....	42
5.7	Procedimientos combinados.....	43
<b>6</b>	<b>TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA RTG</b> .....	<b>44</b>
6.1	Complicaciones quirúrgicas.....	49
6.2	Complicaciones postoperatorias.....	50
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria de los tejidos periodontales provocada por microorganismos que tiene como resultado la destrucción progresiva de las estructuras de soporte del diente. La terapia periodontal regenerativa busca eliminar los factores causales de la enfermedad y regenerar los tejidos perdidos: hueso alveolar, cemento radicular y ligamento periodontal.

La regeneración tisular guiada es una terapia que permiten mejorar las condiciones de los tejidos de soporte. Regenerar las estructuras periodontales mediante la utilización de barreras absorbibles o no absorbibles, que generen un espacio entre el epitelio y los tejidos a regenerar, impidiendo la migración epitelial a la superficie radicular. Durante este tiempo el espacio formado entre la barrera y la superficie radicular, permite a las células del ligamento periodontal, producir nuevo tejido de inserción y células óseas para producir nuevo hueso.

Las investigaciones han sugerido que la puesta de materiales de injerto y de estimuladores biológicos puede dar lugar a resultados clínicos superiores en términos de reducción de la profundidad de bolsa y la ganancia de inserción clínica en comparación con el tratamiento convencional.

En la actualidad la regeneración periodontal sigue siendo una tarea difícil y compleja, no existe un material que nos garantice el éxito seguro de la terapia regenerativa y el resultado dependerá del diagnóstico y la terapéutica adecuada.

## 2 OBJETIVOS

- ❖ Diferenciar los diversos defectos óseos causados por la enfermedad periodontal.
- ❖ Conocer la patogenia de la destrucción ósea.
- ❖ Explicar las bases de la regeneración tisular guiada así como sus indicaciones y contraindicaciones.
- ❖ Identificar los factores que influyen en la regeneración periodontal.
- ❖ Conocer los diferentes materiales utilizados en la regeneración tisular guiada.
- ❖ Analizar las técnicas de regeneración tisular guiada así como sus complicaciones.

---

---

### **3 DEFECTOS ÓSEOS (COMO CONSECUENCIA DE LA ENFERMEDAD PERIODONTAL).**

La periodontitis se define como una enfermedad inflamatoria de los tejidos de soporte del diente provocada por microorganismos específicos, que tiene como resultado la destrucción progresiva del ligamento periodontal y el hueso alveolar con formación de bolsas, recesión o ambas. La característica clínica que distingue a la periodontitis de la gingivitis es la presencia clínicamente detectable de la pérdida de inserción.<sup>1</sup>

#### **3.1 Patogenia.**

La enfermedad periodontal es una infección bacteriana mixta que tiene un gran número de especies microbianas que contribuyen a su desarrollo. Las especies microbianas interactúan y aunque algunas de ellas no sean francamente patógenas, pueden influir en el proceso lesivo colaborando con los microorganismos patógenos contenidos en la misma biopelícula. Los microorganismos de la biopelícula que se encuentran dentro de las bolsas periodontales están en continuo estado de fluctuación. La patogenicidad de los microorganismos se relaciona con la respuesta innata, con su capacidad inmunitaria y con la virulencia de las bacterias.<sup>2</sup>

La destrucción tisular es una de las características distintivas de la periodontitis y afecta al tejido conjuntivo, hueso alveolar y cemento radicular. Los mecanismos involucrados en la resorción ósea responden a señales que reciben de las células inflamatorias que se encuentran en la lesión e inician la degradación del hueso con el fin de mantener una distancia inofensiva del infiltrado inflamatorio.<sup>2</sup>

Los osteoclastos son células multinucleadas que se desarrollan a partir de células progenitoras de osteoclastos/macrófagos y poseen habilidades específicas para la degradación de los componentes orgánicos e inorgánicos del hueso. Diferentes mediadores como IL-1-beta, PGE2, TNF-alfa, IL-6, IL-11 y IL-17 pueden actuar como activadores de los osteoclastos. Otro sistema de activación de los osteoclastos, aún más importante, incluye el activador del receptor del factor nuclear kappa-beta (RANK), el ligando de RANK (RANKL) y la osteoprotegerina (OPG).<sup>2</sup>

El huésped posee una gran variedad de respuestas defensivas para protegerse de la invasión de los patógenos, estas respuestas pueden determinar una rápida resolución de la lesión o que en el tejido afectado no se desarrolle ninguna lesión. Las reacciones huésped-parásito pueden ser divididas en respuesta innata (inespecífica) y respuesta adaptativa (específica). Las reacciones innatas incluyen la respuesta inflamatoria y las reacciones adaptativas incluyen mecanismos inmunitarios.<sup>2</sup>

### **3.2 Patrones de destrucción ósea en la enfermedad periodontal.**

La naturaleza de los defectos periodontales está íntimamente relacionada a la cantidad y disposición de encía, la morfología del hueso alveolar residual y el ligamento periodontal, así como a la anatomía particular de los dientes.<sup>3</sup>

### **3.2.1 Pérdida ósea horizontal.**

La pérdida ósea horizontal es la forma más común de pérdida ósea en la enfermedad periodontal. La altura del hueso se reduce, pero su margen permanece aproximadamente perpendicular a la superficie dentaria.<sup>1</sup>

### **3.2.2 Defectos verticales o angulares.**

Son aquellos defectos que tienen dirección oblicua, dejando en el hueso un surco socavado a lo largo de la raíz, la base del defecto se localiza de forma apical al hueso circundante. En la mayor parte de los casos los defectos angulares poseen bolsas intraóseas.

Los defectos angulares se catalogan en base al número de paredes óseas. Pueden tener una, dos o tres paredes. El número de paredes en la porción apical del defecto puede ser mayor que en la porción oclusiva, en este caso se usa el término defecto óseo combinado.<sup>1</sup>

### **3.2.3 Cráteres óseos.**

Son concavidades en la cresta ósea interdental confinadas a las paredes lingual y vestibular. Los cráteres parecen constituir casi un tercio (35.2%) de todos los defectos y son dos veces más frecuentes en los segmentos posteriores que anteriores.<sup>1</sup>

### **3.2.4 Configuración invertida.**

Estos defectos son consecuencia de la pérdida de hueso interdental, incluidas las tablas vestibular, lingual, o ambas, sin pérdida coincidente de hueso radicular, con lo cual se invierte la configuración normal. Tales defectos son más comunes en el maxilar.<sup>1</sup>

### **3.2.5 Lesiones de furcación.**

Las lesiones de furcación se refieren a la invasión de la bifurcación o trifurcación de los dientes multirradiculares por la enfermedad periodontal. La lesión en furcación puede ser vista clínicamente o estar cubierta por la pared de la bolsa. La magnitud de la afección se determina al explorar con una sonda roma, junto con un chorro de aire para facilitar la observación. Las lesiones de furcación se clasifican en grados I, II, III y IV, según sea la cantidad de tejido destruido. El grado I es la pérdida ósea incipiente, el grado II corresponde a la pérdida ósea parcial (fondo cerrado) y el grado III es la pérdida ósea total con abertura de la furcación de un lado a otro. El grado IV es similar al grado III, pero con recesión gingival que expone la furcación a la vista.

La pérdida ósea puede ser horizontal o angular y muy a menudo aparece un cráter en la región interradicular. La dificultad y en ocasiones la imposibilidad de eliminar la placa en las furcaciones da lugar a la presencia de lesiones amplias en esa región.<sup>1</sup>

---

---

## 4 PROCEDIMIENTOS REGENERATIVOS UTILIZADOS.

### 4.1 Antecedentes históricos.

En 1976 nace el concepto de Regeneración Tisular Guiada (RTG), en la hipótesis de A.H. Melcher quien sugirió que dependiendo del tipo celular que se adhiriera a la superficie radicular, después de la cirugía periodontal, se determinará el tipo de inserción que se formará, si las poblaciones celulares en la superficie radicular son las residentes en el ligamento periodontal, se podrá producir nuevo cemento, hueso alveolar y ligamento periodontal.<sup>4</sup>

El primer diente humano tratado con RTG fue informado por Nyman y col. (1982). Debido a la extensa destrucción periodontal se programó la extracción del diente, lo que ofreció la posibilidad de obtener documentación histológica del resultado del tratamiento. Se trató de una lesión de 11 mm de profundidad, antes del cierre del colgajo se ajustó una membrana para cubrir las partes expuestas de la superficie radicular, el defecto óseo y las partes del hueso circundante. El examen histológico practicado 3 meses después de la cicatrización reveló que se había formado cemento nuevo con fibras de colágeno, insertadas sobre la superficie radicular.<sup>2</sup>

---

---

## 4.2 Concepto de RTG.

Regeneración Tisular guiada: Procedimiento para regenerar estructuras periodontales perdidas a través de la respuesta de los tejidos diferenciados.<sup>5</sup> Diferentes modalidades de tratamiento se han sugerido para regenerar los tejidos periodontales dañados en los casos tanto de recesión gingival y periodontitis. Todas estas estrategias tienen como objetivo corregir defectos debidos a la enfermedad y regenerar nuevos tejidos periodontales. El desarrollo de nuevo cemento con fibras del ligamento periodontal conectadas al hueso alveolar es el objetivo principal de la regeneración periodontal.<sup>6</sup>

La regeneración tisular guiada con membranas tanto no absorbible y bioabsorbible ha demostrado su eficacia en la prevención de la migración celular del tejido conectivo y epitelial, sobre el coágulo de sangre y la superficie de la raíz. La barrera se coloca correctamente para formar un espacio alrededor del defecto óseo y la superficie de la raíz. En el espacio debajo de la barrera, las células de ligamento periodontal y el hueso colonizan el coágulo, expresando su potencial para la regeneración.<sup>7,8</sup>

Después de la aplicación clínica de algunos decenios, los efectos de la técnica de RTG han sido confirmados por muchos ensayos clínicos. Tales estudios arrojan mejores resultados con la terapia de RTG que con la terapia tradicional de desbridamiento, con aumento de nivel de inserción y menor profundidad de sondeo. Ensayos clínicos de diversos defectos periodontales han documentado ser un tratamiento efectivo en defectos intraóseos y bifurcaciones de clase II. Además se puede conseguir beneficios adicionales mediante el uso de materiales de injerto.<sup>9,10</sup>

---

---

## 4.2.1 Indicaciones y Contraindicaciones de la RTG.

### **Indicaciones:**

1. Defectos intraóseos combinados.
2. Lesiones de furca clase II.
3. Defectos intraóseos verticales de 2 o 3 paredes óseas.
4. Recesiones gingivales.

### **Características favorables del defecto (intraóseo):**

- Limitada recesión gingival.
- Defectos profundos.
- Ángulo radiográfico ( $>25^\circ$ ).

### **Contraindicaciones:**

1. Lesiones de furca clase II mesial y distal de molares maxilares.
2. Lesiones de furca clase III.
3. Lesiones de furca en primeros premolares superiores.
4. Pérdida ósea horizontal.
5. Defectos intraóseos de una pared ósea.<sup>4,11</sup>

### **Características desfavorables:**

- Mal control de placa bacteriana así como el incumplimiento de las visitas de mantenimiento.
- Los estudios tienden a considerar como motivo de exclusión la diabetes no controlada y cualquiera otra enfermedad sistémica que pudiera implicar una alteración en la capacidad de cicatrización innata del individuo.
- Para algunos autores el tabaquismo es motivo de exclusión, se ha demostrado claramente que el hábito de fumar es un factor de riesgo mayor no solo para la progresión de la periodontitis, sino también en los resultados adversos del tratamiento.<sup>7</sup>

- Control de movilidad. Los dientes con grado 2 o 3 de movilidad requieren férulas.
- Garantizar la presencia de encía adherida (por lo menos 3 mm). Si fuera necesario realizar un injerto gingival libre.
- Necrosis pulpar (realizar el tratamiento de conductos 3 meses antes de la intervención).
- Dientes con anomalías de la superficie radicular, como concavidades profundas.<sup>11</sup>

### 4.3 Factores que influyen en la regeneración.

En la **Tabla 1** se muestran los principales factores que afectan los resultados clínicos de la cirugía periodontal: 1) Factores relacionados con el paciente, 2) Factores relacionados con la estructura dental y 3) Factores relacionados al procedimiento.<sup>4</sup>

<b>Tabla: 1 Factores que determinan el éxito en la terapia regenerativa.<sup>4</sup></b>	
Factores relacionados con el paciente.	-Control de la Placa Bacteriana, higiene oral. -Condición sistémica del paciente: (Diabetes no controlada) -Edad.
Factores relacionados con la estructura dental.	-Estado endodóncico del diente. -Movilidad dentaria. -Características del defecto periodontal.
Factores relacionados al procedimiento	-Estabilidad de la herida. -Conservación del espacio. -Condiciones post-operatorias.

#### **4.3.1 El paciente.**

Los factores fisiológicos, ambientales, de comportamiento y genética del paciente pueden afectar el resultado de curación del procedimiento de regeneración. Hasta ahora, un factor ambiental altamente significativo, es el fumar, se ha asociado con resultados reducidos. Mantener altos niveles de higiene oral también se ha asociado con mejores resultados. Otra variable importante asociada con los resultados de regeneración es el nivel de persistencia de patógenos periodontales después de finalizar la terapia inicial. A pesar de la falta de evidencia directa, otros factores, tales como la diabetes, accesibilidad intraoral y eventos estresantes de la vida, deben tenerse en cuenta en la selección del paciente.<sup>8</sup>

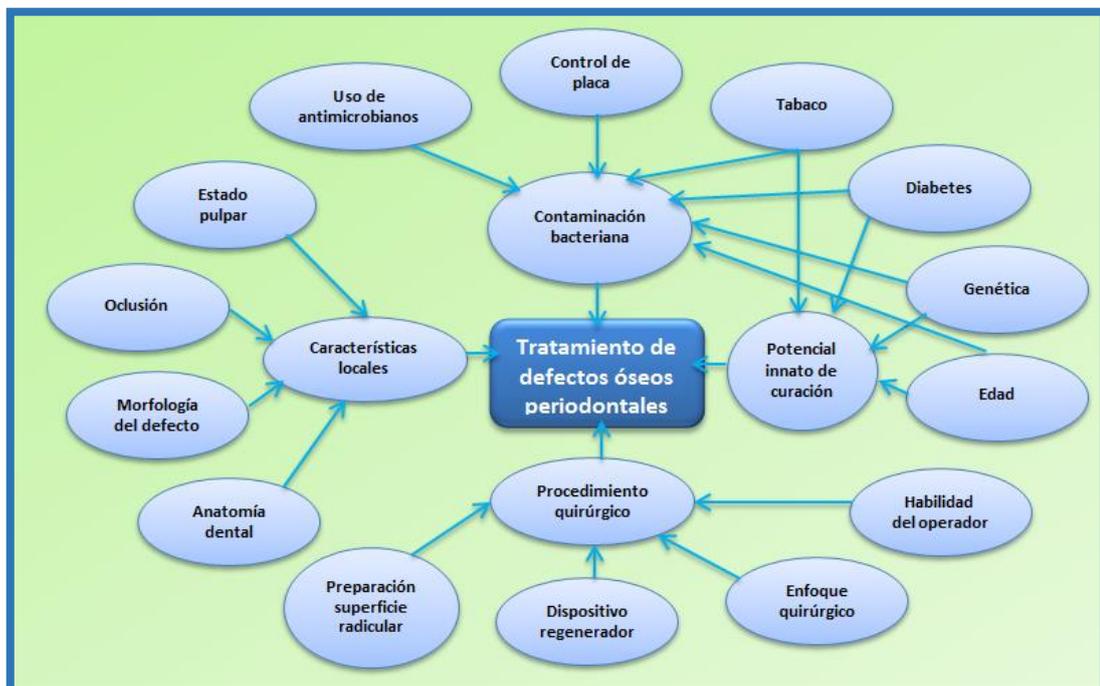
#### **4.3.2 El defecto.**

La morfología del defecto juega un papel importante en la respuesta de curación de la terapia de regeneración en defectos intraóseos. Se ha demostrado mayor ganancia de inserción clínica y ósea en los defectos más profundos. Otra característica importante morfológica es la anchura del defecto intraóseo así como el ángulo de la pared ósea. Defectos más amplios han sido asociado con cantidades reducidas de nivel óseo y nivel de inserción. También es deseable para la manipulación quirúrgicamente tejidos gruesos para la cobertura de la membrana y reducir así la aparición de dehiscencia del colgajo.<sup>8</sup>

### 4.3.3 El procedimiento de regeneración y el período de cicatrización.

Diferentes vías de abordaje de espacios interdentes, para preservar los tejidos y para proteger el área de la regeneración, la elección del abordaje quirúrgico y tipo específico de membrana, es una decisión clínica crítica que se asocia con diferentes resultados. Por último, la habilidad del operador puede influir en los resultados clínicos. La capacidad de reacción de los diferentes tejidos, la manipulación de la membrana, el suministro de sangre, técnica de sutura, el manejo postoperatorio, la selección del paciente y el sitio, entre otros factores puede desempeñar un papel importante en el procedimiento.<sup>8</sup>

En el tratamiento periodontal, interfieren una gran variedad de factores que condicionan el resultado de la terapia. En la **Fig. 1** se muestra un diagrama de la influencia de los factores relacionados con el tratamiento de los defectos óseos periodontales.<sup>7</sup>



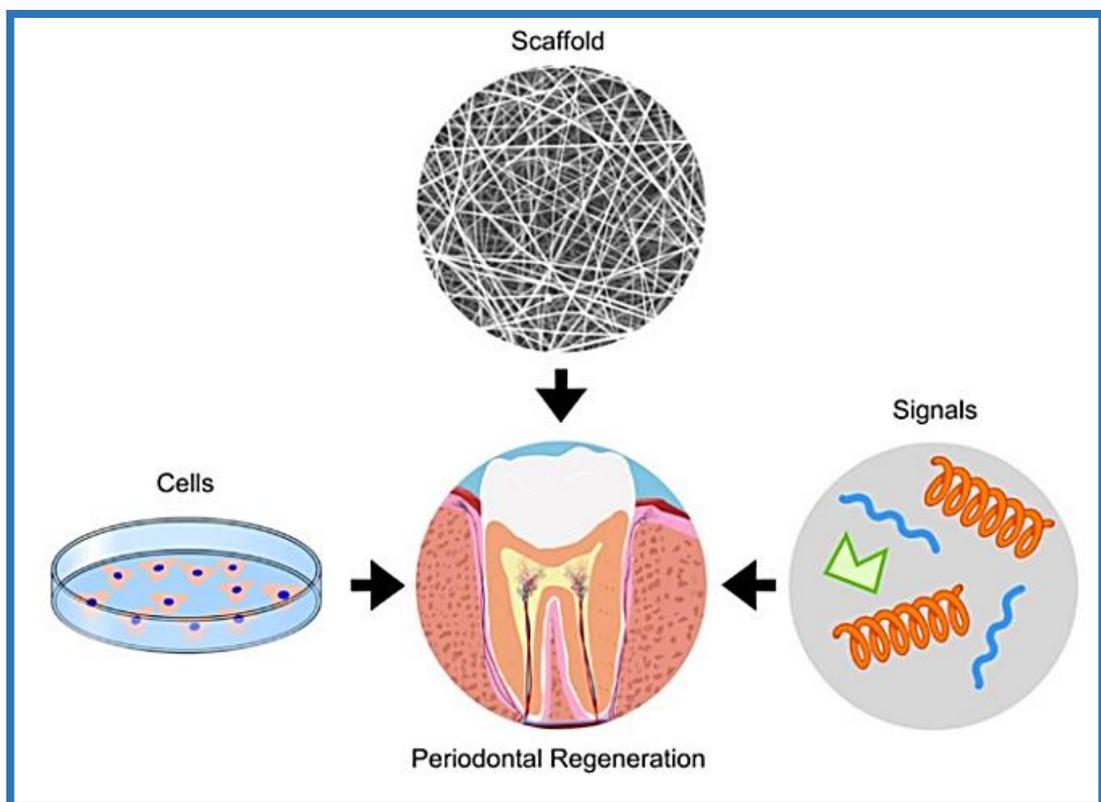
**Fig.1** Diagrama de la influencia de los factores que determinan los resultados en el tratamiento de defectos óseos periodontales.<sup>7</sup>

## 5 TIPO DE MATERIALES UTILIZADOS.

La terapia periodontal regenerativa tiene como objetivo restaurar predeciblemente los tejidos de sostén del diente, aportando tejidos periodontales (nuevo ligamento periodontal, cemento con inserción de fibras y tejido óseo) que se han perdido debido a la enfermedad periodontal o trauma dental. La terapia para la periodontitis, quirúrgica convencional y no-quirúrgica normalmente puede dar lugar a resultados clínicos exitosos tales como reducción de la profundidad de bolsa y la ganancia de inserción clínica. Sin embargo, la cicatrización después de estos tratamientos se caracteriza por un epitelio de unión largo de las superficies radiculares tratadas y sin formación de cemento con un ligamento periodontal. Los datos sistemáticos han sugerido que la puesta de materiales de injerto de hecho puede dar lugar a resultados clínicos superiores en términos de reducción de la profundidad y la ganancia de inserción clínica en comparación con tratamiento convencional de desbridamiento por colgajo.<sup>12</sup>

Los principios de la ingeniería de tejidos para la regeneración implican la combinación e interacción de tres elementos principales tales como: Andamios o membranas, Células regenerativas y Moléculas de señalización celular.<sup>13</sup> **(Ver Fig. 2)**

La regeneración periodontal sigue siendo una tarea difícil y compleja, que requiere sincronía de todos los tejidos periodontales a través de procesos de regeneración y reparación. La **Tabla 2** proporciona una visión general de las diversas alternativas para la regeneración periodontal, incluyendo injertos, biomateriales, productos biológicos y dispositivos, utilizados en los últimos 30 años.<sup>14</sup>



**Fig.2 Representación de los elementos de ingeniería periodontal: células regenerativas, membranas y moléculas de señalización celular.**<sup>13</sup>

**Tabla 2 Injertos, biomateriales, productos biológicos, dispositivos utilizados y propuestos para la regeneración periodontal.<sup>14</sup>**

<b>Injertos</b>
Hueso autógeno; fresco / congelado
Hueso alogénico; fresco / congelado (no se utiliza en odontología)
Hueso xenogénico; fresco / congelado (no se utiliza en odontología)
Construcciones celulares (experimentales)
<b>Biomateriales</b>
Derivados de hueso (hueso de cadáver procesado)
Implantes óseos alogénicos
(Descalcificado) Hueso Liofilizado Alogénico
(Desmineralizada Hueso Liofilizado Aloinjerto / Hueso Liofilizado de Aloinjerto)
Implantes óseos xenogénicos
Desproteínizado bovino / Mineral ósea equino [Biocera <sup>®</sup> (OCT Inc., Cheonan, Corea), Bio-Oss (Geistlich Pharma AG, Suiza)]
CaCO <sub>3</sub> exoesqueleto coral (BIOCORAL , Inoteb, Saint-Gonnelly, Francia)
Sustitutos óseos ( Hueso sintético)
Cerámica
Fosfato tricálcico beta
Hidroxiapatita
Ca <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (sulfato de calcio)
Cementos de fosfato de calcio (Ceredex <sup>®</sup> , α-BSM; Etex Corp., Cambridge, MA, EE.UU.)
Vidrio bioactivo (Perioglas <sup>®</sup> , Biogran <sup>®</sup> , Biogran, Orthovita, Malvern, PA, EE.UU.)
Polímeros
Metacrilato de metilo (HTR ; Biopiant Inc., EE.UU. [reemplazo de tejidos duros] hueso sintético)
Ácidos poli-α-hidroxi-(poli [ácido láctico] y poli [Ácido láctico-co-glicólico])
<b>Biológicos</b>
Factores de la matriz (fibronectina, vitronectina, Trombospondina-1 y amelogeninas)
Factores de crecimiento (factor de crecimiento derivado de plaquetas, Factor de crecimiento transformante- beta, Insulin-like ,Factor 1 y 2 de crecimiento de fibroblastos vascular ,Factor de crecimiento endotelial)
Factores de diferenciación (proteínas morfogenéticas óseas-2, -3, -4, -6, -7 (Proteína osteogénica 1) y -12, y factor de Crecimiento 5 / diferenciación)
Péptidos (trombina TP508 péptido, de unión a células P-15)
Moléculas pequeñas (antagonistas del receptor de prostaglandina E <sub>2</sub> )
Plasma rico en plaquetas
<b>Dispositivos de regeneración tisular guiada</b>
No absorbible (politetrafluoroetileno expandido)
Bioabsorbible
(poli [ácido láctico], Poli [láctico-co-glicólico, colágeno, ácido hialurónico])
Combinaciones

---

---

## 5.1 Acondicionadores radiculares.

Los cambios en la pared de la superficie dental de las bolsas periodontales interfieren con la nueva inserción. Aunque estos obstáculos para la nueva inserción se eliminan por medio del alisado radicular minucioso, la superficie radicular se trata para mejorar las probabilidades de aceptación de la nueva inserción de los tejidos gingivales.<sup>1</sup>

La superficie radicular que ha quedado expuesta al ambiente oral presenta bacterias, toxinas o incluso alteraciones en su mineralización. En estas circunstancias, la superficie radicular es un substrato poco adecuado para la adhesión del coágulo de fibrina y su maduración queda retardada por un exceso de la respuesta inflamatoria. Se pensó que al tratar la superficie radicular con ácidos se obtendría un efecto descontaminante sobre las toxinas bacterianas y además se expondrían las fibras de colágena de la matriz radicular, facilitándose la inserción y favoreciendo la acción de las células capaces de conseguir la regeneración. Con este objetivo se han empleado como acondicionadores radiculares el ácido cítrico, EDTA y tetraciclinas.<sup>7</sup>

Se demostró (Trombetti 1995) que la superficie radicular tratada con tetraciclina a 10 mg / ml durante 4 minutos puede alterar la superficie del cemento y la dentina, eliminando la capa de barrillo y exponiendo en el cemento o dentina la matriz de colágeno fibrilar.<sup>(15)</sup>

Otros estudios han demostrado que las tetraciclinas tienen propiedades anti-enzimáticas efectos que pueden retardar la degradación del colágeno y reducir las reacciones inflamatorias y promover la adhesión y crecimiento de fibroblastos.<sup>3</sup>

En los últimos años, se ha modificado la superficie de la raíz con las proteínas de la matriz del esmalte durante la cirugía periodontal, después de la desmineralización con EDTA para promover la regeneración periodontal.<sup>9</sup>

---

Una revisión sistemática recientemente publicada, concluye que hasta la fecha, la evidencia sugiere que el empleo de estos agentes químicos no tiene beneficios clínicos significativos para el paciente en lo que respecta a la reducción de la profundidad de sondeo o a la ganancia en el nivel clínico de inserción.<sup>7</sup>

## 5.2 Membranas periodontales.

Un biomaterial se define como un dispositivo no viable utilizado como un recurso médico para interactuar con los sistemas biológicos.

**Membrana:** Capa delgada, similar a una lámina de tejido que cubre una cavidad, envuelve una parte o separa un espacio de otro.

**Membrana Periodontal:** Fina hoja generalmente elaborado de un material no autólogo utilizado en diversos procedimientos periodontales regenerativos.<sup>5</sup>

El objetivo de una membrana es aislar el defecto periodontal con una barrera física para evitar la invasión de células gingivales.

Las membranas participantes en la RTG y ROG tendrán que demostrar: Biocompatibilidad para permitir la integración con los tejidos del huésped sin provocar respuestas inflamatorias, tiempo de degradación adecuado para que coincida con el tiempo de formación del nuevo tejido, adecuadas propiedades mecánicas y físicas que permiten su colocación in vivo y suficiente resistencia sostenida para evitar el colapso de la membrana, la conservación del espacio (T. Sigurdsson y col. 1994) debajo de la membrana es de suma importancia para mejorar la regeneración ósea en defectos periodontales.<sup>13,16</sup>

Las membranas se dividen en dos grupos, no absorbibles y absorbibles, de acuerdo a sus características de degradación.<sup>13</sup>

### 5.3 Membranas no absorbibles.

Las barreras no absorbibles fueron los primeros dispositivos diseñados para RTG. La función de la membrana es temporal y debido a su naturaleza, se requiere de un segundo acto quirúrgico para su remoción, alargando la duración del tratamiento. Este segundo procedimiento lleva implícito el adicional costo y la morbilidad asociada como cualquier cirugía. La remoción de la membrana presenta un alto grado de dificultad debido a que su estructura porosa es incorporada al tejido, poniendo en peligro el éxito del tratamiento y posiblemente interfiriendo con la recuperación por infligir daño a un tejido nuevo sensible.<sup>17</sup>

En la mayoría de los estudios las membranas no absorbibles en promedio obtienen mayor reducción de la profundidad de la bolsa y mayor nivel de inserción clínica que las membranas absorbibles.<sup>18</sup>

#### 5.3.1 Politetrafluoroetileno (PTFE).

Las membranas de politetrafluoroetileno (PTFE), están elaboradas de un polímero que consiste en un esqueleto de carbono covalentemente unido a una funda uniforme de átomos de flúor (en la **Fig. 3** se muestra la forma química del PTFE), que pueden ser manipulados y diseñados en una variedad de formas.<sup>19</sup>



**Fig. 3 Forma química del politetrafluoroetileno (PTFE).<sup>4</sup>**

En la actualidad existen dos formas de politetrafluoroetileno la forma extendida de alta densidad (ePTFE), con mayor tiempo en el mercado y mayor estudios clínicos, el segundo tipo es el politetrafluoroetileno denso no poroso (nPTFE), ha estado en el mercado muchos años y su eficacia ha sido probada en la terapia regenerativa periodontal.<sup>19</sup>

### 5.3.2 PTFE expandido.

Gore-Tex® Es un tipo de barrera de PTFE expandido (ePTFE) que posee dos partes estructurales distintas diseñadas para cumplir necesidades específicas. Una porción coronal o collar de grosor de 1 mm. de baja densidad (0.2g/ml) y 90% poroso (100-300  $\mu$ ), cuya función es promover el crecimiento tisular interno e impedir la migración epitelial apical y una porción oclusiva de grosor de 0.15 mm. de alta densidad (1,5 g/ml) y 30% de porosidad ( $\leq 8 \mu$ ), cuya función es proporcionar el espacio regenerativo para prevenir el colapso y evitar la invasión tisular del colgajo.<sup>17,19</sup>

#### Ventajas.

- Muestras histológicas humanas han indicado que las membranas de ePTFE pueden inducir significativamente la regeneración periodontal después de un período de 3 meses de curación y seis meses después de la inserción de la membrana de ePTFE regeneración de nuevo cemento con fibras de inserción.<sup>17</sup>
- Las membranas de politetrafluoroetileno expandido logran estabilizar los colgajos mucogingivales y distribuir las fuerzas, que de otro modo se transmitirían al frágil coágulo de fibrina.
- El ePTFE es un material rígido que mantiene el espacio estable debajo de la membrana, los poros de su estructura ayudan a la integración de los tejidos y la adhesión celular permitiendo una buena regeneración.
- Evita la migración epitelial a la superficie radicular y al defecto óseo. Además de que se le puede añadir una lámina de titanio que aumenta la estabilidad de la membrana.<sup>3</sup>

---

---

## Desventajas.

- La desventaja principal de todas las membranas no absorbibles es la remoción de la membrana ya que requiere una segunda cirugía.<sup>17</sup>
- A causa de su estructura porosa el ePTFE, permite el paso de bacterias al tejido en regeneración si se expone al medio bucal. La integración de los tejidos a la membrana, ocasiona que retirarla sea una tarea complicada y en algunos casos se llega a dañar el tejido osteoide.
- Las membranas de ePTFE tienen mayor incidencia de dehiscencias de tejido gingival que otras membranas utilizadas en RTG.<sup>20</sup>
- Se ha demostrado que las membranas de politetrafluoroetileno inhiben la síntesis de ADN de fibroblastos gingivales.
- La inserción de la membrana puede causar complicaciones menores como dolor, inflamación e infecciones con una incidencia algo mayor que la reportada para la cirugía periodontal convencional.<sup>17</sup>

### 5.3.3 PTFE Reforzado con Titanio.

Gore-Tex<sup>®</sup> esta membrana consiste en una doble capa de PTFE expandido poroso. La primera capa tiene una microestructura abierta (100-300  $\mu\text{m}$  porosidad) y la segunda capa tiene una porción oclusiva (porosidad  $<8\mu\text{m}$ ), con un compuesto intermedio de titanio.

Cytoplast<sup>®</sup> membrana reforzada con titanio, se compone de tres capas: una parte exterior de politetrafluoroetileno de alta densidad con una porosidad  $<0,3 \mu\text{m}$  y una superficie con textura, un compuesto intermedio de grado 1 de titanio y una capa de ePTFE interior.<sup>19</sup>

---

Los estudios en animales revelaron clínicamente regeneración de cemento y el hueso alveolar 2 meses después de la inserción y los estudios clínicos no encontraron ninguna diferencia en comparación con la membrana no modificada en defectos menores. Las membranas de refuerzo de titanio también tienen su aplicación en procedimientos de regeneración ósea guiada (ROG), destinado al aumento de hueso del reborde alveolar, con el fin de mantener mejor el espacio en los casos en que se planea tratamientos con implantes y el hueso es insuficiente.<sup>17</sup>

Los estudios han revelado que el refuerzo de titanio de las membranas de PTFE de alta densidad aumenta la capacidad de regeneración cuando se compara con las membranas de ePTFE tradicionales, debido principalmente al soporte mecánico adicional proporcionada por el marco de titanio, contra las fuerzas de compresión ejercidas por el tejido epitelial.<sup>13</sup>

#### **5.3.4 PTFE denso.**

La membrana PTFE denso (nPTFE) se elabora de 100% PTFE puro de grado médico bioinerte, es no poroso, denso y no permeable. El espesor de las diferentes membranas comerciales disponibles oscila entre 0,13 a 0,25 mm y sus rangos de baja porosidad es 0,2 a 0,3 mm. Las indicaciones para su uso son similares a aquellas para el ePTFE, pero por sus propiedades no es necesario el cierre primario.<sup>20</sup>

Tef-Gen-FD<sup>®</sup> es una barrera de PTFE denso no poroso cuyos resultados, mostraron ser similares a la aplicación de la membrana de ePTFE, pero con limitada integración de los tejidos.<sup>17</sup>

La membrana nPTFE ha sido diseñada para proporcionar algunas ventajas: baja porosidad, para facilitar la adhesión celular y estabilizar la herida, pero con suficiente densidad para evitar la migración de las bacterias a través de la estructura de la membrana, procedimientos quirúrgicos sin cierre primario y fácil eliminación de la membrana.<sup>20</sup>

---

Pero a su vez proporciona algunas desventajas en comparación con las membranas de ePTFE, a causa de su estructura no porosa impide la vascularización proveniente del epitelio y la manipulación de la membrana es un poco complicada por su mayor rigidez.<sup>20</sup>

Estudios clínicos acerca de membranas de nPTFE en procedimientos de RTG en combinación con aloinjertos y xenoinjertos han reportado tejido de la matriz osteoide a los 21 días, a los 28 días epitelio sobre el tejido osteoide, con nuevos vasos sanguíneos y colonización de fibroblastos. En el cuarto mes, maduración ósea (hueso denso laminar) y a los 6 meses regeneración ósea histológica. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al llenado óseo y la regeneración ósea entre el uso de nPTFE y ePTFE. El tiempo mínimo de retención de la membrana es desde 3 semanas a un máximo de 6 semanas, dependiendo del tamaño del defecto y del material de injerto utilizado.<sup>20</sup>

#### **5.4 Membranas absorbibles.**

Las barreras absorbibles son dispositivos que gracias a su naturaleza no requieren de una cirugía adicional para su remoción, esto reduce el discomfort del paciente, el consumo de tiempo, el costo relacionado y elimina la morbilidad relacionada al procedimiento.<sup>4</sup>

## **5.4.1 Productos naturales.**

### **5.4.1.1 Membrana de colágeno.**

Las barreras absorbibles más utilizadas son las construidas en base a colágeno. El colágeno es una proteína fibrosa insoluble que es un componente esencial del estroma de tejido conectivo. Hay por lo menos 16 tipos de colágeno que se encuentran en tejidos, matriz de hueso, cartílago, epitelio y membrana basales, entre otros. El colágeno Tipo I, II y III constituyen el 80% a 90% de colágeno del cuerpo; los productos de colágeno se componen principalmente de colágeno tipo 1.<sup>21</sup>

El colágeno tiene una baja inmunogenicidad, es hemostático, atrae y activa las células del ligamento periodontal y fibroblastos gingivales. El colágeno se adquiere a partir de la piel, tendones o intestinos de animales. Después del aislamiento y la purificación por medios de preparación enzimática o extracción química, se procesa adicionalmente para dar diversas formas. La modificación química más común es la reticulación, por lo general resultando del tratamiento aldehído. Aunque teóricamente existe peligro de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) por transmisión, la FDA permitió el uso de colágeno para uso en humanos.<sup>17</sup>

Implantado el colágeno se degrada enzimáticamente por macrófagos y leucocitos polimorfonucleares, la velocidad de resorción puede variar mucho, dependiendo de la fuente de colágeno y modificaciones del huésped.<sup>17</sup>

Los datos sugieren que el periodo en el que la membrana de colágeno permanece intacta y evita la proliferación apical es de aproximadamente 14 días. La membrana de colágeno bovino (BioGide®) absorbida en 8 semanas. Presenta infiltrado inflamatorio crónico alrededor de la membrana, pero desapareció por completo después de la resorción. Las membranas de colágeno tipo I para RTG se fabrican con tendón de Aquiles bovino (BioMend®). La membrana es semioclusiva (tamaño de poro de 0,004 micras) y se absorbe en 4 a 8 semanas. Los estudios clínicos revelaron eficacia, que aparentemente depende de la forma y tamaño del defecto, probablemente debido al compromiso del espacio.<sup>17</sup>

La evaluación histológica de la membrana de colágeno derivada de piel bovina (Avitene®) en el ser humano no fue más eficaz que el grupo de control (la membrana era difícil de manejar). La evaluación clínica de otro material de colágeno hemostático (Collistat®) dio lugar a regeneración con resultados similares con el tratamiento control. La evaluación histológica indicó que el material fue completamente absorbido siete días después de la implantación. Reportes histológicos informaron regeneración de ligamento periodontal, cemento y hueso alveolar, sin signos de inflamación, después de la inserción de la membrana de colágeno enriquecido con chondroitin-sulfato (Paroguide®). Parece que las membranas de colágeno muestran limitado valor en la RTG, probablemente debido a la insuficiente tenacidad y el mantenimiento del espacio. Algunos patógenos periodontales como *P. gingivalis* producen colagenasa. Puesto que las bacterias colonizan la membrana expuesta durante la cicatrización, pueden dar lugar a una degradación no controlada, como resultado desfavorable.<sup>17</sup>

---

Las membranas de colágeno presentan variables tiempos de absorción que van de 4 a 32 semanas, la elección del material depende del uso. El tiempo de absorción está mediado por innumerables factores tanto intrínsecos como externos ocasionando que sea complicado el control de la membrana.<sup>21</sup>

En estudios clínicos se ha encontrado un nuevo concepto de osificación de la membrana, en lugar de degradación, se traduce por la creación de una densa capa superficial ósea sobre el sitio regenerado. La tendencia del colágeno a calcificarse in vivo está bien establecido, especialmente con colágeno reticulado elaborado con glutaraldehído.<sup>22</sup>

Estudios in vitro e in vivo establecen que sumergir las membranas de colágeno en solución 50 mg /ml tetraciclina puede frenar la degradación de la membrana y es una herramienta sencilla para modular las barreras de colágeno para los procedimientos de regeneración tisular guiada.<sup>23,24</sup>

Los estudios in vitro nos indican que la colonización y adherencia de periodontopatógenos alrededor de membranas periodontales es diferente dependiendo de la membrana utilizada. Se han informado que las bacterias periodontales *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa), *Treponema denticola* (Td) y *Porphyromonas gingivalis* (Pg) mostraron significativamente mayor adherencia a las membranas de colágeno que a las membranas de teflón (nPTFE y ePTFE).<sup>20</sup>

En la **Tabla 3** se muestran las marcas comerciales, el tipo de colágeno, la fuente de obtención y el tiempo de degradación promedio de las membranas de colágeno más utilizadas en la actualidad.<sup>21,25</sup>

Otros productos naturales probados para la RTG sin éxito fueron duramadre, celulosa oxidada y hueso laminar.<sup>17</sup>

**Tabla 3 Membranas de colágeno actualmente disponible o bajo investigación** <sup>21,25</sup>

Nombre	Empresa	Fuentes	Métodos de Cross-Link	Componentes principales	Reabsorción
BioMend <sup>®</sup>	Sulzer Calcitek, Carlsbad, CA	tendón bovino	formaldehído	100% de colágeno tipo I	6-8 semanas
BioMend-Extend <sup>®</sup>	Sulzer Calcitek, Carlsbad, CA	tendón bovino	formaldehído	100% de colágeno tipo I	18 semanas
Periogen <sup>®</sup>	El colágeno Inc., Palo Alto, CA	dermis bovino	glutaraldehído	Tipos I y III de colágeno	4-8 semanas
Paroguide <sup>®</sup>	Coletica, Lyon, Francia	Piel de becerro	DPPA difenilfosforilazida	96% de colágeno tipo I y 4% chondroitin- 4-sulfato	4-8 semanas
BioStite <sup>®</sup>	Coletica, Lyon, Francia	Piel de becerro	DPPA difenilfosforilazida	88% hidroxiapatita, 9.5% colágeno Tipo I, y 2,5% de condroitin-4- sulfato	4-8 semanas
BioGide <sup>®</sup>	Geistlich, Wolhusen, Suiza	dermis porcina	N/A	Tipos I y III de colágeno	24 semanas
Tissue guide <sup>®</sup>	Koken Co., Tokio Japón	Dermis Bovinos +tendón	HMDIC Hexametileno dii socianato.	Atelocolágeno (1 °) + colágeno de tendón	4-8 semanas
BioBar <sup>®</sup>	Colbar Investigación y Dev. Ltd., Ramat-Hasharon, Israel	tendón bovino	N / A	100% de colágeno tipo I	6-8 meses
CollaTape /CollaPlug /CollaCote <sup>®</sup>	Integra Life Sciences Corp, Plainsboro, NJ, EE.UU.	tendón bovino	N/A	Colágeno tipo I	10-14 días
OSSIX 4 <sup>®</sup>	Datum Dental Ltd, Lod, Israel	tendón porcino	N/A	Colágeno tipo I	6 meses
OsseoGuard <sup>®</sup>	Matriz de colágeno Inc.	tendón bovino	N/A	Colágeno tipo I	6-9 meses
OsseoGuard Flex <sup>®</sup>	Matriz de colágeno Inc.	dermis bovina	N/A	Colágeno tipo I y III	6-9 meses
RCM6 <sup>®</sup>	ACE Surgical Supply Co Inc. Brockton, MA, EE.UU.	tendón bovino	N/A	Colágeno tipo I	26-38 semanas

## 5.4.2 Productos sintéticos.

Los materiales sintéticos son generalmente polímeros orgánicos termoplásticos alifáticos. Los materiales más comúnmente utilizados son ácidos poli- $\alpha$ -hidroxi, que incluyen a sus copolímeros, ácido poliláctico y poliglicólico. Una de las ventajas del ácido polihidroxi es la hidrólisis a productos final de agua y dióxido de carbono. El tiempo de degradación puede variar, alargándose a través de la adición de lactidas o glicoles. En la **Tabla 4** se muestran los productos sintéticos más utilizados en la actualidad.<sup>17</sup>

<b>Tabla 4 Membranas sintéticas<sup>4</sup></b>			
<b>Nombre</b>	<b>Aprobación de la FDA</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Componente principal</b>
Guidor <sup>®</sup>	Si	Butler Co., Chicago, IL.	PLA y acetiltributil-citrato
Vicryl <sup>®</sup>	Si	Ethicon Lab., New Brunsmick, NJ.	PLA/PGA
Atrisorb	Si	Atrix Lab., Fort Collins, Co.	PLA/PGA
Resolut <sup>®</sup>	Si	W.L. Gore, Flagstaff, AZ.	PLA/PGA
EpiGuide <sup>®</sup>	Si	THM Biomedical, Duluth, MN.	PLA(formas D y L)
Biofix <sup>®</sup>	No	Bioscience ITD Tempere, Finland.	PGA
		<b>PLA= ácido poliláctico</b>	<b>PGA= ácido poliglicólico</b>

### 5.4.2.1 Ácido poliláctico (PLA).

Epi-Guide<sup>®</sup> es una membrana hecha de polímeros de ácido poliláctico, tiene tres capas diseñadas para detener y mantener distancia de las células epiteliales y fibroblastos. Mantiene su estructura durante 20 semanas y está totalmente absorbido de 6-12 meses.<sup>17</sup>

Atrisorb® es la única membrana de RTG fabricada en el consultorio dental. El Polímero poliláctico está presente en forma fluida, se disuelve en N-metil-2-pirrolidona. Una membrana de forma irregular es formada después de la exposición del polímero a 0,9% de solución salina durante 4-6 minutos en un cassette especial. Se corta a la forma deseada. El espesor de la membrana es de 600-750µ, con modestas propiedades de adherencia, se coloca en el defecto mediante la aplicación de una presión suave. Histológicamente se observó absorción completa de 6-12 meses después de la implantación.<sup>17</sup>

#### **5.4.2.2 Ácido poliglicólico y poliláctico (PGLA).**

PLGA es otro tipo de biomaterial sintético para barrera en RTG / ROG. Es una combinación de ácido poliglicólico (PGA) y poliláctico (PLA) en varias proporciones. La degradación de la membrana de PGLA se produce durante un período de 2-6 meses y la reentrada no es necesaria.<sup>6</sup>

La membrana absorbible sintética Resolute® consiste de una porción oclusiva de copolímeros de ácidos glicólico, láctico y una banda porosa de fibra de ácido poliglicólico. La porción oclusiva impide el crecimiento celular y la parte porosa promueve la integración del tejido. Estudios histológicos mostraron eficacia similar a las membranas no absorbibles, la estructura se mantuvo durante 4 semanas y completa su absorción de 5-6 meses después de su colocación.<sup>17</sup>

#### **5.4.2.3 Poliglactina 910.**

Es una membrana compuesta de un material inerte sintético, que consiste de un copolímero de glicólico y láctico a razón de 9:1. Vicryl Periodontal® es un material elaborado de fibras de poliglactina 910 en una malla de tejido apretado. Parece que la membrana pierde su estructura después de 2 semanas y completamente absorción en 4 o más semanas. Aunque estudios en animales indican la falta de integración del tejido y la formación de recesiones.<sup>17</sup>

#### **5.4.2.4 Ácido poliláctico y éster de ácido cítrico.**

La membrana absorbible de doble capa (Guidor®) hecha de ácido poliláctico y ácido cítrico acetil éster tributilo fue el primero en aparecer en el mercado. La capa externa de la membrana está diseñado para permitir la integración de la aleta gingival subyacente, tiene perforaciones rectangulares (400-500 / cm<sup>2</sup>). Parece que tal diseño superficial promueve la integración con éxito del tejido. La capa interna tiene perforaciones circulares más pequeñas (4000-5000 / cm<sup>2</sup>). Estudios histológicos en animales mostraron resorción completa de la membrana de 6-12 meses después de la implantación y su función durante al menos seis semanas. El proceso de degradación es a través de macrófagos y células multinucleadas. Los estudios clínicos han demostrado la eficacia de la membrana en diversos defectos periodontales. La membrana fue retirada del mercado por desconocidas razones.<sup>17</sup>

---

---

#### **5.4.2.5 Polydioxanona (PDS).**

La membrana experimental Mempol<sup>®</sup> fabricado de polydioxanona (PDS), elaborado con una bicapa. La primera capa es completamente impermeable, cubierta con PDS y surcos de 200  $\mu$  de largo en el lado gingival, destinados para la integración con el tejido conectivo. La eficacia clínica es comparable a las membranas de ácido poliláctico.<sup>17</sup>

En estudios clínicos se demostró que la estructura de las membranas de dioxanona causa frecuentemente exposiciones. Sin embargo, a pesar de estos problemas de curación de heridas, se obtuvieron resultados clínicos de regeneración.<sup>26</sup>

#### **5.4.2.6 Poliuretano**

Esta membrana ha obtenido resultados frecuentes de recesión durante el proceso de reparación, la producción de la membrana es a partir de poliéster y poliuretano. Los Poliuretanos son polímeros orgánicos que contienen uretano grupo NH-CO-O-. Los Poliuretanos se degradan a través de enzimas y degradación oxidativa. Los experimentos con animales mostraron que las membranas de poliuretano tienden a hincharse, aumentando la inflamación en los márgenes del tejido. La membrana parece estar presente en el tejido durante por lo menos 8 semanas después de la implantación.<sup>17</sup>

#### **5.4.2.7 Polietilenglicol (PEG).**

PEG se ha usado en diversas especialidades médicas debido a sus propiedades adhesivas, y por su papel como una barrera celular (Straumann MembraGel®). La biocompatibilidad celular del hidrogel de PEG ha sido demostrada por su buena integración tisular, así como la ausencia de una reacción inflamatoria en los tejidos periféricos. Es una membrana compuesta principalmente de polietilenglicol (PEG), acondicionado como un hidrogel, que puede ser utilizado para cubrir un sustituto óseo. El material es dosificados en dos jeringas automezclante que contienen el PEG.<sup>27</sup>

La membrana de hidrogel sintético también tiene la cualidad de ser bioabsorbible debido a la hidrólisis, dando como resultado la disociación molecular del PEG. La barrera se absorbe de 4-5 meses después de la cirugía.<sup>28</sup>

Entre sus principales ventajas están su fácil manejo y aplicación, la rigidez de la membrana después de 90 segundos estabiliza el injerto óseo para la regeneración ósea sin perturbaciones. Entre los problemas clínicos al colocar el gel se encuentra el control del sangrado ya que es crucial para preservar las propiedades adhesivas de la membrana de PEG en el tejido óseo, la aplicación debe de ser rápida ya que puede obstruirse el aplicador, una vez solidificada la membrana no puede volver a colocarse. Estudios clínicos sobre el PEG no han revelado ninguna reacción anormal de tejidos blandos y biológicamente han demostrado formación ósea estadísticamente parecida a las membranas de colágeno.<sup>29</sup>

---

#### 5.4.2.8 Quitosano

El quitosano es un ingrediente importante en la medicina y la alimentación. Es un polisacárido que comprende copolímeros de glucosamina y N-acetilglucosamina, puede ser derivado por desacetilación parcial de la quitina de crustáceos. Además de las propiedades de biocompatibilidad, la degradación parece no tener toxicidad, su velocidad de degradación es apropiada además de tener propiedades hemostáticas y bacteriostáticas (inhibe crecimiento de bacterias Gram-negativas, bacterias Gram-positivas, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa) y *Streptococcus mutans*). La aplicación de gel de quitosano en pacientes con periodontitis crónica mostró reducción de inflamación gingival, debido a las propiedades antimicrobianas.<sup>30</sup>

Hasta ahora, la aplicación de las membranas de quitosano se encuentra todavía en la fase de ensayo animal, pero los resultados muestran un gran potencial en los procedimientos de RTG.<sup>31</sup>

### 5.5 Sustitutos óseos.

En un intento por mejorar los resultados en la RTG se han aplicado diversas técnicas quirúrgicas que utilizan membranas junto con injertos óseos u otros materiales de relleno de forma combinada. El fundamento biológico detrás del uso de injertos óseos o materiales aloplásticos para los enfoques regenerativos es la teoría de que estos materiales pueden servir como andamio para la formación de hueso (osteoconducción), contener las células formadoras de hueso (osteogénesis) o brindar sustancias óseas inductivas (osteoinducción).<sup>9</sup> **(Ver Tabla 5)**

Los diferentes materiales para injertos utilizados hasta ahora se pueden ordenar en cuatro categorías:

- 1- Injerto autógeno: injertos transferibles de una posición a otra del mismo individuo, este tipo de injerto comprende tipo I hueso cortical o tipo II esponjoso y medular, se obtiene de sitios intabucales o extrabucales.
- 2- Injertos alogénicos: injertos transferidos entre miembros genéticamente disimiles de la misma especie. Se han usado tipo I hueso medular y esponjoso congelados y tipo II hueso desecado congelado.
- 3- Injertos xenógenos: injertos tomados de un sitio donador de otra especie.
- 4- Materiales aloplásticos: materiales de implante sintéticos o inorgánicos utilizados como sustitutos de injerto óseo.<sup>2</sup>

<b>Tabla 5 Injertos y sustitutos óseos más utilizados en la regeneración periodontal.<sup>7</sup></b>	
<b>Materiales de origen óseo</b>	<b>Materiales no óseos</b>
Injerto de hueso vital	Orgánico,
•Autoinjertos	Dentina
De origen oral	Cemento
Coágulo óseo	Coral
Hueso remodelado del alvéolos pos-exodoncia.	
Tuberosidad, tramos edentulos.	Anorgánico (aloplásticos)
De origen extraoral	Sulfato de calcio
Croata iliaca	Fosfato cálcico (hidroxiapatita)
•Aloinjertos	Biocerámicas
Hueso congelado	Polímeros de polimetil-e hidroxietilmetacrilato
Hueso fresco de creta iliaca	Cristales bioactivos
<b>Injerto de hueso no vital</b>	
•Aloinjerto (origen humano)	
Hueso liofilizado	
Hueso liofilizado desmineralizado	
•Xenoinjertos (origen animal)	
Hueso anorgánico bovino	

## 5.6 Estimuladores biológicos.

En los últimos años la investigación se ha centrado en la aplicación de la ingeniería biomédica a la regeneración periodontal, especialmente con la utilización de mediadores biológicos que intentan imitar los procesos naturales que ocurren en la regeneración espontánea. El objetivo de estos nuevos enfoques en la terapéutica regenerativa sería el de seleccionar y mejorar la repoblación celular durante la curación de la herida periodontal.<sup>7</sup>

Los factores de crecimiento tienen el objetivo de restaurar hueso de soporte, ligamento periodontal y cemento. Los factores de crecimiento son una ayuda importante en la regeneración de tejidos periodontales. En la **Tabla 6** se muestra los efectos de los estimuladores biológicos utilizados para la ingeniería de tejidos periodontales.<sup>9</sup>

<b>Tabla 6. Efectos de los estimuladores biológicos utilizados para la ingeniería de tejidos periodontal.<sup>9</sup></b>	
<b>Factor de crecimiento</b>	<b>Efectos</b>
Factor de crecimiento derivado de plaquetas	Migración, proliferación y síntesis de la matriz de células mesenquimales.
Proteína morfogenética ósea	Proliferación y diferenciación de los osteoblastos y la diferenciación de ligamento periodontal en osteoblastos
Matriz derivada del Esmalte	Proliferación y síntesis de proteínas, formación de nódulos minerales en el ligamento periodontal, osteoblastos y cementoblastos.
Factor de crecimiento transformante- beta	Proliferación de cementoblastos y fibroblastos del ligamento periodontal
Factor de crecimiento insulínico-1( Insulin-like)	Migración celular, proliferación, diferenciación y síntesis de la matriz celular.
Factor de crecimiento de fibroblastos-2	Proliferación y unión de las células endoteliales y células del ligamento periodontal.

---

### 5.6.1 Derivados de la matriz del esmalte.

Las proteínas derivadas de la matriz del esmalte (Emdogain®) ha mostrado su capacidad para inducir regeneración periodontal. Durante el desarrollo de la raíz dentaria, la vaina epitelial de Hertwig deposita proteínas de la matriz del esmalte sobre la superficie de la dentina recién formada, estas proteínas son las que estimulan la diferenciación de las células mesenquimales a cementoblastos para que estos formen el cemento radicular, una vez que se ha formado la capa de nuevo cemento las fibras de colágena del ligamento periodontal se insertan a él. El derivado de la matriz del esmalte está constituido por un extracto de proteínas obtenidas a partir del diente de cerdo nonato, la mayor parte son amelogeninas, pero también se han identificado ameloblastina y enamelinina.<sup>7</sup>

Es utilizado como un complemento local para la cirugía periodontal para estimular la regeneración de los tejidos periodontales perdidos por la enfermedad periodontal. El efecto biológico del Emdogain® se produce a través de la estimulación local de factores de crecimiento y la expresión de citoquinas en los tejidos tratados, induciendo un proceso regenerativo que imita la odontogénesis. Ha sido empleado con éxito para restaurar ligamento periodontal, cemento, y hueso alveolar en pacientes con pérdida de inserción severa.<sup>32</sup>

El Emdogain® promueve una gama de actividades de las células:

- Proliferación y crecimiento de fibroblastos del ligamento periodontal mientras que inhibe la proliferación de las células epiteliales.
- Aumento de la síntesis de proteína de los fibroblastos del ligamento periodontal.

- Formación de nódulos mineralizados por los fibroblastos del ligamento periodontal.
- Crecimiento de células mesenquimales y liberación de los factores de crecimiento autocrinos de fibroblastos del ligamento periodontal.
- Estimula las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) a partir de macrófagos para inducir material como cemento a partir de células como fibroblastos.<sup>32</sup>

En el tratamiento de defectos intraóseos, el uso de Emdogain® en comparación con la terapia de reparación convencional, mostraron significativamente más ganancia en el nivel de inserción y reducción de la profundidad de bolsas periodontales.<sup>33</sup>

### **5.6.2 Plasma rico en plaquetas (PRP).**

El Plasma rico en plaquetas es una alternativa a los factores de crecimiento exógenos, es un compuesto de múltiples FGs endógenos que son capaces de estimular la proliferación y la diferenciación celular, lo que constituye el uso para la estimulación y aceleración de la regeneración de los tejidos. El PRP es seguro debido a su naturaleza autóloga, proporciona propiedades únicas para la remodelación de tejidos, cicatrización de heridas y la formación angiogénica.<sup>32</sup>

### **5.6.3 Factor de crecimiento recombinante derivado de plaquetas (rhPDGF-BB).**

Los factores de crecimiento recombinante humano preparados de plasma rico en plaquetas (PRP), se han convertido en valiosos adyuvantes en regenerativa periodontal.<sup>32</sup>

---

El factor de crecimiento derivado plaquetas (Factor  $R\beta$  Y  $R\alpha$ ) es un miembro de una familia de polipéptidos multifuncionales que se une a dos receptores de tirosina quinasa de la membrana celular, posteriormente ejerce sus efectos biológicos sobre la migración y proliferación celular, la síntesis de matriz extracelular y antiapoptosis.<sup>9</sup>

El factor de crecimiento derivado de plaquetas induce en el ligamento periodontal quimiotaxis celular, mitogénesis, síntesis de la matriz y adherencia a las superficies de dentina de los dientes. El factor de crecimiento derivado de plaquetas ha demostrado tener un impacto significativo sobre la regeneración celular del ligamento periodontal, así como sobre los osteoblastos.

GEM 21S<sup>®</sup> es el nombre comercial del factor de crecimiento humano recombinante derivado de plaquetas (rhPDGF-BB) con una matriz osteoconductora (beta fosfato tricálcico,  $\beta$ -TCP).<sup>9</sup>

El PRP regula la hemostasia, libera una multitud de GFs incluyendo PDGF, TGF- $\beta$ , FGF, IGF-1, VEGF. Mejora la curación de heridas y regeneración de tejidos. Juega un papel en el mecanismo de defensa del huésped en el sitio de la herida mediante la producción de proteínas de señalización que atraen macrófagos.<sup>32</sup>

#### **5.6.4 Proteínas morfogenéticas óseas (BMPs).**

Las proteínas morfogenéticas óseas son polipéptidos multifuncionales que pertenecen a la superfamilia de factores de crecimiento transformante del factor beta de las proteínas. Se unen a receptores de tipo I y tipo II. El receptor tipo I proteína cinasa, fosforila sustratos de señalización intracelular llamadas Smads. Los Smads son proteínas morfogenéticas óseas de señalización que entran en el núcleo e inician la producción de proteínas de la matriz ósea, dando lugar a la morfogénesis ósea.<sup>9</sup>

---

Las proteínas morfogenéticas óseas son las reguladoras de la formación de cartílago y hueso durante el desarrollo embrionario y la regeneración en la vida postnatal. Las investigaciones indican que las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) 2 y 4 intervienen en la morfogénesis de los dientes (INFUSE<sup>®</sup> elaborado de rhBMP-2).<sup>9</sup>

### **5.6.5 Hormona paratiroidea.**

La Hormona paratiroidea (HPT) es un importante mediador de la remodelación ósea y regulador esencial de la homeostasis del calcio. Los niveles elevados de HPT aumentar el recambio óseo, ya sea aumentando o disminuyendo la osteoclastogénesis del esqueleto dependiendo del patrón y duración de la elevación. Además de los efectos catabólicos de HPT (activación de la resorción ósea), ahora se reconoce que la administración intermitente de HPT tiene efectos anabólicos (promoción de formación de hueso) si se utiliza en dosis bajas.<sup>32</sup>

### **5.6.6 Péptido de unión celular (P-15).**

El ácido amino A15 es sintetizado a partir del colágeno (P-15) se ha incorporado en un sustituto ósea bovino inorgánico (PepGen P-15<sup>®</sup>, DENTSPLY) para imitar los componentes de la matriz ósea, es comercializado ya sea como un soporte de hidrogel o en forma de partículas. Su efecto es positivo en la curación de defectos óseos corticales, promueve la supervivencia celular regulando la apoptosis, modula la proliferación de ARNm y estimula la síntesis de los factores de crecimiento celular del ligamento periodontal, mejorando por lo tanto la curación de heridas de defectos periodontales.<sup>32</sup>

## **5.7 Procedimientos combinados.**

Se ha sugerido una terapia regenerativa combinada que consiste en membranas periodontales más injerto óseo, esta terapia puede dar mejores resultados.<sup>8</sup>

En un intento por mejorar los resultados en la RTG se han aplicado diversas técnicas quirúrgicas que utilizan membranas junto con injertos óseos u otros materiales de relleno de forma combinada. En la bibliografía se encuentran multitud de trabajos que estudian combinaciones muy diversas de materiales y tipos de membranas.<sup>7</sup>

Muchos clínicos han propuesto una combinación de diferentes técnicas en un intento por mejorar los resultados. El uso combinado de productos osteopromotores, junto con hueso autógeno con una cobertura de membrana, han producido un porcentaje mayor de casos con una nueva inserción y reconstrucción periodontal exitosa.<sup>1</sup>

## 6 TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA RTG.

Regeneración Periodontal: Regeneración de los tejidos de soporte del diente: hueso alveolar, ligamento periodontal y cemento radicular.<sup>5</sup>

### Fase prequirúrgica.

- Selección apropiada del paciente (diagnóstico clínico y radiográfico) (**Ver Fig. 3**)
- Comprobar la higiene oral antes del procedimiento RTG
- Enjuague bucal de clorhexidina antes de la cirugía.<sup>11</sup>



Fig.3 Diagnóstico apropiado mediante revisión clínica y radiográfica<sup>9</sup>

### Fase quirúrgica.

#### Diseño del colgajo

- Diseño con incisiones sulculares.
- Extender incisiones al menos un diente en mesial y distal del defecto.
- Utilizar técnicas de preservación de papila.<sup>1</sup>
- El acceso quirúrgico al defecto intraóseo se selecciona entre 3 diferentes abordajes quirúrgicos: el colgajo simplificado de preservación de papila (SPPF, Cortellini et al 1999), la técnica modificada de preservación de papila (MPPT, Cortellini et al 1995) y la incisión crestal (Cortellini y Tonetti 2000).<sup>34</sup>

- El colgajo simplificado de preservación de papila, se elige siempre que la anchura del espacio interdental es de 2 mm o menos, se mide a nivel de la porción supracrestal de la papila. La técnica modificada de preservación de papila se utiliza en sitios con una anchura interdental superior a 2 mm; la incisión crestal se aplica al lado de una zona desdentada.<sup>34</sup>
- Elevar colgajo de espesor total. **(Ver Fig. 4)**
- Exponer de 3-5 mm la cresta ósea en todo el defecto.
- Utilización de incisión vertical cuando sea necesario para obtener acceso al defecto.<sup>11</sup>



Fig. 4 Diseño de colgajo de espesor total para visibilidad del defecto óseo.<sup>9</sup>

#### **Desbridamiento del defecto**

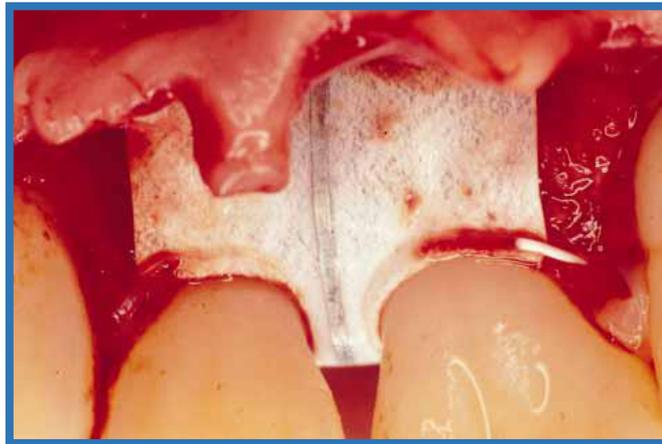
- Retirar todo el tejido blando del defecto.
- Limpiar cuidadosamente la superficie radicular con instrumentos manuales o eléctricos.
- Se puede aplicar algún producto químico a la superficie de la raíz.<sup>11</sup>

#### **Selección de la membrana**

- Defectos anchos (1 y 2 paredes): membrana autoportante no absorbible o membranas bioabsorbible compatibles con un relleno.
- Defectos estrechos (2 y 3 paredes): membranas bioabsorbible.
- Seleccione la forma comercial más adecuada.<sup>34</sup>

## Corte y manipulación de la membrana

- Uso de guantes sin polvo estériles.
- Reducir al mínimo la manipulación; utilizar plantilla.
- No retire la parte del cuello, ya que puede contribuir a la adaptación más fácil y la integración del tejido (sólo para membranas no absorbibles).
- Recortar la membrana para asegurarse de que se encuentra de forma pasiva y cubre el defecto completamente. **(Ver Fig. 5)**
- La membrana debe extenderse por lo menos 3 mm más allá del defecto.
- Cuando se coloca contra la superficie de la raíz, garantizar la adaptación de forma segura contra la superficie de la raíz.
- Asegúrese de que no hay bordes afilados en la membrana a causa del corte.<sup>11</sup>



**Fig. 5 Adaptación de una membrana de PTFEE con refuerzo de titanio, cubre completamente el defecto óseo.<sup>8</sup>**

## Injerto óseo.

Colocación de un sustituto óseo autógeno, alogénicos, xenógenos o materiales aloplásticos para rellenar el defecto periodontal, solo o en combinación con estimuladores biológicos.<sup>2</sup> **(Ver Fig. 6)**



**Fig. 6** Colocación de sustituto óseo en combinación con factores de crecimiento recombinante derivado de plaquetas (Gem 21s<sup>®</sup>).<sup>9</sup>

### **Estabilización de membrana**

- Estabilizar la membrana con suturas hondas alrededor de los dientes asociados al defecto.
- Utilizar suturas absorbibles con membranas bioabsorbible.<sup>11</sup>

### **Cierre primario del colgajo (sin tensión)**

- Permitir el posicionamiento coronal adecuado del colgajo para el cierre sin ninguna tensión. **(Ver Fig. 7)**
- Utilice una técnica de sutura de bicapas. Utilice puntos de colchonero horizontales internos para aliviar la tensión residual.
- Cierre del espacio interdental con:
  - Puntos de colchonero vertical interno cuando la papila es gruesa.
  - Técnica de sutura interrumpida simple cuando la papila es delgada.<sup>34</sup>



**Fig. 7** Cierre primario del colgajo sin tensión.<sup>9</sup>

---

---

## Cuidados postoperatorios.

- No aplique ningún apósito periodontal.
  - Enjuagues de clorhexidina (0,12%) después de la cirugía 3 veces / día, mantener hasta que se reanude la higiene oral normal.
  - Prescribir analgésicos (evitar AINEs que inhiban la agregación plaquetaria como el ácido acetilsalicílico y sus derivados) y antibióticos, si se considera necesario.
  - Evitar la masticación en el área tratada.
  - Alimentos con dieta blanda.
  - Recomendaciones de higiene y mantenimiento.
  - Retirar las suturas después de 1 semana.
  - Visitas de revaloración.<sup>11</sup>
- 
- **Membranas Bioabsorbibles:** instruir a los pacientes para reanudar cepillado dental normal y limpieza interdental en la semana 6, interrumpir enjuague de clorhexidina y reanudar gradualmente la masticación en la zona.
  - **Membranas no absorbibles:** reanudar el cepillado de dientes normal y limpieza interdental a las 3 semanas después de la eliminación de la membrana, reanudar gradualmente la masticación en la zona tratada.

## Eliminación de la membrana (sólo no absorbible).

- Lo ideal sería eliminar la membrana en la semana 6.
- Evitar la infiltración local con alto porcentaje de vasoconstrictores.
- Exponer la membrana realizando incisión subgingival y colgajo de preservación de papila.
- Retire la membrana con cuidado, con una tracción apico-coronal.
- Limpiar el área.
- No tocar el tejido regenerado.<sup>11</sup>

- Cerrar el colgajo para cubrir completamente el tejido regenerado.
- Aplicar suturas simples.
- Si una dehiscencia del colgajo no permite la cobertura del tejido regenerado, coloque un injerto gingival libre.
- indicar al pacientes las indicaciones de mantenimiento.<sup>11</sup>

## 6.1 Complicaciones quirúrgicas.

**El daño en el colgajo:** es la consecuencia de una incisión errónea que conduce a la reducción de los suministros vasculares y eventualmente, necrosis de tejido blando. Consecuentemente abra una inadecuada cicatrización de los tejidos blandos y exposición de la membrana, lo que ocasiona que el procedimiento de regeneración falle.

Liberar las aletas vestibulares y linguales es un paso crítico para la gestión de los tejidos blandos en los procedimientos de regeneración. La razón reside en una sutura libre de tensión.<sup>35</sup>

**Las complicaciones neurológicas:** Son reportadas lesiones en el nervio mentoniano en la mandíbula y al nervio infraorbitario en el maxilar superior. La lesión del nervio es la consecuencia de un traumatismo directo en las fibras nerviosas, que pueden causar efectos sensoriales temporales o permanentes (anestesia, parestesia o disestesia).

**Complicaciones vasculares:** Se toman en cuenta los términos de edema y Hemorragia en el espacio sublingual. El espacio sublingual es una zona delicada entre el músculo milohioideo, la mandíbula, el geniohioideo y geniogloso, contiene importantes estructuras anatómicas como la arteria sublingual, la arteria milohioidea, el nervio lingual, conductos de Wharton, la glándula Sublingual, y algunas fibras musculares extrínsecas de la lengua.<sup>35</sup>

---

---

## 6.2 Complicaciones postoperatorias.

- Las complicaciones en los procedimientos de regeneración tisular guiada son frecuentes. La exposición de la membrana se ha reportado en muchas investigaciones por ser la principal complicación con una prevalencia en el rango de 70 a 80%. El control de exposición de la membrana es de gran importancia para los resultados clínicos, ya que en muchos estudios las membranas expuestas han demostrado ser contaminada con bacterias.
- En caso de exposición sin infección, un hisopo de algodón con clorhexidina se puede utilizar para limpiar la membrana.
- Para la exposición con infección, un antibiótico de elección se administra al paciente.
- Instruir al paciente para evitar cualquier cepillado directo sobre los tejidos blandos.
- Aumentar el protocolo de enjuagues de clorhexidina.
- Para las membranas no absorbibles, se aconseja la remoción temprana cuando la exposición continúa ampliándose o dura más de una semana, la inflamación es persistente y cuando hay exudado o desprendimiento del colgajo.
- Para las membranas absorbibles: esperar a que la membrana se absorba (si se produce una exposición).<sup>11</sup>
- Son comunes las complicaciones postoperatorias como inflamación, eritema, supuración, descamación o perforación del colgajo, exfoliación de la membrana y dolor postoperatorio. Un investigación informó la prevalencia de dolor (16% de los casos), supuración (11%), inflamación y desprendimiento de la porción marginal del colgajo (7%).<sup>8</sup>

## 7 CONCLUSIONES

La RTG es una opción en el tratamiento periodontal para poder restituir los tejidos perdidos a causa de la enfermedad periodontal. Pero sigue siendo una técnica en constante evolución, con los avances en nuevos materiales de injerto, membranas y estimuladores biológicos, que ayudan al clínico a obtener mejores resultados.

Hay que tener en cuenta todos los factores tanto intrínsecos como extrínsecos relacionados con el paciente, el defecto óseo y la técnica quirúrgica, que pueden llevar a un tratamiento erróneo.

Aunque todos los materiales inducen la regeneración periodontal y dan como resultado una ganancia de inserción clínica, así como una reducción en la profundidad de las bolsas periodontales, los resultados en la regeneración periodontal no son predecibles y pueden variar de acuerdo al paciente y a los materiales utilizados. El conocimiento de estos logra una terapia regenerativa eficaz.

Las investigaciones y estudios de nuevos materiales proporcionan buenas perspectivas para la regeneración periodontal en el futuro, por el momento la terapia combinada es el mejor procedimiento para lograr la regeneración periodontal.

La regeneración tisular guiada es una opción conservadora que el paciente tiene para llegar a la salud oral, apegándose exhaustivamente a un seguimiento y mantenimiento periódicos.

---

---

## 8 FUENTES DE INFORMACIÓN.

- 1) Newman M, Carranza F, Takei H, et al. Periodontología clínica de Carranza. 10a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2010. pp 103-104, 452-464, 973, 982.
- 2) Lindhe J, Karring T, Niklaus P. Periodontología clínica e implantología odontológica. 5a ed. México: Médica Panamericana; 2009. pp 285, 295, 296, 552.
- 3) Wikesjö E, Selvig K. Periodontal wound healing and regeneration. Periodontology 2000. 1999 Feb.; 19(1):21–39.
- 4) Vernal R. Regeneración Tisular Guiada. Una Visión Actualizada. Revista Dental de Chile. 2001 Mzo.; 92(3):33-44.
- 5) The American Academy of Periodontology. Glossary of periodontal terms. in periodontology. Glossary of periodontal terms. 4a ed. Estados Unidos de America, Michigan: Supplements to the journal of periodontology; 2001.
- 6) Shue L, Yufeng Z y Mony U., Biomaterials for periodontal regeneration, Biomater. 2012 Oct; 2(4): 271–277.
- 7) Alpiste F, Buitrago P, Grado P, et al. Periodontal regeneration in clinical practice. Med. oral patol. oral cir. bucal. 2006 Jul.; 11(4):E382- E392.
- 8) Cortellini T, Tonetti M. Focus on intrabony defects. Periodontol 2000. 2000 Feb.; 22(1):104–132.
- 9) Ramseier C, Rasperini G, Batia S, et al. Advanced reconstructive technologies for periodontal tissue repair. Periodontol 2000. 2012 Abr; 59(1):185–202.

- 10) Murphy K, Gunsolley J. Guided Tissue Regeneration for the Treatment of Periodontal Intrabony and Furcation Defects. A Systematic Review. *Ann Periodontol.* 2003 Dic; 8 (1):266-302.
- 11) Cortellini P. Technical Tips to Increase Predictability When Using GORE Regenerative Membranes in Intrabony Defects. *W. L. Gore & Associates. Italia.* 2005 Ag.;1:1-4.
- 12) Sculean A, Nikolidakis D , Schwarz F. Regeneration of periodontal tissues: combinations of barrier membranes and grafting materials-biological foundation and preclinical evidence A systematic review. *J Clin Periodontol.* 2008; 35(8):106-116.
- 13) Bottino M, Vinoy T, Gudrun S, et al. Recent advances in the development of GTR/GBR. *Dental materials.* 2012 En; 28:703-721.
- 14) Susin C, Wikesjö E. Regenerative periodontal therapy: 30 years of lessons learned and unlearned. *Periodontol 2000.* 2013 Jun.; 62(1):232–242.
- 15) Trombetti L , Scabbia A, Zangari F. et al. Effect of Tetracycline HCl on Periodontally-Affected Human Root Surfaces. *J Periodontol.* 1995 Ag.;66(8):685-91
- 16) Sigurdsson TJ, Hardwick R, Bogle GC, Wikesjö UM. Periodontal repair in dogs: space provision by reinforced ePTFE membranes enhances bone and cementum regeneration in large supraalveolar defects. *J Periodontol.* 1994 Abr;65(4):350-356.
- 17) Aurer A, Srdjak . Membranes for Periodontal. *Acta Stomatol Croat.* 2005 mayo; 39(1): 107-112.
- 18) Tu YK, Tugnait A, Clerehugh V. Is there a temporal trend in the reported treatment efficacy of periodontal regeneration? A meta-analysis of randomized-controlled trials. *J Clin Periodontol.* 2008 Feb; 35(2):139-146.

- 
- 19) Ronda M, Rebaudi A, Torelli L, et al. Expanded vs. dense polytetrafluoroethylene. *Clin. Oral Impl. Res.* 2014 Jul; 25(7):859-66.
  - 20) Carbonell JM, Martín IS, Santos A, et al. High-density polytetrafluoroethylene membranes in guided bone and tissue regeneration procedures: a literature review. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2014 En;43(1):75-84.
  - 21) Almazrooa SA, Noonan V, Woo SB. Resorbable collagen membranes: histopathologic features. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014 Ag;118(2):236-240.
  - 22) Zubery Y, Nir E, Goldlust A. Ossification of a collagen membrane cross-linked by sugar: a human case series. *J Periodontol.* 2008 Jun;79(6):1101-1107.
  - 23) Zohar R, Nemcovsky CE, Kebudi E, et al. Tetracycline impregnation delays collagen membrane degradation in vivo. *J Periodontol.* 2004 Ag;75(8):1096-1101.
  - 24) Moses O, Nemcovsky CE, Tal H, et al. Tetracycline modulates collagen membrane degradation in vitro. *J Periodontol.* 2001 Nov;72(11):1588-1593.
  - 25) Bunyaratavej P, Wang HL. Collagen membranes: a review. *J Periodontol.* 2001 Feb;72(2):215-229.
  - 26) Christgau M, Bader N, Felden A, et al. Guided tissue regeneration in intrabony defects using an experimental bioresorbable polydioxanon (PDS) membrane A 24-month split-mouth study. *J Clin Periodontol.* 2002 Ag;29(8):710-723.
  - 27) Jung RE, Zwahlen R, Weber FE, et al. Evaluation of an in situ formed synthetic hydrogel as a biodegradable membrane for guided bone regeneration. *Clin Oral Implants Res.* 2006 Ag;17(4):426-433.

- 28) Ohayon L. Guided Bone Regeneration Using a Synthetic Polyethylene Glycol Hydrogel Membrane Over a Bone Substitute Material After Immediate Placement of a Non-Submerged Implant. *J Periodontol.* 2014 May;4(2):65-71.
- 29) Jung RE, Lecloux G, Rompen E, et al. A feasibility study evaluating an in situ formed synthetic biodegradable membrane for guided bone regeneration in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Feb; 20(2):151-161.
- 30) Shue L, Yufeng Z, Mony U. Biomaterials for periodontal regeneration A review of ceramics and polymers. *Biomater.* 2012 Oct-Dic; 2(4):271-277.
- 31) Xu C, Lei C, Meng L, et al. Chitosan as a barrier membrane material in periodontal tissue regeneration. *J Biomed Mater Res.* 2012 Jul;100(5):1435-1443.
- 32) Chen FM, Zhang J, Zhang M, et. al. A review on endogenous regenerative technology in periodontal regenerative medicine. *Biomaterials.* 2010 Nov;31(31):7892-7927.
- 33) Koop R, Merheb J, Quirynen M. Periodontal regeneration with enamel matrix derivative in reconstructive periodontal therapy: a systematic review. *J Periodontol.* 2012 Jun;83(6):707-720.
- 34) Cortellini P. A strategy to select the ideal regenerative procedure in the treatment of intrabony defects. *Accademia Toscana di Ricerca Odontostomatologica, Firenze, Italy;* 1:1-28.
- 35) Fontana F, Maschera E, Rocchietta I, et al. Clinical classification of complications in guided bone regeneration procedures by means of a nonresorbable membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Jun; 31(3):265-273.