



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Odontología

MATERIALES DE REGENERACIÓN PERIODONTAL: INDICACIONES Y USOS

Madrid, curso 2022/2023

Número identificativo: **55**

RESUMEN

Introducción: La regeneración periodontal permite restaurar la función y la morfología original del periodonto. Se basa sobre la capacidad de excluir las células epiteliales del sitio y permitir el acceso de las células progenitoras del periodonto, lo cual es posible a través de la regeneración periodontal guiada que se sirve de distintos materiales. Estos se pueden dividir en tres grupos: barreras (membranas), rellenos (injertos óseos) y agentes biológicos.

Objetivos: El principal objetivo de esta revisión es analizar y estudiar los diferentes materiales de regeneración. Los objetivos secundarios son: definir las formas de empleo y describir las indicaciones de los materiales del primer objetivo.

Materiales y métodos: Para la búsqueda bibliográfica se han utilizado bases de datos como PubMed y MEDLINE, los archivos de Periodontology 2000 y de Journal of Periodontology. Los artículos tienen fechas de publicación entre el 2010 y 2023. Se han encontrado un total de 80 artículos. Finalmente, se han seleccionado 39 de estos.

Discusión de resultados: Se han estudiado los siguientes materiales: injertos óseos autólogos en bloque y particulado, xenoinjerto óseo con membrana reabsorbible, aloinjerto con membrana no reabsorbible, L-PRF con injerto autólogo particulado, injerto aloplástico "beta-fosfato tricálcico" (β -TCP) con el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF) y proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD). También, se han definido las formas de empleo y las indicaciones de estos. Por último, se ha descrito la elevación de seno mediante la técnica de la ventana lateral, así como las técnicas para la expansión de la cresta alveolar.

Conclusiones: La revisión ha demostrado que existen numerosos materiales para la regeneración y, para poder describirlos, se ha tenido que realizar una selección. En cuanto a la necesidad de elevación de colgajos, al uso de minitornillos y al cierre primario muchos materiales han coincidido en la técnica. Sin embargo, cada defecto y cada material presentan sus propias técnicas de empleo e indicaciones.

Palabras clave: "odontología", "periodontal tissue regeneration", "materials", "guided bone regeneration".

ABSTRACT

Introduction: Periodontal regeneration allows the restoration of the original function and morphology of the periodontium. It is based on the ability to exclude epithelial cells from the site and allow access for periodontal progenitor cells, which can be achieved through guided periodontal regeneration using various materials. These materials can be divided into three groups: barriers (membranes), fillers (bone grafts), and biological agents.

Objectives: The main objective of this review is to analyse and study the different regeneration materials. Secondary objectives are to define the methods of use and describe the indications for the materials in the primary objective.

Materials and methods: PubMed, MEDLINE, Periodontology 2000, and Journal of Periodontology were used for the literature search. Articles published between 2010 and 2023 were included, resulting in a total of 80 articles, of which 39 were selected for final analysis.

Results discussion: The following materials were studied: autologous block and particulate bone grafts, xenograft bone with resorbable membrane, allograft with non-resorbable membrane, L-PRF with particulate autogenous bone graft, synthetic alloplastic β -tricalcium phosphate (β -TCP) graft with platelet-derived growth factor (PDGF) and enamel matrix derivative (EMD) proteins. The methods of use and indications for each of these materials were also defined. Lastly, sinus lift with the lateral window technique and techniques for alveolar crest expansion were described.

Conclusions: The review has demonstrated that there are numerous materials available for regeneration, and a selection had to be made in order to describe them. Regarding the need for flap elevation, the use of mini-screws, and primary closure, many materials coincided in technique. However, each defect and material have their own specific techniques of use and indications.

Keywords: "dentistry", "periodontal tissue regeneration", "materials", "guided bone regeneration".

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 La clasificación de la enfermedad periodontal	2
1.2 Clasificación y características de los defectos periodontales	2
1.3 Reparación y regeneración tisular.....	3
1.4 Regeneración periodontal guiada	5
1.5 Principios de los materiales de barrera	7
1.6 Procesos característicos de la regeneración ósea	7
1.7 Presentación de los injertos óseos	8
1.8 Presentación de las membranas	10
1.9 Presentación de los agentes biológicos o sustancias bioactivas.....	11
2. OBJETIVOS	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	15
4.1 Injerto óseo autólogo en bloque y particulado.....	16
4.2 Xenoinjerto óseo con membrana reabsorbible	19
4.3 Aloinjerto con membrana no reabsorbible.....	21
4.4 L-PRF con injerto autólogo particulado	23
4.5 Injerto aloplástico “beta-fosfato tricálcico” (β -TCP) con el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF).	26
4.6 Proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD)	28
4.7 Otras indicaciones y técnicas para la regeneración periodontal	29
4.7.1 Evidencias sobre la técnica de elevación del seno maxilar con materiales de regeneración.....	29
4.7.2 La expansión de la cresta alveolar mediante las técnicas “Book flap” y “Island Flap”	30
5. CONCLUSIONES	32
6. BIBLIOGRAFÍA	34
7. ANEXOS	37

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad periodontal es una patología frecuente entre los pacientes que se atienden en la consulta odontológica, por lo que es un tema sumamente tratado en la literatura bibliográfica y en los estudios científicos. Se evidencia que la periodontitis crónica presenta una prevalencia del 47% en adultos norteamericanos, aproximadamente un 39% en España y, según un estudio mexicano, hasta un 60% de la población estudiada.(1) Se puede afirmar que entre el 20% y el 50% de la población mundial sufre de enfermedades relacionadas con la periodontitis y un 10% sufre de esta de forma severa.(2)

En el momento en que se habla de esta patología se están analizando determinadas partes anatómicas del aparato estomatognático: cemento, ligamento periodontal, encía y hueso alveolar. Estas zonas forman un conjunto, una unidad funcional, que se denomina periodonto.(3)

Cuando los microorganismos de la placa bacteriana y sus toxinas invaden estos tejidos de forma crónica se produce una inflamación (Figura 1). Los estudios microbiológicos han individuado asiduamente la presencia de algunas bacterias como *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella denticola* y *Prevotella intermedia* en las patologías periodontal.(4)

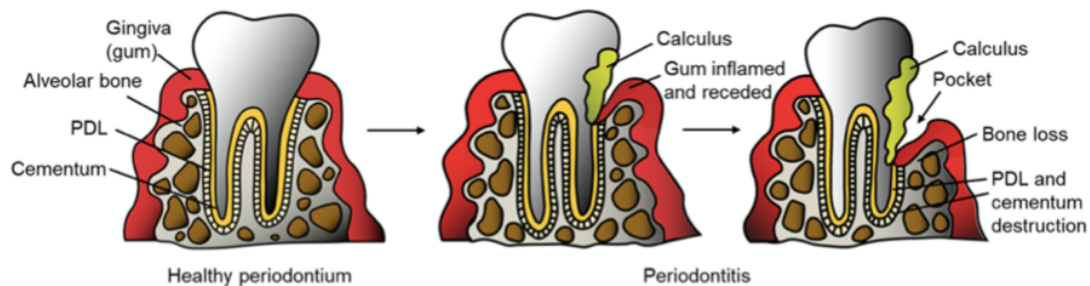


Figura 1. Anatomía del periodonto y efectos de la inflamación crónica.(5)

El aumento del aporte sanguíneo, derivado de la inflamación, intensifica la presencia de leucocitos y antitoxinas en los tejidos. El sondaje de estos tejidos producirá sangrado: este estado se define como gingivitis. Si no se trata esta condición, se instaurará la periodontitis. Empezará la fase de destrucción lenta y continua del periodonto, hasta afectar los tejidos más profundos, como es el hueso. Se formarán bolsas periodontales y cálculo subgingival (Figura 1). Esta disminución del tejido de soporte del diente se

traduce en un aumento de la movilidad dental.(6) Y cuando la movilidad es excesiva y la inserción del diente en el hueso es crítica, la consecuencia será la pérdida del diente. Este acontecimiento conlleva la progresiva reabsorción del hueso alveolar entre un 40% y un 60% durante los tres años siguientes a la pérdida.(7)

La reabsorción que se produce puede tener consecuencias tanto a la hora de la rehabilitación protésica, como a nivel fisiológico y estético. Por lo tanto, es de vital importancia conseguir mantener una cantidad de hueso adecuada para poder tener más opciones de tratamiento, facilitar la rehabilitación y evitar operaciones invasivas.

Es por último que, la regeneración periodontal es una opción válida a fin de restablecer la correcta cantidad de tejido necesario para la rehabilitación protésica y también para los defectos que la enfermedad periodontal ha causado.

1.1 La clasificación de la enfermedad periodontal

Hasta el 1999 la periodontitis se clasificaba mediante tres categorías: agresiva, crónica y derivada de enfermedades sistémicas. A partir del 2017 se instaura una nueva clasificación que permite tener en cuenta una mayor cantidad de factores, y es considerada como más eficaz para conocer la dificultad del tratamiento y el pronóstico del caso. Se divide en cuatro estadios (I, II, III y IV), que describen la gravedad y complejidad, y en tres grados (A, B y C) considerando factores radiológicos, biológicos y hábitos que pueden influir en el progreso de la enfermedad. Asimismo, siempre hay que clasificar la enfermedad periodontal como generalizada o localizada, en base a la cantidad de piezas involucradas (afectación mayor o menor del 30% de las piezas).(8)

1.2 Clasificación y características de los defectos periodontales

Los procesos destructivos que se producen con el avance de la periodontitis desarrollan defectos óseos alrededor de uno o más dientes. Dependiendo de la modalidad de pérdida de hueso se clasifican en tres categorías: defectos supraóseos (o horizontales), intraóseos (o verticales) e interradiculares, también conocidos como defectos en la furca.

Los *defectos horizontales* presentan pérdida ósea más o menos homogénea a lo largo de la cresta alveolar de una arcada sin invadir hacia apical.

Los *defectos verticales* son aquellos con mayores probabilidades de regeneración, se caracterizan por tener una pérdida ósea localizada y hacia apical del diente. En base a las paredes de hueso alveolar que quedan se pueden clasificar en defectos verticales de tres paredes (los de mejor pronóstico de tratamiento), de dos paredes, de una pared y circunferenciales (cuando no hay paredes alrededor del diente) (Figura 2).(9)



Figura 2. Defectos verticales en base a las paredes (tres, dos y una) y defecto circunferencial.(9)

Los *defectos interradiculares* se caracterizan por lesiones en la furca de dientes multirradiculares y se pueden clasificar, según Goldman (1958), en tres grados dependiendo del sondaje: I, II, III.(10)

Es de fundamental importancia, a la hora de seleccionar un defecto para regenerarlo, evaluar todas las características de este para poder determinar el conjunto de dificultades del caso y si hay posibilidades de éxito del tratamiento.

1.3 Reparación y regeneración tisular

Una vez diagnosticada la periodontitis el primer tratamiento que se suele realizar es el tratamiento periodontal básico que consiste en la eliminación completa de la placa y del cálculo supra y subgingival mediante curetas y ultrasonidos. Durante esta fase, es importante realizar un correcto raspado y alisado para desbridar las superficies dentales. A veces el tratamiento periodontal básico se acompaña de antibioterapia.(11) Con este procedimiento se pretende reducir la inflamación persistente provocada por las bacterias y corregir los defectos anatómicos que la enfermedad ha desarrollado.(12) Algunos casos menos favorables necesitan un tratamiento más específico e invasivo, adicional al tratamiento periodontal básico: la cirugía periodontal. Esta consiste en la realización de un colgajo para acceder a las superficies dentales y óseas afectadas por la

enfermedad. De esa forma se puede realizar una limpieza profunda del defecto, quitar así todo el tejido de granulación y remodelar la superficie del hueso.(2,11,13)

Estos tratamientos permiten que haya una cicatrización de los tejidos epiteliales formando un epitelio largo de unión que invade la zona donde un tiempo se insertaban las fibras del ligamento periodontal, excluyendo entonces la nueva inserción de fibras provenientes del tejido conectivo hacia el cemento radicular. Esta condición se conoce como reparación tisular.(12)

La reparación tisular no devuelve completamente la misma anatomía y fisiología que un determinado tejido presentaba antes de la enfermedad, solamente desarrolla una curación y una cicatrización fibrosa de este.(14)

No obstante, restaurar la misma función y morfología inicial del periodonto es el principal objetivo de la regeneración tisular, tratando no solo de reparar los tejidos, si no de renovar la capacidad de desarrollar sus funciones.(2)

Según Cortellini y Tonetti los objetivos de la regeneración periodontal son: restaurar la inserción del ligamento periodontal al cemento, aumentar la cantidad del hueso alrededor de un diente que presenta un defecto y disminuir la profundidad de la bolsa.(15) La regeneración se basa sobre la capacidad de “seleccionar” las células específicas que tienen que desarrollarse en el sitio y evitar la formación e infiltración del tejido epitelial a lo largo de la raíz del diente (Figura 3).(12) Siendo la exclusión de las células epiteliales, lo que permite el acceso de las células progenitoras del ligamento a la superficie de la raíz, para que colonicen y se desarrollen.(16)

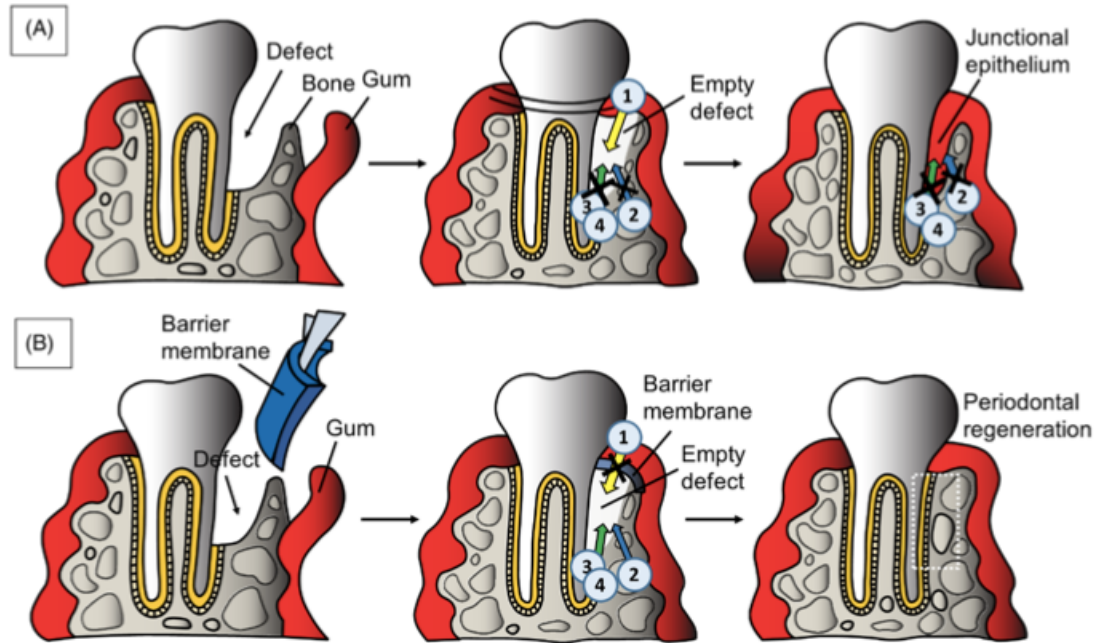


Figura 3. Diferencias entre reparación periodontal (A) y regeneración periodontal (B).(5)

Se empieza a hablar de conceptos de regeneración en los años setenta gracias a varios estudios en animales, pero solo a partir de 1982 se han utilizado técnicas regenerativas sobre humanos. Los primeros fueron Nyman y colaboradores que emplearon un filtro de acetato en un colgajo para facilitar la formación de células del ligamento periodontal. Posteriormente en 1986 Gottlow y colaboradores demostraron la formación de nuevo cemento insertado por fibras en dientes tratados con regeneración.(12,17) De ahí en adelante, los estudios y las aplicaciones sobre las técnicas regenerativas han ido desarrollándose e investigándose.

1.4 Regeneración periodontal guiada

Al término de regeneración tisular se añade la palabra “guiada”, porque lo que intenta buscar la regeneración es guiar el crecimiento de las células progenitoras específicas del ligamento periodontal, del cemento y del hueso, excluyendo a su vez las células epiteliales que podrían infiltrarse comprometiendo la funcionalidad del periodonto regenerado. Las células epiteliales tienen la capacidad de desarrollarse más rápidamente que las células progenitoras, es por esta razón que se crea el epitelio largo de unión.

Para restablecer una estructura funcional es necesaria la diferenciación de las células madre en fibroblastos del ligamento, en cementoblastos y en osteoblastos. (5) Al fin de alcanzar esta diferenciación se precisa aislar el coágulo y crear un espacio donde las células progenitoras puedan progresar.(18)

Los materiales empleados para la regeneración periodontal son numerosos, varios y diferentes uno del otro. Estos materiales se pueden dividir en tres grupos: de barrera, de relleno y agentes biológicos (Figura 4).

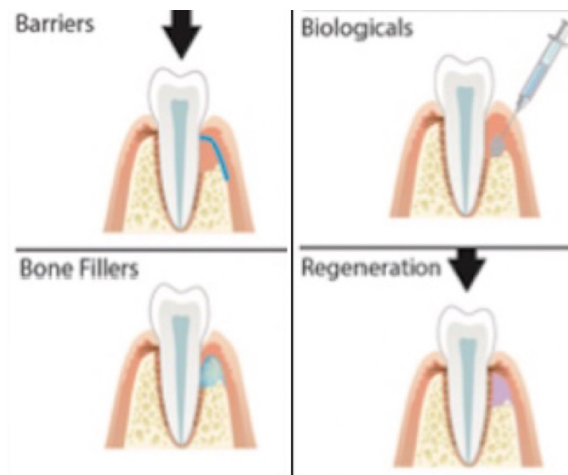


Figura 4. Materiales de barrera, de relleno y agentes biológicos para regeneración.(19)

Los *materiales de barrera* sirven para detener el crecimiento del epitelio hacia el defecto manteniendo el espacio y aislando el coágulo. Estos materiales son las membranas.

Los *materiales de relleno* tienen como fin crear un andamiaje, mantener el espacio y estabilizar el coágulo sanguíneo. Los injertos óseos hacen parte de este grupo.

Los *agentes biológicos* son materiales que pueden ponerse directamente en el defecto y tienen actividad biológica que ayuda al desarrollo de las nuevas células, favorecen la proliferación de las células del ligamento y de los osteoblastos, también estimulan la cementogénesis.(19,20)

Con el fin de conseguir una regeneración periodontal exitosa es necesario respetar los principios del "PASS" que comprenden:

- "Primary wound closure": significa que se precisa de un cierre primario de la herida y que las suturas no tendrán que crear ninguna tensión.
- "Angiogenesis": formación de una red sanguínea que aporte oxígeno y nutrientes.

- “Space creation y maintenance”, lo que se traduce como proporcionar espacio y evitar el colapso de los materiales empleados.
- “Stability of the wound clot”, o en otras palabras, estabilizar y estimular la formación del coágulo de la herida.(21)

Las técnicas de regeneración periodontal no solo encuentran empleo en los tratamientos de defectos generados por periodontitis sino también en cirugías preprotésicas, periimplantarias y en casos de estética.

1.5 Principios de los materiales de barrera

Para que las membranas actúen correctamente una vez insertadas en el sitio quirúrgico tienen que cumplir diferentes criterios, los siguientes:

- Biocompatibilidad: no tienen que desarrollar en el paciente procesos de respuestas inmunitarias, sensibilidades o inflamaciones. Además, tendrán que integrarse bien con el tejido huésped sin crear dehiscencias y sellar adecuadamente la cavidad.
- Crear, mantener el espacio y soportar las fuerzas de los tejidos alrededor.
- Evitar la entrada de células no deseadas en el coágulo a la vez de facilitar la difusión de factores de crecimiento y el desarrollo de células progenitoras de los tejidos periodontales.
- Facilidad en el manejo durante la inserción en el sitio.(22,23)
- Presentar una adecuada porosidad para favorecer la permeabilidad de los factores esenciales y la unión física entre membrana y tejidos circundantes. Actualmente se producen membranas “asimétricas” que presentan diferentes grados de porosidad en superficies opuestas o capas de membranas.
- Poseer una topografía adecuada: la superficie rugosa, en comparación con la lisa, permite una mayor osteointegración.(5)

1.6 Procesos característicos de la regeneración ósea

Cuando la técnica de regeneración se aplica para la formación de nuevo tejido óseo se puede llamar regeneración ósea guiada (ROG).(18)

Adicionalmente, la regeneración ósea se basa sobre tres principios y los materiales que se van a utilizar tienen que presentar las características ideales para cumplir al menos uno de estos:

- Osteogénesis, formación de hueso nuevo mediante células específicas que aporta el injerto y el huésped.(24)
- Osteoinducción, capacidad de inducir o acelerar los procesos de formación de matriz y diferenciación de las células necesarias para la producción de hueso.
- Osteoconducción, capacidad de proporcionar espacio y estabilizar el coágulo de sangre, el material puede servir como andamio para la formación de hueso y de tejido vascular.(15,16)

1.7 Presentación de los injertos óseos

Existe una gran cantidad de sustitutos óseos, utilizados con función de relleno en la regeneración. Los injertos óseos se pueden clasificar en cuatro grupos en base a sus orígenes:

- Autólogos o autógenos: son una categoría de injertos que proceden directamente del cuerpo del paciente. Se consideran como los mejores materiales de relleno porque poseen las tres características que se requieren para la regeneración ósea: osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. Además, al ser un material proveniente del mismo individuo, presenta una escasa respuesta antigénica. Las zonas intraorales para obtener estos injertos son: el mentón, la rama ascendente de la mandíbula, la tuberosidad del maxilar y las exostosis en caso de que existiera alguna. Las zonas extraorales para la obtención de material, en los casos que necesitan una cantidad mayor de injerto, son: la calota, la cresta ilíaca, la tibia, el peroné y las costillas.

Las aplicaciones clínicas han demostrado la formación de nuevo hueso y tejido periodontal.

Entre las desventajas de este grupo se encuentran: la necesidad de una segunda zona quirúrgica (zona donante), aumentando la morbilidad del tratamiento, y, a veces, la cantidad insuficiente de injerto obtenido.(6,24,25)

- Homólogos, alogénicos o aloinjertos: son injertos que proceden de otros individuos de la misma especie. En base a como vienen procesados se pueden

dividir en: aloinjertos congelados, aloinjertos secados en frío (FDBA), aloinjertos desmineralizados secados en frío (DFDBA) (Figura 5).

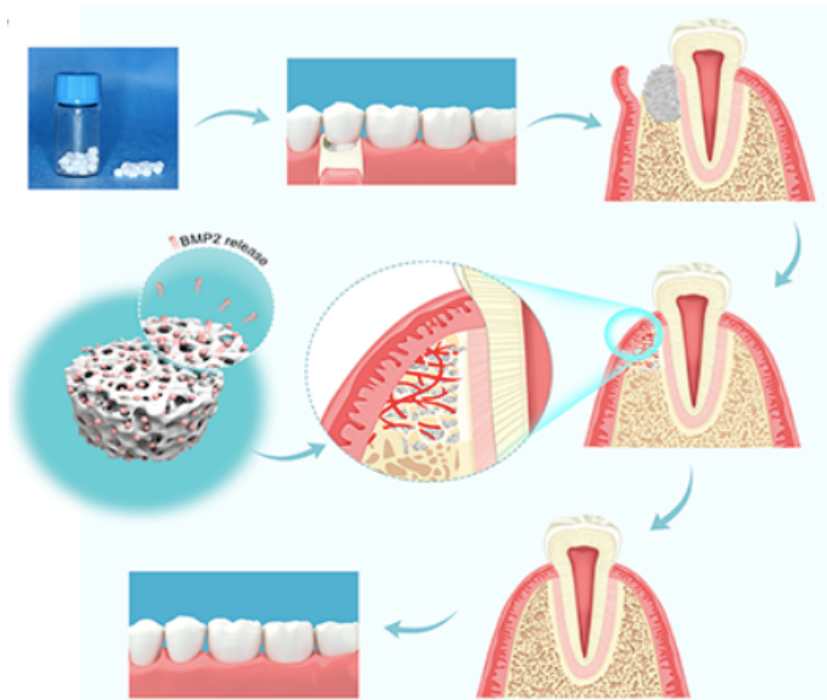


Figura 5. Injerto óseo empleado para regeneración periodontal.(26)

Presentan capacidades de osteoinducción y osteoconducción. Además, evitan la creación de una segunda zona operatoria y permiten tener cantidad de material suficiente. Las desventajas son la necesidad de procesamiento para eliminar el potencial antigénico y la mayor imprevisibilidad del resultado respecto a los injertos autólogos.(12,24)

- Heterólogos o xenoinjertos: son biomateriales que proceden de otras especies (animales), ejemplos comunes son los derivados de bovinos, porcinos, equinos y del coral. La función de estos es facilitar la adhesión con los osteoblastos para la formación de nuevo hueso, por eso que poseen la capacidad de osteoconducción.(6,24)
- Aloplásticos o sintéticos: son materiales de origen sintético que tienen como función sustituir el hueso. Entre los más empleados se encuentran los de tipo cerámico: hidroxiapatita y fosfato tricálcico, pero, también se conocen los polímeros y los vidriocerámicos bioactivos. Todos estos desarrollan el mecanismo de osteoconducción, de hecho, según Sallum y colaboradores los bioactivos promueven la adsorción de proteínas utilizadas por los osteoblastos

para formar matriz extracelular mineralizada y contribuir a la formación de hueso nuevo. El éxito de estos materiales está relacionado con la técnica de síntesis y con las características morfológicas que presenten.(12,16,24)

1.8 Presentación de las membranas

Durante las primeras 24 horas después de la cirugía regenerativa, se forma un coágulo que será reabsorbido por los neutrófilos y macrófagos y posteriormente, sustituido por tejido de granulación. Este tejido de granulación es rico en células madre mesenquimales y vasos sanguíneos que permiten la llegada de nutrientes y de células responsables del inicio de la formación de nuevo hueso. Generalmente la formación del hueso empieza a partir de la cuarta semana postcirugía. Asimismo, las membranas son elementos de fundamental importancia para el éxito de este proceso, permitiendo aislar el coágulo, mantener el espacio para el desarrollo de las células madre y evitar la proliferación del tejido epitelial en la herida.(23)

Las membranas actualmente disponibles se pueden dividir en dos grupos: las membranas reabsorbibles y las no reabsorbibles.

Las *membranas reabsorbibles* son materiales de barrera con la capacidad de ser reabsorbidas por el organismo sin necesidad de una segunda cirugía para su remoción. Se empiezan a utilizar con éxito a partir de los años noventa. Existen dos tipos dependiendo del origen: naturales o sintéticas. Las membranas reabsorbibles de origen natural se fabrican con colágeno bovino, porcino (pericardio o dermis) o quitosano. El colágeno de tipo I es el más prevalente y utilizado, seguido del colágeno de tipo III. El colágeno natural se obtiene mediante un proceso que elimina las células y los componentes antigénicos. Estas membranas naturales se reabsorben entre los 0,5 y los 10 meses por las colagenasas y proteasas locales. Las membranas reabsorbibles de origen sintética derivan de poliésteres como el ácido poliláctico (PLA), el ácido poliglicólido (PGA), la policaprolactona (PCL), el ácido poliláctico-co-glicólico (PLGA), la poliglactina y sus copolímeros, utilizados también para la producción de las suturas. Estas membranas son biocompatibles y se reabsorben completamente por hidrolisis y por la acción de las enzimas proteolíticas. Dependiendo del tipo y de las propiedades, las membranas sintéticas son reabsorbidas en un rango de tiempo entre los 1,5 y 24 meses.(22,27)

Las *membranas no reabsorbibles* fueron las primeras utilizadas para regenerar, las más comunes y utilizadas son las de politetrafluoroetileno expandido (e-PTFE), también conocidas con el nombre de Gore-tex, las de politetrafluoroetileno denso (d-PTFE), las mallas de titanio y las de PTFE reforzadas con titanio. Las membranas de e-PTFE presentan pequeños poros que permiten la unión con las células de los tejidos, la tasa de exposición de estas membranas es bastante alta: entre el 30% y el 40%, favoreciendo el riesgo de infecciones y la falta de regeneración. Las membranas de d-PTFE han sustituido a las de e-PTFE gracias a la mayor densidad y al menor tamaño de los poros, esto hace que disminuyan las infiltraciones bacterianas y reduce así el riesgo de infección en caso de exposición. Las mallas de titanio son membranas que presentan una rigidez que permite estabilizar el sitio quirúrgico y mantener el espacio adecuadamente. La superficie lisa que poseen hace que sean menos susceptibles a la contaminación bacteriana. La remoción de la malla de titanio puede ser complicada.(22,23)

Todas las membranas no reabsorbibles tienen excelente biocompatibilidad, buena capacidad de mantener el espacio gracias a la rigidez que poseen y pueden igualmente mantenerse en el sitio quirúrgico el tiempo que se considera necesario. Sin embargo, necesitan una segunda cirugía para su remoción, presentan un mayor riesgo de exposición y de infección.(23)

1.9 Presentación de los agentes biológicos o sustancias bioactivas

Entre todos los materiales utilizados para la regeneración periodontal existe un grupo de sustancias que presentan una actividad biológica capaz de estimular la regeneración de los tejidos. Estos agentes biológicos aportan factores de crecimiento y pueden inducir la proliferación y la diferenciación de los osteoblastos en el sitio que se requiera regenerar. (28)

Algunos de los agentes bioactivos son las proteínas morfogenéticas del hueso (BMP), las proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD), la fibrina rica en plaquetas (PRF) y el plasma rico en plaquetas (PRP). PRP y PRF son concentrados de plaquetas derivados de la sangre periférica propia del individuo (material autólogo), sustancias que presentan un alto contenido de factores de crecimiento y citoquinas. Algunos de estos

factores de crecimiento son el factor derivado de las plaquetas (PDGF) y el factor vascular endotelial (VEGF). (29)

2. OBJETIVOS

El principal objetivo de la presente revisión bibliográfica es analizar y estudiar los diferentes materiales de regeneración periodontal.

Puesto que la cantidad de materiales y estudios es numerosa, se realizará una selección de los materiales de más impacto para poder estudiarlos adecuadamente.

Además, se proponen dos objetivos secundarios:

- Definir las formas de empleo de los materiales analizados en el primer objetivo. Se describirán las técnicas que se utilizan para cada material estudiado en esta revisión a través de casos e informaciones presentes en la bibliografía.
- Describir las indicaciones para el tratamiento periodontal regenerativo de los materiales presentados según las informaciones que derivan del estudio de los artículos científicos seleccionados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar esta revisión bibliográfica se han utilizado determinados criterios de selección a la hora de elegir las fuentes de información.

Los criterios de inclusión que se han empleado son: artículos científicos en idioma Inglés y Castellano, artículos científicos con texto completo disponible y artículos con fecha de publicación entre el 2010 y el 2023.

Los criterios de exclusión que se han utilizado son: artículos con solo el “abstract” disponible, artículos de estudios en animales y artículos de estudios in vitro.

Los artículos se han buscado a través de diferentes bases de datos científicas: PubMed y MEDLINE (US National Library of Medicine, National Institute of Health) los cuales han sido las principales fuentes bibliográficas junto con el archivo de Periodontology 2000 y Journal of Periodontology. Otras bases de datos empleadas: Elsevier, Google Scholar y la biblioteca CRAI de la Universidad Europea de Madrid.

Las palabras claves que se han usado son: “odontología”, “regeneración periodontal”, “materiales de regeneración periodontal”, “membranas”, “injertos óseos”, “periodontal tissue regeneration”, “materials”, “guided bone regeneration”, “bone graft”, “membranes”.

Se han utilizado ecuaciones de búsqueda uniando las palabras claves y los operadores booleanos: “periodontal tissue regeneration” AND “materials”, “periodontal tissue regeneration” AND “bone graft”, “periodontal tissue regeneration” AND “membranes”.

Durante la primera fase de búsqueda bibliográfica se han seleccionado 28 artículos, en una segunda fase, se han recopilado 43 artículos y finalmente, en la tercera fase, otros 9, para un total de 80 artículos científicos. Durante la segunda y tercera fase de búsqueda bibliográfica se han encontrado solamente artículos publicados en los últimos 6 años. Finalmente, para realizar esta revisión se han seleccionado 39 artículos de los que se han encontrado durante las tres fases de búsqueda.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los tratamientos de regeneración periodontal no se utiliza solamente un material, aunque pueda ser el caso en circunstancias muy específicas y limitadas. Se suelen utilizar al menos dos o tres materiales, como la unión de dos tipos de injertos óseos, en distintos porcentajes, con membranas o con agentes biológicos. Estos son solo algunos ejemplos de la gran variedad de combinaciones que se pueden encontrar en los tratamientos regenerativos. Los resultados de esta revisión se pueden visualizar en la Tabla 1 que presenta los artículos seleccionados con los materiales y las indicaciones correspondientes (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla de resultados (Autores y año, Materiales e Indicaciones).

Autor y año	Material analizado	Indicaciones
Chiapasco y cols. (2018), Tolstunov y cols. (2019).	Injerto óseo autólogo en bloque y particulado.	Aumento de la cresta alveolar en tramos edéntulos.
Severi y cols. (2023), Sivolella y cols. (2020).	Xenoinjerto óseo con membrana reabsorbible.	Aumento o reconstrucción del hueso alveolar y para el relleno de alveolos post-extracción.
Cucchi y cols. (2017).	Aloinjerto con membrana no reabsorbible.	Aumento vertical en tramos parcialmente edéntulos.
Miron y cols. (2017), Paolantonio y cols. (2020).	L-PRF con injerto autólogo particulado.	Defectos intraóseos y recesiones gingivales.
Tavelli y cols. (2020), Kavyamala y cols (2019).	Injerto aloplástico "beta-fosfato tricálcico" (β -TCP) con el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF).	Recesiones gingivales y defectos intraóseos de dos o tres paredes.
Sallum y cols (2019), Graziani y cols (2019).	Proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD).	Dehiscencias dentales, defectos intraóseos y defectos de furca.
Raghoobar y cols (2019).	Injertos óseos autólogos y sustitutos del hueso.	Elevación del seno maxilar con la técnica de la ventana lateral.
Tolstunov y cols. (2019).	Injertos óseos particulados.	"Alveolar ridge-split expansion" en tramos edéntulos.

4.1 Injerto óseo autólogo en bloque y particulado

Una de las indicaciones más evidentes para realizar una regeneración periodontal es la necesidad de aumento de la cresta alveolar en tramos edéntulos para una futura rehabilitación protésica, sobre todo en caso de colocación de implantes. El reborde alveolar, después de la pérdida del diente, puede perder volumen tanto a nivel vertical como, a nivel horizontal, complicando o imposibilitando la colocación del implante. En el sector anterior es muy importante mantener un buen volumen del reborde alveolar para obtener un resultado estético satisfactorio a la hora de rehabilitar.

En el artículo publicado en "Periodontology 2000" por Matteo Chiapasco y Paolo Casentini en 2018 se presenta un caso de regeneración del sector anterior. El paciente del caso requiere una rehabilitación protésica fija sobre implantes para remplazar la pérdida del incisivo central superior izquierdo. Su cresta alveolar se ve reducida más en sentido vestibulo-palatino que en sentido vertical y la pérdida es limitada a la posición que ocupaba el diente (Figura 6).(30)

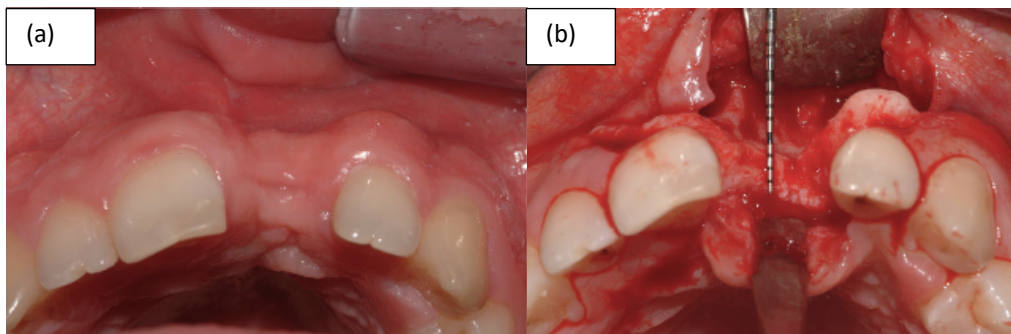


Figura 6. Pérdida horizontal de la cresta alveolar (A) y visualización después de realizar el colgajo (B). (30)

La necesidad de regeneración de un tramo reducido es la indicación principal para el uso de un injerto óseo autólogo en bloque obtenido de la rama de la mandíbula; ya que, el tamaño medio del injerto que se puede obtener es entre 1 y 2 cm de longitud (dependiendo del tamaño y de la forma de la mandíbula). Adicionalmente, se aconseja realizar un CBCT antes de la operación para determinar los límites anatómicos y sobre todo para adquirir un buen control de la distancia con el nervio dentario inferior. En cuanto a la operación para la recogida del injerto, es parecida a la extracción de un tercer molar incluido. La incisión puede ser vertical a nivel de la rama o, en presencia de diente adyacente, sulcular de este y seguir verticalmente hacia distal. El injerto no tiene que extenderse a más de la mitad del ancho de la rama. Primero se realizan las osteotomías

con un instrumento piezoeléctrico en sierra y luego se utiliza una fresa redonda para la parte inferior del bloque. Una vez que el bloque empieza a moverse se termina la fractura con el osteótomo (Figura 7). Posteriormente, el sitio donante se alisa y se irriga para luego cerrarlo con una sutura reabsorbible. (31)

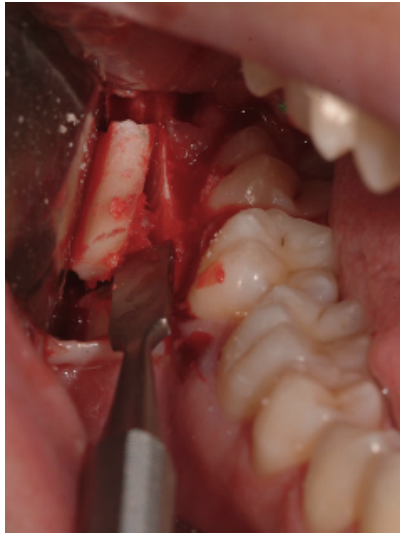


Figura 7. Recolección de injerto autógeno en bloque de la rama mandibular. (30)

Antes de extraer el bloque del sitio donante, se puede obtener una parte de hueso autógeno particulado de la misma área mediante un rascador de hueso.

El bloque obtenido se recorta con la ayuda de fresas o instrumento piezoeléctrico y mucha irrigación con suero estéril para obtener el tamaño adecuado según el sitio pendiente de regeneración.

Antes de obtener el injerto, en el sitio receptor se han realizado un colgajo, las mediciones del defecto para recoger la cantidad de material necesario y por último las perforaciones corticales para facilitar la vascularización y la integración del injerto.

Se define, también, la mejor posición para la colocación del injerto y se fija con tornillos de fijación (en este caso se utilizaron 2 tornillos), intentando utilizar siempre un número mínimo de estos para alcanzar una buena estabilidad del bloque. Además, si hubiera un espacio significativo entre el sitio receptor y el bloque, se podría rellenar con el hueso autógeno particulado, obtenido anteriormente, evitando de esta forma el crecimiento de tejido conectivo en el medio (Figura 8).

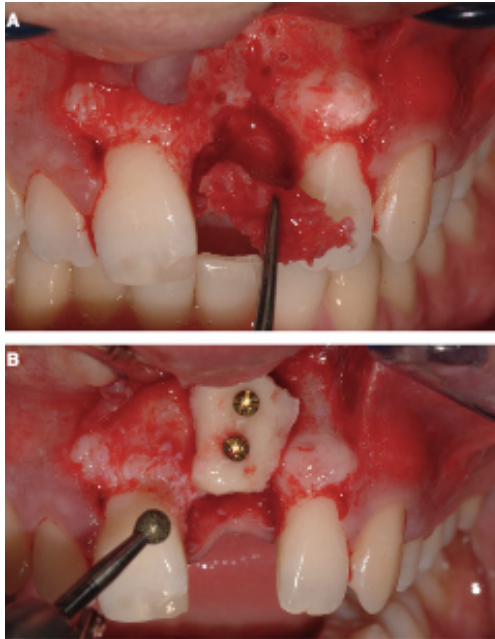


Figura 8. Injerto autólogo particulado (A). Injerto autólogo en bloque con tornillos de fijación al hueso (B). (30)

Se puede colocar un injerto óseo particulado (como en este caso con xenoinjerto bovino) por encima del bloque, pero no entre el sitio receptor y el bloque porque puede interferir con la osteointegración del injerto autólogo. Por último, se coloca una membrana reabsorbible por encima de los injertos óseos y se sutura el colgajo (Figura 9).

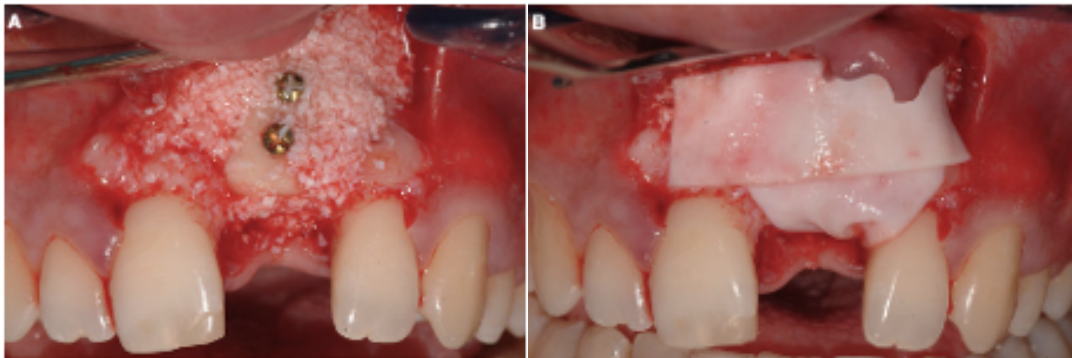


Figura 9. Xenoinjerto por encima del bloque (A). Membrana reabsorbible (B). (30)

Como se puede observar en la figura 10, el control a los 6 meses muestra la correcta integración de los injertos, ausencias de reabsorciones y un aumento adecuado en el volumen del reborde alveolar para poder empezar el tratamiento rehabilitador protésico con implantes (Figura 10).(30)



Figura 10. Control a los 6 meses post-cirugía. (30)

4.2 Xenoinjerto óseo con membrana reabsorbible

En un artículo publicado en el 2023 en “Periodontology 2000” por Trombelli y colaboradores se afirma que la regeneración periodontal a través de la unión de xenoinjertos bovinos y membranas reabsorbibles de colágeno es una técnica frecuentemente utilizada. También afirman que, utilizando membranas, esta técnica se ve afectada por posibles complicaciones como son las infecciones post-cirugía y las exposiciones de las membranas.(32)

Para analizar estos dos materiales se utilizará un estudio publicado por Sivolella y colaboradores en “Clinical Oral Implants Research” en el 2020. En este se han examinado 16 individuos con 40 sitios de extracción, en 20 de ellos se injertó “Endobon” y en los otros 20 sitios se injertó “Bio-Oss” para preservar y aumentar la cantidad ósea de la cresta alveolar post-extracción y permitir la colocación de implantes.

“Endobon” deriva de hidroxiapatita bovina desproteinizada y esterilizada, mientras que “Bio-Oss” es hueso bovino desproteinizado y esterilizado.

Los dos xenoinjertos están indicados en los casos de aumento o reconstrucción del hueso alveolar y como el relleno de alveolos post-extracción. En el caso propuesto, después de haber realizado las extracciones de los dientes 46 y 47 (Figura 11A), empieza la fase de colocación del material de relleno: cada xenoinjerto se coloca hasta los límites de las paredes vestibulares y linguales de los alveolos (Figura 11B), siendo la sangre del paciente el único elemento de hidratación utilizado para los injertos. Finalmente, se coloca la membrana de colágeno de origen bovino, previamente recortada según el tamaño del defecto, adaptándola debajo de los límites de los colgajos (Figura 11C). Se

sutura con puntos colchoneros y suturas no reabsorbibles. A los 10 días se evalúa la cicatrización y se retiran los puntos (Figura 11D).(33)

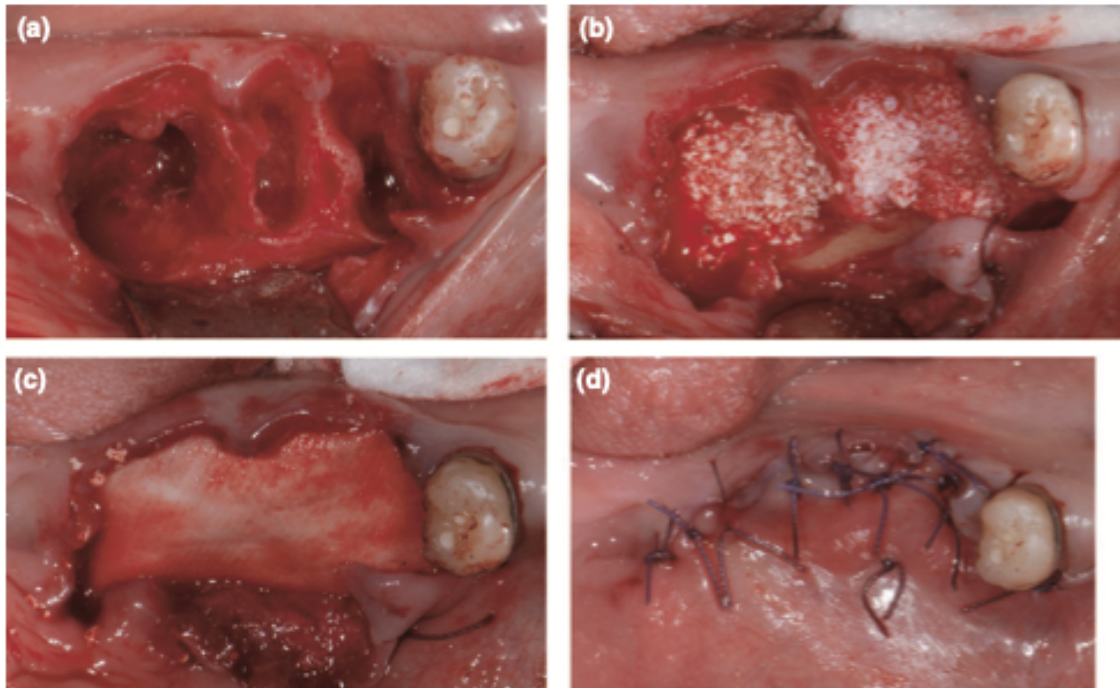


Figura 11. Alveolos post-extracción (A), colocación de los injertos (B), colocación de la membrana (C) y puntos de sutura (D). (33)

A los 4 meses se puede observar la completa curación del tejido y soporte óseo adecuado para la colocación de los implantes (Figura 12).

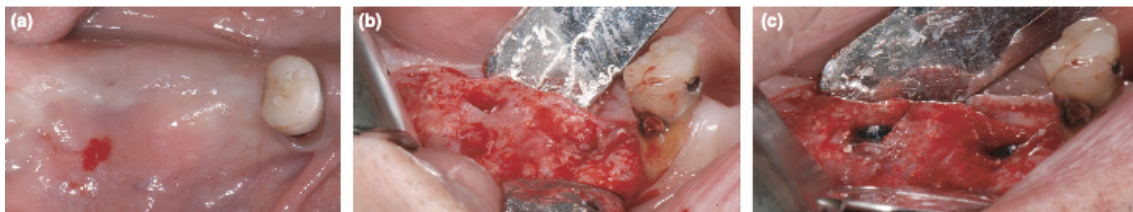


Figura 12. Control a los 4 meses (A), elevación de colgajo para colocación de implantes(B), implantes colocados (C). (33)

Los datos del estudio revelan que ambos materiales consiguen preservar y formar hueso nuevo sin diferencias significativas: “Endobon” presenta un 33,4% de hueso nuevo en comparación al 32,4% del “Bio-Oss” y la supervivencia media de los implantes a los 24 meses es del 97,5%. (33)

4.3 Aloinjerto con membrana no reabsorbible

En el 2017 Cucchi y colaboradores publicaron en “Clinical Implant Dentistry and Related Research” un estudio que comparaba las tasas de complicaciones y de ganancia ósea en regeneraciones con membranas no reabsorbibles (Grupo A) frente a regeneraciones con mallas de titanio con membranas reabsorbibles (Grupo B). De este estudio se puede apreciar un caso de regeneración ósea guiada utilizando una mezcla de injerto óseo autólogo y aloinjerto con una membrana no reabsorbible reforzada con titanio. Es importante mencionar que la necesidad de aumento vertical en tramos parcialmente edéntulos de la mandíbula para la colocación de implantes es una indicación para el empleo de estos materiales (Figura 13).(34)

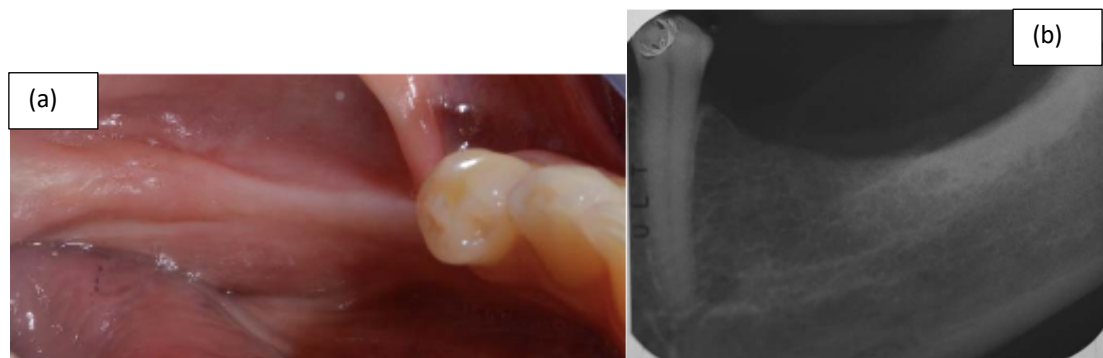


Figura 13. Reborde alveolar mandibular atrofico (A) y radiografía correspondiente(B). (34)

El procedimiento de regeneración comienza con la incisión horizontal en la cresta, extendida hasta los dos dientes adyacentes. Por lingual y por vestibular se realizan dos descargas verticales y se eleva un colgajo de espesor total tanto por vestibular cuanto por lingual. Se colocan 3 implantes y se perfora la cortical para favorecer la migración de las células osteogénicas (Figura 14).

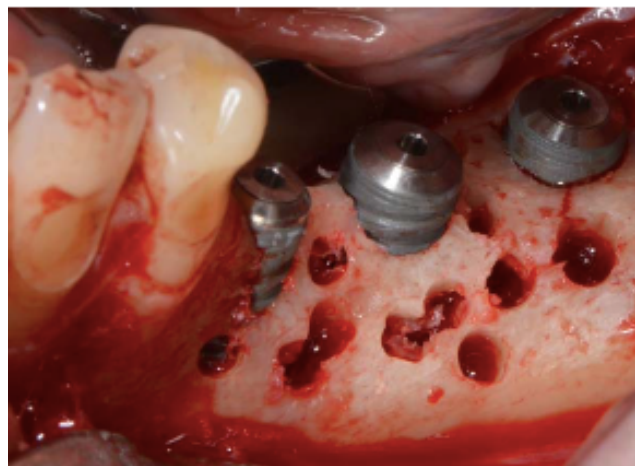


Figura 14. Implantes colocados y perforaciones corticales. (34)

Se recolecta hueso autólogo particulado de la rama de la mandíbula del paciente con un rascador de hueso para poder mezclarlo en porcentajes de 50:50 con aloinjerto "Encore", combinación de hueso mineralizado (FDBA) y desmineralizado (DFDBA). Antes de colocar el material de relleno, se fija la membrana de d-PTFE reforzada con titanio por lingual con uno o más minitornillos de titanio. Es entonces, cuando la mezcla de injertos óseos se coloca alrededor de los implantes para restaurar el defecto a nivel vertical y a nivel horizontal (Figura 15).

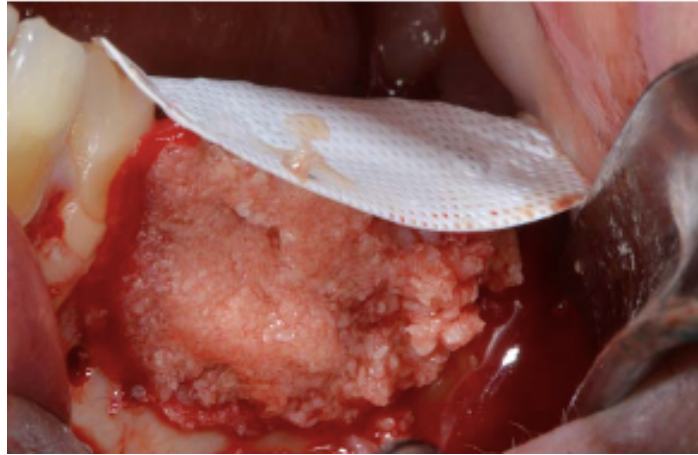


Figura 15. Membrana fijada por lingual e injertos óseos colocados. (34)

Finalmente, se lleva la membrana a vestibular, se fija con minitornillos y se suturan los colgajos. Los puntos de sutura se quitan a los 15 días. A los 9 meses se realiza la incisión crestral sin descargas para poder quitar la membrana y los minitornillos. Al mismo tiempo se valora la ganancia de hueso periimplantario y se colocan los tornillos de cicatrización de los implantes (Figura 16).

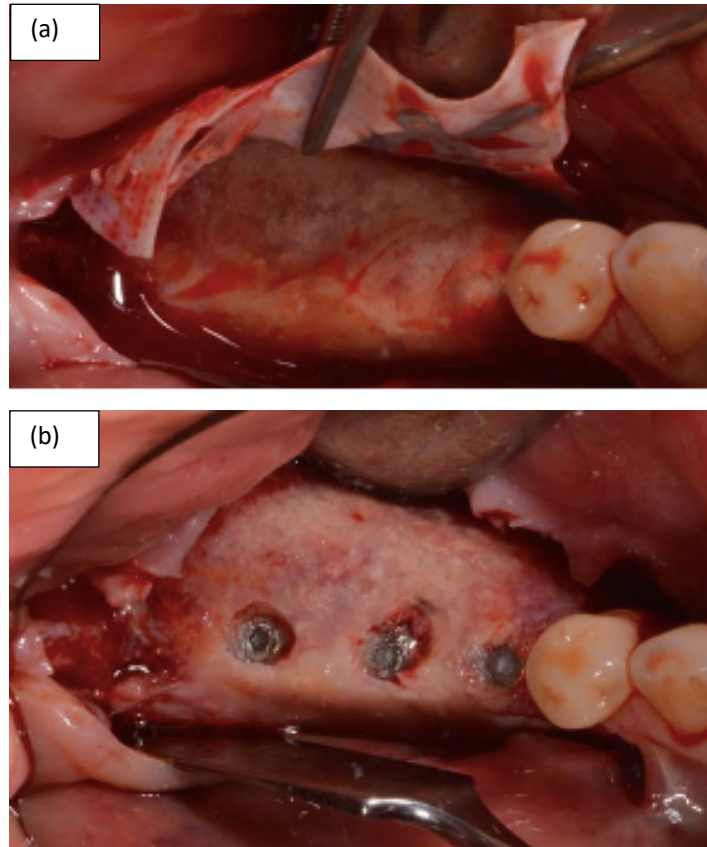


Figura 16. Remoción de membrana a los 9 meses (A) y visualización de los implantes (B). (34)

Los datos del estudio demuestran que el valor medio de ganancia vertical de hueso en el “Grupo A” es de $4,2 \pm 1,0$ mm. No se demuestra una diferencia significativa de ganancia vertical, ni de formación de hueso entre los dos grupos puesto que el valor medio del “Grupo B” es de $4,1 \pm 1,0$ mm. Sin embargo, los resultados sobre las complicaciones quirúrgicas evidencian una tasa menor de complicaciones para las membranas de d-PTFE.(34)

4.4 L-PRF con injerto autólogo particulado

En 2017 una revisión sistemática de artículos sobre la fibrina rica en plaquetas (PRF) realizada por Miron, Zucchelli y colaboradores reveló que las regeneraciones de defectos periodontales intraóseos y de recesiones gingivales con este material denotan resultados favorables en la mayoría de los estudios. Según la gran proporción de estudios realizados y por los resultados obtenidos se evidencia que la PRF está indicada principalmente en los defectos intraóseos y recesiones gingivales, aunque los hallazgos histológicos deben investigarse más a fondo. En cuanto a la preservación alveolar post-

extracción, a la elevación del seno maxilar y a los procedimientos de aumento vertical o horizontal de hueso no se encontró un número determinante de investigaciones o de datos que permitan determinar el real poder regenerativo real de la PRF en estos casos.(29)

Un ensayo aleatorizado publicado en 2020 por Paolantonio y colaboradores en “Journal of Periodontology” compara los resultados de regeneración periodontal de defectos intraóseos obtenidos en 44 pacientes divididos en dos grupos: “casos” (Fibrina rica en plaquetas y leucocitos “L-PRF” con injerto autólogo) y “control” (Emdogain con injerto autólogo). El estudio demuestra que ambos grupos han mejorado los parámetros clínicos y radiológicos, sin embargo, el grupo “casos” ha obtenido mejores resultados en cuanto a ganancia de nivel de inserción clínico (+0,24 mm) y a reducción de profundidad de sondaje (+0,39 mm) con respecto al grupo de “control”.(35)

La técnica utilizada para llevar a cabo la regeneración en el conjunto de “casos” se divide en dos fases: la fase de preparación de la L-PRF y la fase quirúrgica. Durante la primera fase, justo antes de la cirugía, se recogen 30 ml de sangre en tres tubos estériles de 10 ml. Sin emplear ningún anticoagulante se centrifugan los tubos a 3000 revoluciones por minuto durante 10 minutos. En los tubos se forma un coágulo de fibrina entre los eritrocitos y el plasma que se extrae, y se comprime para formar tres membranas. Es una de estas la que se mezcla con injerto autólogo particulado recolectado en la zona cerca de los dientes pendientes de regeneración durante la fase quirúrgica. En la segunda fase se realizan dos incisiones sulcular, una por vestibular y una por lingual, y una descarga oblicua por vestibular elevando un colgajo a espesor total. Para la completa remoción del tejido de granulación se utilizan ultrasonidos e instrumentos manuales para raspado y alisado radicular (Figura 17).(35)

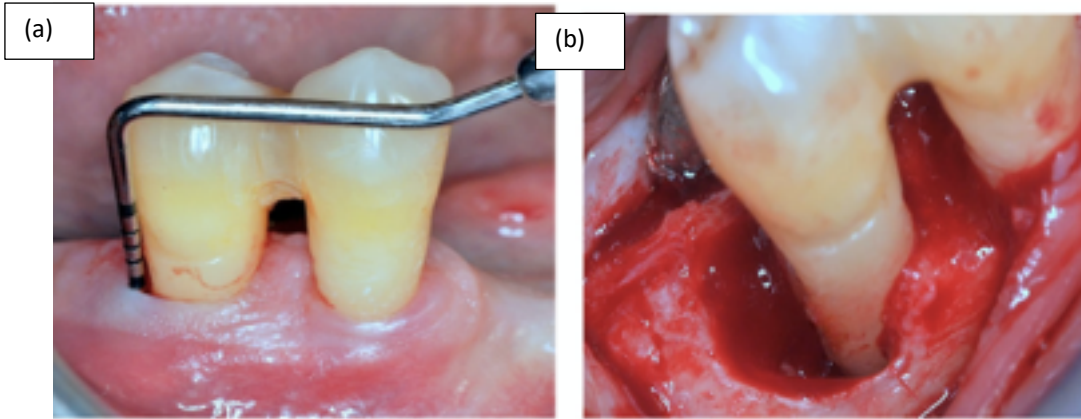


Figura 17. Sondaje antes de la regeneración (A) y visualización del defecto post desbridamiento (B). (35)

Una membrana de L-PRF se mezcla con el injerto autólogo cortándola en pequeñas partes y el conjunto se coloca en el defecto intraóseo del diente (Figura 18).



Figura 18. L-PRF e injerto autólogo colocado en el defecto. (35)

Las otras dos membranas de L-PRF se adaptan encima del defecto injertado anteriormente sin suturarlas (Figura 19).

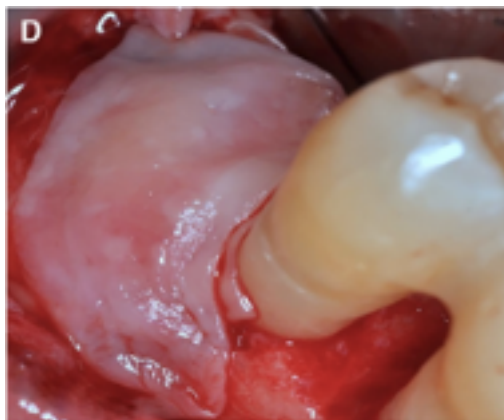


Figura 19. Colocación de las dos membranas de L-PRF. (35)

El colgajo se cierra con suturas de tipo colchonero y una sutura individual por interproximal de los dos dientes (Figura 20).



Figura 20. Puntos de sutura del colgajo. (35)

Las suturas se quitan a los 14 días. El control después de 12 meses muestra una marcada disminución de la profundidad de sondaje y la presencia de hueso nuevo en la radiografía (Figura 21).

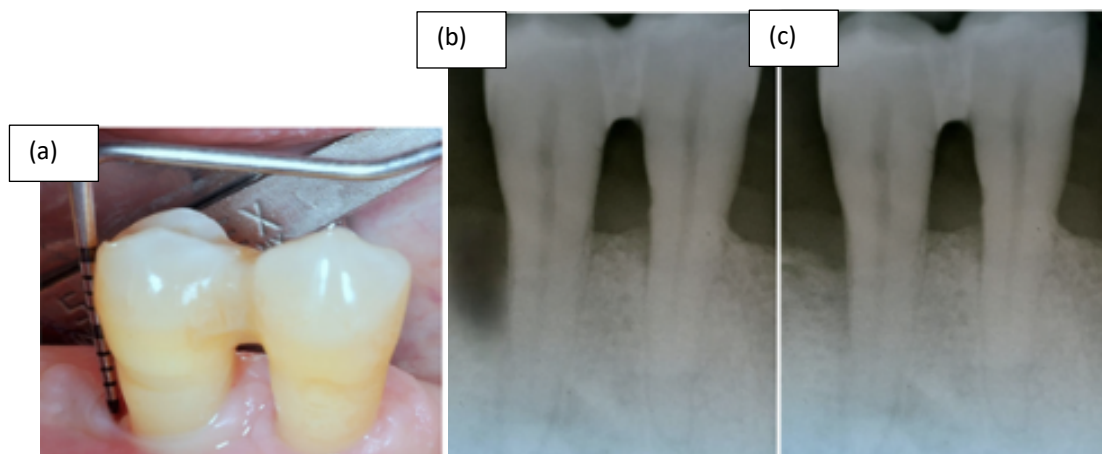


Figura 21. Sondaje después de 12 meses (A), radiografía antes de la cirugía (B) y radiografía 12 meses postcirugía (C). (35)

4.5 Injerto aloplástico “beta-fosfato tricálcico” (β -TCP) con el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF).

Tavelli y colaboradores publicaron una revisión de artículos en 2019 sobre los agentes biológicos y determinaron que el uso de PDGF para regenerar sitios con recesiones gingivales (también en unión con el β -TCP) presenta evidencia científica.(36)

Asimismo, en la revista “International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry” en 2019 se ha publicado un artículo sobre el manejo de defectos intraóseos de dos o tres paredes. En este se compara la regeneración de estos defectos mediante injerto aloplástico “beta-fosfato tricálcico” (β -TCP) en unión con el factor de crecimiento

derivado de las plaquetas (rhPDGF-BB) para un grupo de “casos” y β -TCP solo, para el grupo de “control”. La secuencia quirúrgica empieza con incisiones sulculares e interdentes para realizar un colgajo a espesor total que permita visualizar correctamente el defecto. Antes de colocar los materiales de regeneración se realiza un desbridamiento de las raíces. La cantidad necesaria de material de relleno (β -TCP) se coloca en un vaso dappen estéril saturado con rhPDGF-BB y se deja durante 10 minutos buscando que las proteínas del factor de crecimiento se unan a las partículas del β -TCP. Se lleva la mezcla de los dos materiales al defecto de forma incremental y se compacta ejerciendo una ligera presión (Figura 22). (37)

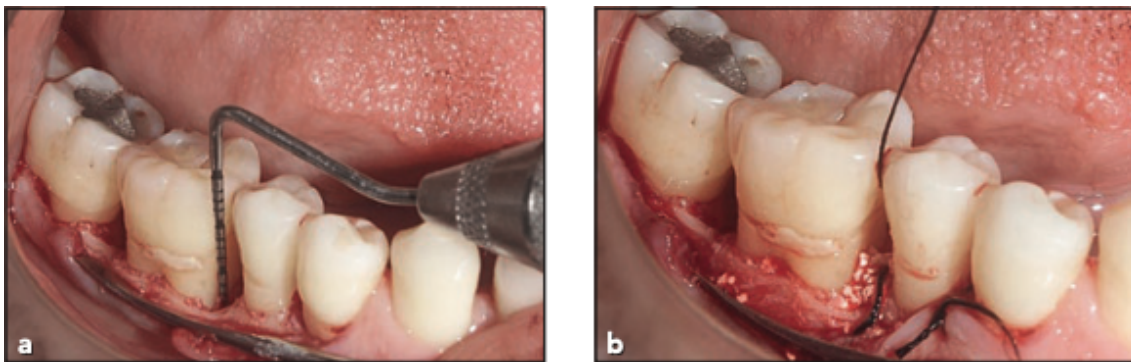


Figura 22. Colgajo y visualización del defecto (A) y colocación del material de regeneración y sutura (B). (37)

Se sutura con puntos simples y en este estudio específicamente los autores han decidido colocar un cemento quirúrgico sin eugenol. A los 7 días se quitan los puntos y el cemento y se realizan controles mensuales durante los siguientes 6 meses. El control a los 6 meses demuestra buenos resultados con respecto a profundidad de sondaje (de 7.33 ± 1.55 mm a 2.66 ± 0.65 mm) y a ganancia de nivel de inserción clínico (de 8.00 ± 1.70 mm a 3.66 ± 1.66 mm). De todas formas, no se demuestran diferencias estadísticamente significativas con respecto al grupo “control” con solo β -TCP. La única diferencia encontrada es el porcentaje de relleno del defecto que en el grupo de “casos” ha sido significativamente mayor (el $73.59\% \pm 13.08\%$ de los “casos” contra el $45.74\% \pm 17.64\%$ de los “controles”).(37)

4.6 Proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD)

En una revisión sobre las terapias regenerativas periodontales publicada en 2019 por *Periodontology 2000*, Sallum y colaboradores han analizado estudios que tratan tres indicaciones de empleo de las proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD): dehiscencias dentales, defectos intraóseos y defectos de furca. Los resultados de esta revisión demuestran la eficacia regenerativa de este material, pero los autores recomiendan ser cautelosos al interpretar estos resultados debido a las diferencias notables que existen entre los ensayos clínicos revisados.(16)

En el 2019 Graziani y colaboradores a través de un ensayo clínico aleatorizado publicado por "*Journal of Clinical Periodontology*" demuestran la eficacia de la aplicación de EMD posterior al tratamiento periodontal sin colgajo en un grupo de pacientes con sondajes mayores a 6 mm, comparándolo con otro grupo al cual no se aplicó EMD después del tratamiento periodontal. La técnica utilizada para regenerar es mínimamente invasiva: al principio se realiza un desbridamiento mecánico supra y subgingival de las superficies radiculares con ultrasonidos de puntas finas para poder limpiar hasta el fondo de las bolsas; y se aplica en las superficie radicular de dientes con bolsas de sondaje mayor o igual a 6 mm, con una jeringa estéril de punta inactiva, el quelante EDTA al 24% que descontamina y favorece la futura inserción de las nuevas fibras periodontales al cemento radicular. Después, se limpia abundantemente con agua, se vuelve a pasar el instrumento ultrasónico con punta fina sin tocar la raíz del diente y se seca la zona seleccionada con aire. Cuando se obtiene el control del sangrado del sitio, se aplica EMD hasta sobrepasar el límite de la bolsa con otra jeringa estéril de punta inactiva para no dañar al tejido. Además, durante toda la evolución del tratamiento hasta la finalización del estudio, se dan instrucciones de higiene aconsejando el uso de cepillos interdetales y cepillo dental eléctrico (Figura 23).(38)

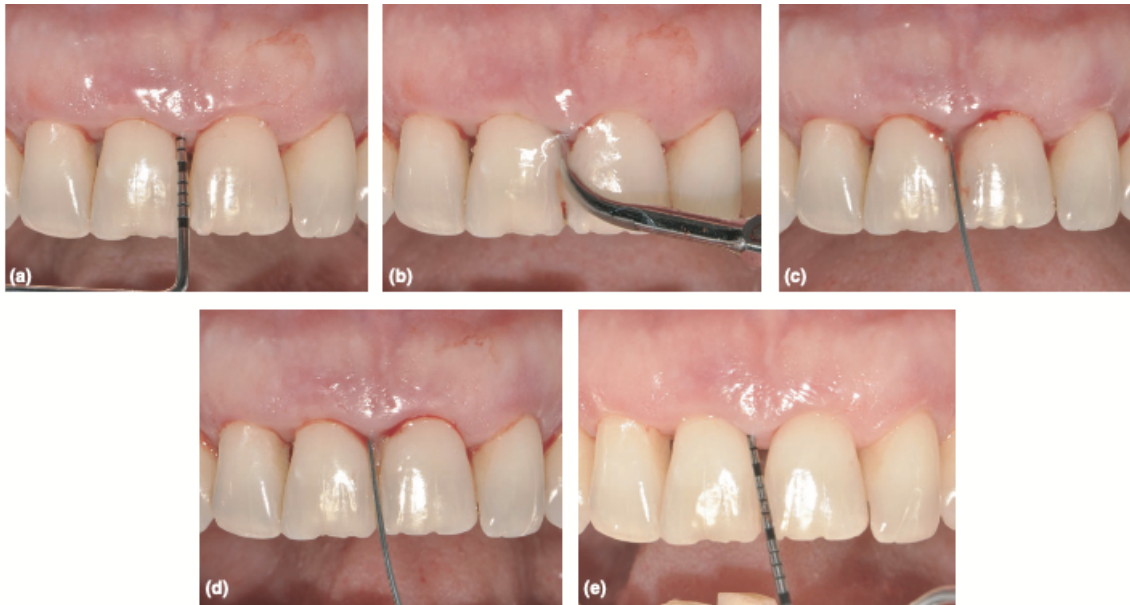


Figura 23. Sondaje del defecto antes del tratamiento (A), desbridamiento con ultrasonidos (B), aplicación del EDTA (C), aplicación de EMD (D), sondaje a los 3 meses después del tratamiento. (38)

Los resultados demuestran que ambos grupos han reducido favorablemente el porcentaje de bolsas periodontales a los 3 meses después de la terapia: el grupo con EMD ha conseguido una reducción del $72,06 \pm 19,79\%$, mientras que el grupo sin EMD, un $61,34 \pm 23,11\%$. El grupo con EMD ha obtenido también un número significativamente menor de bolsas con sondaje mayor o igual a 6 mm en comparación con el otro grupo. Las bolsas de los sitios con profundidad de sondaje mayor o igual a 6 mm del grupo tratado con EMD han obtenido una reducción de 3,22 mm, en cambio el grupo sin EMD ha presentado una reducción de 2,11 mm, para una diferencia general de $1,10 \pm 1,35$. Con respecto a ganancia de inserción clínica, esta fue también mayor en el grupo con EMD: 2,89 mm de ganancia frente a los 1,87 mm del grupo sin EMD, para una diferencia general de $1,01 \pm 1,43$.(38)

4.7 Otras indicaciones y técnicas para la regeneración periodontal

4.7.1 Evidencias sobre la técnica de elevación del seno maxilar con materiales de regeneración

En la revisión sistemática y metaanálisis conducida por Raghoobar y colaboradores publicada por "Journal of Clinical Periodontology" en 2019 se analiza la efectividad de la elevación del seno maxilar con la técnica de la ventana lateral, el resultado de la

colocación de implantes en estos sitios y los materiales de injerto utilizados. La técnica de la ventana lateral consiste en la creación de una apertura en la pared lateral del hueso maxilar para poder elevar la membrana de Schneider y rellenar el espacio creado con un injerto de regeneración. El estudio refiere que los materiales más empleados para este tipo de técnica son los injertos óseos autólogos o los sustitutos del hueso, como son los xenoinjertos.

Los resultados de esta revisión demuestran que la elevación de seno se practica más frecuentemente en rebordes alveolares con altura igual o menos de 6 mm y que tiene eficacia tanto en pacientes parcialmente desdentados como en los completamente desdentados.

También, se evidencia que la supervivencia de los implantes, después de un tiempo suficiente para la cicatrización de los tejidos, es similar tanto en los sitios regenerados con injerto autólogo mezclado con sustitutos óseos como en los sitios regenerados con solo injerto autólogo o solo con sustitutos óseos.

En cuanto al uso de las membranas no se encuentran resultados definitivos. Muchos autores de los artículos seleccionados afirman que las membranas estimulan la formación del hueso con efectos positivos sobre la supervivencia de los implantes y otros confirman que la supervivencia no es dependiente del uso de éstas.

Los autores de la revisión concluyen afirmando que la elevación del seno maxilar con la técnica de la ventana lateral es segura, predecible y apta para la colocación de implantes. La supervivencia de los implantes será independiente del material de relleno utilizado (autólogo o sustitutos óseos).(39)

4.7.2 La expansión de la cresta alveolar mediante las técnicas “Book flap” y “Island Flap”

La “alveolar ridge-split expansion” es un procedimiento para el aumento horizontal del reborde alveolar edéntulo a través de la separación de la cresta y la colocación de material de relleno en el espacio creado. Este método permite la posterior colocación de implantes para rehabilitar el tramo edéntulo del paciente.

En el artículo de Tolstunov y colaboradores se explican las indicaciones y los procedimientos necesarios para aplicar esta técnica. Está indicada en rebordes

alveolares edéntulos que han perdido volumen óseo con una anchura entre los 3 y 5 mm.

La técnica consiste en un reposicionamiento vestibular de una parte de la cresta formando un espacio para poder colocar los injertos óseos particulados. La parte que se reposiciona es un colgajo osteoperióstico formado por el tejido blando y el segmento óseo, al que se ha realizado previamente una osteotomía para separarlo. Hay dos maneras de separar el colgajo: la "Book flap" y la "Island flap". La primera es la más común y consiste en una apertura del colgajo "a libro" con un movimiento de bisagra. La segunda permite un mayor desplazamiento vestibular del colgajo puesto que la separación del segmento óseo es completa, como si fuera un bloque. En ambos casos el espacio creado entre el colgajo y la cortical intacta se rellena con injerto óseo particulado (Figura 24).(31)

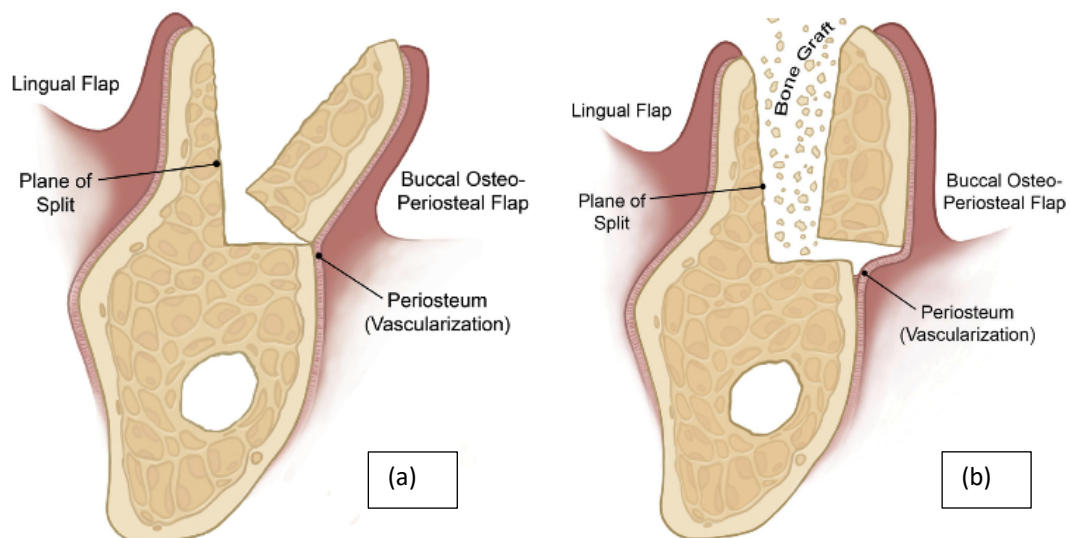


Figura 24. Técnica "Book Flap" con el colgajo lingual, el colgajo vestibular, el periostio y el plano de la división (A). Técnica "Island Flap" con el colgajo lingual, el colgajo vestibular, el periostio y el plano de la división donde se colocará el injerto óseo. (B). (31)

5. CONCLUSIONES

Mediante la revisión bibliográfica se ha demostrado la numerosa cantidad de estudios y artículos que tratan de los materiales de regeneración periodontal. Es entonces, muy difícil poder analizarlos todos determinando las características y las formas de empleo de cada uno. De todas formas, en este trabajo se han podido analizar en concreto los materiales de más impacto y también, más utilizados en la bibliografía seleccionada.

- Los materiales estudiados han sido: injertos óseos autólogos en bloque y particulado, xenoinjerto óseo con membrana reabsorbible, aloinjerto con membrana no reabsorbible, L-PRF con injerto autólogo particulado, injerto aloplástico “beta-fosfato tricálcico” (β -TCP) con el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF) y proteínas derivadas de la matriz del esmalte (EMD). Asimismo, se han analizado los resultados de la aplicación de estos materiales y la evolución que han tenido los casos presentados.
- Se han definido las formas de empleo de cada uno de los materiales presentados y se puede observar que, en todos los casos, menos en dos (xenoinjerto óseo con membrana reabsorbible y EMD), se han realizado colgajos para poder acceder a la zona pendiente de regeneración.

Además, la mayoría de los injertos óseos particulados se ha utilizado junto a una membrana de tipo reabsorbible o no reabsorbible, solo en el caso del injerto aloplástico de β -TCP no se ha empleado ninguna membrana.

En los casos de injerto autólogo en bloque y de aloinjerto con membrana no reabsorbible se han utilizado minitornillos para fijar respectivamente bloque y membrana al sitio quirúrgico.

También, se ha descrito la técnica para obtener algunos injertos que se han conseguido directamente del cuerpo del propio paciente como son los injertos autólogos en bloque o particulados recogidos en los maxilares y la L-PRF obtenida de la sangre.

Asimismo, se evidencia que todos los colgajos, una vez colocados los diferentes materiales en los sitios pendientes de regeneración, se han suturado para alcanzar el cierre primario.

También, se ha determinado la efectividad de la elevación del seno maxilar con la técnica de la ventana lateral aplicando material de relleno como injertos óseos autólogos o sustitutos del hueso.

Por último, se han definido las técnicas “Book flap” y “Island Flap” para la expansión de la cresta alveolar mediante la reposición de los colgajos osteoperiósticos.

- A través del estudio de los artículos se han podido encontrar varias indicaciones que justifican el uso de los materiales seleccionados en el primer punto de los objetivos. Las principales indicaciones son las siguientes: el aumento del volumen de la cresta alveolar en tramos edéntulos, la necesidad de reconstrucción del hueso alveolar o de relleno de los alveolos post-exodoncia, el aumento vertical de tramos parcialmente edéntulos, los defectos intraóseos (de dos o tres paredes) y las recesiones gingivales, los defectos de furca, las dehiscencias dentales, las elevaciones del seno maxilar.

Además, en numerosos casos, se observa que la necesidad de un adecuado volumen óseo para la rehabilitación protésica con implantes es otra importante indicación para la aplicación de las técnicas y de los materiales de regeneración periodontal.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Ramírez JCM, Lopera NS, López AP, Agudelo-Suárez AA, Botero JE. Condición periodontal y su relación con variables sociodemográficas y clínicas en pacientes adultos de una institución docencia-servicio. *Rev Odontológica Mex.* julio de 2017;21(3):165-72.
2. Li M, Lv J, Yang Y, Cheng G, Guo S, Liu C, et al. Advances of Hydrogel Therapy in Periodontal Regeneration—A Materials Perspective Review. *Gels.* 30 de septiembre de 2022;8(10):624. doi: 10.3390/gels8100624
3. Bravo JAC, Miranda JAS, Valadez LGD. Regeneración ósea guiada para colocación de implante dental. *Área estética.* :7.
4. Usin MM, Tabares SM, Menso J, de Albera ER, Sembaj A. GENERALIZED AGGRESSIVE PERIODONTITIS: MICROBIOLOGICAL COMPOSITION AND CLINICAL PARAMETERS IN NON-SURGICAL THERAPY. *Acta Odontol Latinoam.* 2016;29:7.
5. Bee S, Hamid ZAA. Asymmetric resorbable-based dental barrier membrane for periodontal guided tissue regeneration and guided bone regeneration: A review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* septiembre de 2022;110(9):2157-82. doi: 10.1002/jbm.b.35060
6. Andrei M, Dinischiotu A, Didilescu AC, Ionita D, Demetrescu I. Periodontal materials and cell biology for guided tissue and bone regeneration. *Ann Anat - Anat Anz.* marzo de 2018;216:164-9. doi: 10.1016/j.aanat.2017.11.007
7. Arcila DVG, Angulo DGB, Camilo E, Mendoza C. Regeneración ósea guiada: nuevos avances en la terapéutica de los defectos óseos. *Rev Cuba Estomatol.* :8.
8. Cárdenas-Valenzuela P, Guzmán-Gastelum DA, Valera-González E, Cuevas-González JC, Zambrano-Galván G, García-Calderón AG. Principales Criterios de Diagnóstico de la Nueva Clasificación de Enfermedades y Condiciones Periodontales. *Int J Odontostomatol.* marzo de 2021;15(1):175-80.
9. Azorín JFML, Andrés GS, López JF, Panadero RA. Tratamiento de defectos intraóseos causados por enfermedad periodontal agresiva mediante derivados de la matriz del esmalte: revisión y descripción de la técnica. :2013,23.
10. Fabrizi S, Ortiz-Vigón Carnicero A, Bascones-Martínez A. Tratamiento periodontal regenerativo en dientes con afectación furcal. *Av En Periodoncia E Implantol Oral [Internet].* diciembre de 2010 [citado 15 de octubre de 2022];22(3). Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-65852010000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=en
11. Yáñez-Zambrano DAI, Alvarado-Solórzano AM. Consideraciones sobre la enfermedad periodontal y su control. 2016;10.
12. Bandomo AC, Bandomo AC. Terapia periodontal regenerativa: antecedentes y perspectivas Regenerative Periodontal Therapy: History and Prospects. 2013;9.
13. Takedachi M, Sawada K, Sakura K, Morimoto C, Hirai A, Iwayama T, et al. Periodontal tissue regeneration by transplantation of autologous adipose tissue-derived multi-lineage progenitor cells. *Sci Rep.* diciembre de 2022;12(1):8126. doi: 10.1038/s41598-022-11986-z
14. Zarzuela M. REGENERACIÓN TISULAR GUIADA EN DEFECTO ÓSEO DE 3 PAREDES. ENFERMEDAD PERIODONTAL Y OCLUSIÓN. :5.
15. Cortellini P, Tonetti MS. Clinical concepts for regenerative therapy in intrabony defects. *Periodontol 2000.* junio de 2015;68(1):282-307. doi: 10.1111/prd.12048
16. Sallum EA, Ribeiro FV, Ruiz KS, Sallum AW. Experimental and clinical studies on

- regenerative periodontal therapy. *Periodontol 2000*. febrero de 2019;79(1):22-55. doi: 10.1111/prd.12246
17. Aldana Cáceres A, Barcena J, Alarico Coahila LA. TRATAMIENTO PERIODONTAL REGENERATIVO. *Rev Médica Basadrina*. 9 de mayo de 2019;12(1):56-63.
 18. Navarro DM, Morales DV. Regeneración ósea guiada en estomatología. *Rev Cuba Estomatol.* :17.
 19. Larsson L, Decker AM, Nibali L, Pilipchuk SP, Berglundh T, Giannobile WV. Regenerative Medicine for Periodontal and Peri-implant Diseases. *J Dent Res*. marzo de 2016;95(3):255-66. doi: 10.1177/0022034515618887
 20. Pagni G, Tavelli L, Rasperini G. The Evolution of Surgical Techniques and Biomaterials for Periodontal Regeneration. *Dent Clin North Am*. enero de 2022;66(1):75-85. doi: 10.1016/j.cden.2021.06.003
 21. Urban IA, Monje A. Guided Bone Regeneration in Alveolar Bone Reconstruction. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am*. mayo de 2019;31(2):331-8. doi: 10.1016/j.coms.2019.01.003
 22. Naung NY, Shehata E, Van Sickels JE. Resorbable Versus Nonresorbable Membranes. *Dent Clin North Am*. julio de 2019;63(3):419-31. doi: 10.1016/j.cden.2019.02.008
 23. Soldatos NK, Stylianou P, Koidou VP, Angelov N, Yukna R, Romanos GE. Limitations and options using resorbable versus nonresorbable membranes for successful guided bone regeneration. *Quintessence Int*. 27 de enero de 2017;48(2):131-47. doi: 10.3290/j.qi.a37133
 24. Tortolini P, Rubio S. Diferentes alternativas de rellenos óseos. *Av En Periodoncia E Implantol Oral*. diciembre de 2012;24(3):133-8.
 25. Liu J, Ruan J, Weir MD, Ren K, Schneider A, Wang P, et al. Periodontal Bone-Ligament-Cementum Regeneration via Scaffolds and Stem Cells. *Cells*. 4 de junio de 2019;8(6):537. doi: 10.3390/cells8060537
 26. Shen H, Zhuang Y, Zhang C, Zhang C, Yuan Y, Yu H, et al. Osteoclast-Driven Osteogenesis, Bone Remodeling and Biomaterial Resorption: A New Profile of BMP2-CPC-Induced Alveolar Bone Regeneration. *Int J Mol Sci*. 13 de octubre de 2022;23(20):12204. doi: 10.3390/ijms232012204
 27. Aprile P, Letourneur D, Simon-Yarza T. Membranes for Guided Bone Regeneration: A Road from Bench to Bedside. *Adv Healthc Mater*. octubre de 2020;9(19):2000707. doi: 10.1002/adhm.202000707
 28. Saito H, Chiba-Ohkuma R, Yamakoshi Y, Karakida T, Yamamoto R, Shirai M, et al. Characterization of bioactive substances involved in the induction of bone augmentation using demineralized bone sheets. *Int J Implant Dent*. 1 de noviembre de 2022;8(1):49. doi: 10.1186/s40729-022-00449-9
 29. Miron RJ, Zucchelli G, Pikos MA, Salama M, Lee S, Guillemette V, et al. Use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig*. julio de 2017;21(6):1913-27. doi: 10.1007/s00784-017-2133-z
 30. Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontol 2000*. junio de 2018;77(1):213-40. doi: 10.1111/prd.12219
 31. Tolstunov L, Hamrick JFE, Broumand V, Shilo D, Rachmiel A. Bone Augmentation Techniques for Horizontal and Vertical Alveolar Ridge Deficiency in Oral Implantology. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am*. mayo de 2019;31(2):163-91. doi:

10.1016/j.coms.2019.01.005

32. Severi M, Trombelli L, Heitz-Mayfield L, Farina R, Simonelli A. Minimal invasiveness in lateral bone augmentation with simultaneous implant placement: A systematic review. *Periodontol* 2000. 8 de febrero de 2023;prd.12481. doi: 10.1111/prd.12467
33. Sivolella S, Botticelli D, Prasad S, Ricci S, Bressan E, Prasad H. Evaluation and comparison of histologic changes and implant survival in extraction sites immediately grafted with two different xenografts: A randomized clinical pilot study. *Clin Oral Implants Res*. septiembre de 2020;31(9):825-35. doi: 10.1111/clr.13626
34. Cucchi A, Vignudelli E, Napolitano A, Marchetti C, Corinaldesi G. Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. octubre de 2017;19(5):821-32. doi: 10.1111/cid.12520
35. Paolantonio M, Di Tullio M, Giraudi M, Romano L, Secondi L, Paolantonio G, et al. Periodontal regeneration by leukocyte and platelet-rich fibrin with autogenous bone graft versus enamel matrix derivative with autogenous bone graft in the treatment of periodontal intrabony defects: A randomized non-inferiority trial. *J Periodontol*. diciembre de 2020;91(12):1595-608. doi: 10.1002/JPER.19-0533
36. Tavelli L, McGuire MK, Zucchelli G, Rasperini G, Feinberg SE, Wang H, et al. Biologics-based regenerative technologies for periodontal soft tissue engineering. *J Periodontol*. febrero de 2020;91(2):147-54. doi: 10.1002/JPER.19-0352
37. Kavyamala, Dubba; G, N; Dwarakanath, C; Anudeep, M. Evaluation of the Efficacy of a 1:1 Mixture of β -TCP and rhPDGF-BB in the Surgical Management of Two- and Three-Wall Intraosseous Defects: A Prospective Clinical Trial. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019;39(1):107-13. doi: 10.11607/prd.3829
38. Graziani F, Gennai S, Petrini M, Bettini L, Tonetti M. Enamel matrix derivative stabilizes blood clot and improves clinical healing in deep pockets after flapless periodontal therapy: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Periodontol*. febrero de 2019;46(2):231-40. doi: 10.1111/jcpe.13074
39. Raghoobar GM, Onclin P, Boven GC, Vissink A, Meijer HJA. Long-term effectiveness of maxillary sinus floor augmentation: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. junio de 2019;46:307-18. doi: 10.1111/jcpe.13055

7. ANEXOS