

Comparación de los Resultados de los Diferentes Sustitutos Óseos en la
Regeneración Ósea Guiada. Revisión Bibliográfica

AUTORES:

Valentina Criollo González

Daniela Guerrero Roa

Santiago Naranjo Ramírez

TUTOR:

Dr. Manuel Barrera Córdoba

Odontólogo Especialista en Periodoncia

Universidad Santiago de Cali

Programa de Odontología

Facultad de salud

Año 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Objetivo General.....	11
3.2. Objetivos Específicos	11
4. MARCO TEÓRICO.....	12
4.1. Enfermedad Periodontal.....	12
4.2. Defectos Periodontales	13
4.3. Clasificación de los defectos de reborde alveolar	14
4.5. Bases Biológicas de la Regeneración Ósea Guiada.....	15
4.6. Materiales Utilizados en la Regeneración Ósea Guiada.....	15
4.8. Xenoinjertos en los Defectos Óseos.....	18
4.8.1. Procesamiento y Purificación	19
4.8.2. Origen de los Xenoinjertos	19
4.9. Tipos de Tejidos Periodontales	20
4.10. Factores que Influyen en la Regeneración Ósea del Tejido Periodontal	21
4.11. Técnicas de Regeneración Ósea Guiada en los Tejidos Periodontales	22
4.12. Aplicaciones Clínicas de la Regeneración Ósea Guiada en Tejidos Periodontales y Resultados Reportados.....	23
4.13. Eficacia de la Regeneración Ósea Guiada en Tejidos Periodontales...	24
4.14. Limitaciones de la Regeneración Ósea Guiada en el Tratamiento Periodontal.....	25
5. METODOLOGÍA.....	26
5.1. Diseño de la Investigación	26
5.2. Enfoque de la Investigación	26

5.3. Población	26
5.4. Muestra	26
5.5. Criterios de Inclusión	26
5.6. Criterios de Exclusión	26
5.7. Instrumento de Recolección de Información	27
6. RESULTADOS.....	28
7. DISCUSIÓN.....	36
8. CONCLUSIONES.....	44
9. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47

RESUMEN

Objetivo. El objetivo general de la investigación, fue comparar los resultados de los diferentes sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada.

Metodología. La metodología empleada en esta investigación fue de tipo descriptivo no experimental, basada en una revisión bibliográfica. El enfoque de la investigación fue cualitativo.

Resultados. La investigación encontró que diferentes sustitutos óseos (autógenos, aloinjertos, xenoinjertos y sintéticos) son igualmente efectivos en la regeneración ósea guiada, sin que uno sea claramente superior. Los injertos autógenos siguen siendo preferidos por su alta osteointegración y estabilidad a largo plazo, aunque están limitados por la disponibilidad de material y la morbilidad del sitio donante.

Conclusiones. La investigación concluye que varios sustitutos óseos son igualmente efectivos, pero los injertos autógenos son preferidos por sus propiedades únicas, aunque tienen limitaciones. Además, destaca la importancia de personalizar la elección del material según el caso clínico para asegurar el éxito del tratamiento.

Palabras clave: comparación de sustitutos óseos; defectos periodontales; enfermedad periodontal; regeneración ósea guiada (ROG); sustitutos óseos.

ABSTRACT

Objective. The general objective of the research was to compare the results of different bone substitutes in guided bone regeneration.

Methodology. The methodology used in this research was descriptive and non-experimental, based on a bibliographic review. The research approach was qualitative.

Results. The research found that different bone substitutes (autogenous, allografts, xenografts, and synthetic) are equally effective in guided bone regeneration, with no one being clearly superior. Autogenous grafts remain preferred for their high osseointegration and long-term stability, although they are limited by material availability and donor site morbidity.

Conclusions. The research concludes that several bone substitutes are equally effective, but autogenous grafts are preferred for their unique properties, although they have limitations. In addition, it highlights the importance of personalizing the choice of material according to the clinical case to ensure treatment success.

Key words: comparison of bone substitutes; periodontal defects; periodontal disease; guided bone regeneration (GBR); bone substitutes.

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad periodontal es una de las patologías más comunes a nivel mundial, afectando a una gran parte de la población adulta y teniendo un impacto significativo en la salud bucal y general de las personas. Dentro del amplio espectro de tratamientos disponibles para la enfermedad periodontal, la sustitución ósea guiada ha surgido como una técnica prometedora para el manejo de defectos periodontales complejos (1). Este enfoque terapéutico busca sustituir los tejidos perdidos debido a la enfermedad periodontal, con el objetivo de restablecer la salud periodontal y funcional del paciente (2).

La regeneración ósea guiada (ROG) es una técnica ampliamente utilizada en la cirugía maxilofacial y en las especialidades de endodoncia y periodoncia para promover la formación de nuevo hueso en áreas donde este ha sido perdido o dañado. Esta técnica se basa en la utilización de barreras físicas, como membranas, para excluir los tejidos no deseados y permitir la proliferación de células osteogénicas en el sitio de defecto. La efectividad de la ROG depende en gran medida de la elección de los sustitutos óseos, que pueden ser autógenos, alógenos, xenógenos o sintéticos, cada uno con sus propias ventajas y desventajas.

La ROG en defectos periodontales ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, con el desarrollo de nuevas técnicas y protocolos quirúrgicos que han mejorado los resultados clínicos y la predictibilidad de los tratamientos regenerativos (3).

Los sustitutos óseos autógenos, considerados el “gold standard” en la regeneración ósea debido a su osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción, presentan limitaciones como la morbilidad del sitio donante y la cantidad limitada de hueso disponible. Por otro lado, los aloinjertos, derivados de donantes humanos, eliminan la necesidad de un segundo sitio quirúrgico, pero su potencial osteoinductivo puede ser menor debido al procesamiento que elimina las células y proteínas osteoinductivas. En comparación, los xenoinjertos, obtenidos de especies diferentes a la humana, como el hueso bovino, son altamente

osteoconductivos y presentan un riesgo bajo de transmisión de enfermedades, pero su integración con el hueso receptor puede ser más lenta (4).

En años recientes, los sustitutos óseos sintéticos han ganado popularidad debido a su disponibilidad ilimitada y la ausencia de riesgos de transmisión de enfermedades. Estos materiales, que incluyen fosfatos de calcio, biovidrios y polímeros biodegradables, son diseñados para imitar las propiedades del hueso natural. Los fosfatos de calcio, como la hidroxiapatita y el fosfato tricálcico, son particularmente apreciados por su biocompatibilidad y capacidad para servir como andamios para la formación de nuevo hueso. Sin embargo, la variabilidad en su reabsorción y la respuesta inflamatoria que pueden inducir en algunos casos son aspectos que requieren consideración (4).

La comparación de los resultados clínicos y radiográficos de estos diferentes tipos de sustitutos óseos se torna importante para guiar la selección del material más adecuado para cada caso específico. Estudios recientes han mostrado que los sustitutos óseos sintéticos pueden ofrecer resultados comparables a los autógenos en términos de volumen óseo regenerado, aunque la calidad del hueso formado puede variar dependiendo del material utilizado. Se ha demostrado que la hidroxiapatita sintética proporciona un buen soporte estructural, pero puede tardar más en reabsorberse comparado con otros materiales (4).

Además de los aspectos biológicos y clínicos, la elección del sustituto óseo también está influenciada por factores económicos y de disponibilidad. Los sustitutos sintéticos y los xenoinjertos suelen ser más accesibles y menos costosos que los autoinjertos y aloinjertos, lo que los convierte en una opción atractiva en entornos con recursos limitados. Sin embargo, la relación costo-beneficio debe ser cuidadosamente evaluada, considerando no solo el precio del material, sino también los costos asociados a posibles complicaciones y la necesidad de procedimientos adicionales (5).

Es importante destacar que la investigación en el campo de los sustitutos óseos está en constante evolución, con nuevos materiales y tecnologías emergiendo continuamente. La bioingeniería y la nanotecnología están desempeñando un

papel cada vez más importante en el desarrollo de sustitutos óseos que no solo imiten la estructura del hueso natural, sino que también promuevan activamente la regeneración ósea. Por ejemplo, los andamios bioactivos y los compuestos híbridos que combinan materiales sintéticos con factores de crecimiento están mostrando resultados prometedores en estudios preclínicos (6).

Por tanto, se torna importante realizar una revisión bibliográfica que aborde la comparación de los resultados de los diferentes sustitutos óseos en la ROG utilizados en defectos periodontales, con el fin de proporcionar una visión integral y actualizada de este tema.

Esta revisión no solo permitirá comprender mejor las opciones terapéuticas disponibles, sino que también contribuirá al avance de las prácticas clínicas en el campo de la periodoncia y a la mejora de la eficacia de los tratamientos regenerativos.

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar y comparar los resultados de los sustitutos óseos en la ROG empleados en defectos periodontales, evaluando sus ventajas, limitaciones y resultados clínicos reportados en la literatura científica. A través de esta revisión bibliográfica, se pretende identificar las mejores prácticas clínicas en el campo de la regeneración ósea guiada y proponer recomendaciones para optimizar los resultados clínicos a largo plazo.

Además, se busca examinar la evidencia científica disponible sobre los sustitutos óseos, su eficacia y predictibilidad en la ROG para el tratamiento de defectos periodontales, con el propósito de ofrecer una perspectiva clara que oriente a los profesionales de la odontología en la toma de decisiones clínicas bien fundamentadas.

Asimismo, se pretende identificar posibles áreas de mejora e innovación en el campo de la sustitución ósea como técnica para la ROG y así impulsar futuras investigaciones y avances en este ámbito tan relevante para la salud bucal y general de los pacientes.

2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de realizar una revisión bibliográfica sobre la comparación de los resultados de los diferentes sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada, especialmente en el contexto de los sustitutos óseos dentales, es necesaria por varias razones. Primero, la pérdida de tejido óseo en la cavidad oral es una condición común que puede resultar de enfermedades periodontales, traumatismos, infecciones o extracciones dentales. Esta pérdida de hueso no solo afecta la funcionalidad y estética de la mandíbula y el maxilar, sino que también complica la colocación de implantes dentales, que requieren una base ósea adecuada para su estabilidad y éxito a largo plazo.

En segundo lugar, la regeneración ósea guiada es una técnica clave en la cirugía maxilofacial y la periodoncia que permite la reconstrucción de estos defectos óseos, facilitando la restauración de la función masticatoria y la estética dental. La eficacia de esta técnica está íntimamente ligada a la elección del sustituto óseo adecuado, lo que subraya la importancia de contar con información precisa y actualizada sobre los diferentes materiales disponibles. Una revisión de la literatura científica proporciona una comprensión detallada de las características, ventajas y limitaciones de cada tipo de sustituto óseo, lo que puede guiar la práctica clínica hacia decisiones más informadas y personalizadas.

Adicionalmente, la investigación en sustitutos óseos ha avanzado significativamente en las últimas décadas, con la introducción de nuevos materiales y tecnologías que prometen mejorar los resultados clínicos. Sin embargo, estos avances también han generado un gran volumen de datos y estudios, algunos de los cuales pueden ser contradictorios o difíciles de interpretar en un contexto clínico. Por lo tanto, una revisión sistemática de la literatura es esencial para sintetizar esta información y proporcionar una visión clara y comprensible para los profesionales de la salud dental.

Asimismo, la selección del sustituto óseo más adecuado no solo se basa en consideraciones biológicas y clínicas, sino también en factores económicos y de accesibilidad. Los odontólogos necesitan información confiable para evaluar el costo-beneficio de los diferentes materiales disponibles, especialmente en

entornos con recursos limitados. Una revisión bibliográfica bien estructurada puede ofrecer una perspectiva equilibrada sobre estos aspectos, ayudando a estos a tomar decisiones más efectivas y eficientes.

Finalmente, la educación continua y la formación de los odontólogos son fundamentales para mantener altos estándares de atención. Una revisión bibliográfica actualizada sobre los sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada puede servir como una valiosa herramienta educativa, proporcionando a los estudiantes y profesionales una base de conocimientos sólida y basada en la evidencia. Esto no solo mejora la calidad de la atención al paciente, sino que también fomenta la investigación y el desarrollo continuo en este campo dinámico y en constante evolución.

Los beneficios que se generarán a partir de esta investigación son significativos, ya que se espera proporcionar una visión actualizada sobre las técnicas de ROG, usando sustitutos óseos, lo que contribuirá a mejorar la calidad de los tratamientos periodontales regenerativos ofrecidos a los pacientes.

Los principales beneficiarios de esta investigación serán los profesionales de la odontología especializados en periodoncia, así como los pacientes que requieren tratamientos regenerativos para defectos periodontales. Los conocimientos actualizados y las recomendaciones derivadas de esta revisión bibliográfica permitirán a los odontólogos tomar decisiones clínicas más fundamentadas, brindando así un mayor nivel de atención y resultados óptimos para sus pacientes.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Comparar los resultados de los diferentes sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar diferentes tipos de sustitutos óseos usados en la regeneración ósea guiada, destacando sus ventajas, limitaciones y resultados clínicos documentados.
- Proponer recomendaciones para la aplicación clínica de los sustitutos óseos utilizados en las técnicas de regeneración ósea guiada, considerando factores como la biocompatibilidad, tasa de éxito de osteointegración y volumen de ganancia.

4. MARCO TEÓRICO

La enfermedad periodontal, que afecta las estructuras de soporte dental, puede resultar en la formación de defectos que comprometen la salud bucal y la funcionalidad del sistema estomatognático. Es por esto que es necesario llevar a cabo una comparación de las diversas técnicas de regeneración ósea guiada y los distintos sustitutos que pueden ser utilizados en la reparación de defectos periodontales.

Estas técnicas abarcan una amplia gama de enfoques, desde el uso de membranas de barrera hasta el uso de la aplicación de sustitutos óseos, con el objetivo común de estimular la regeneración de tejidos periodontales (hueso alveolar, encía, ligamento periodontal, cemento radicular) (4).

Las numerosas técnicas disponibles han generado la necesidad de un análisis detallado y comparativo que permita a los profesionales de la odontología tomar decisiones fundamentadas en la elección de la técnica más adecuada para cada caso clínico específico. Es por esto que, se deben examinar los fundamentos biológicos, métodos de aplicación, los resultados clínicos y las posibles complicaciones asociadas con cada técnica. Así mismo, se deben abordar cuestiones esenciales como la eficacia en la regeneración tisular guiada (ROG), la estabilidad a largo plazo de los resultados obtenidos y la respuesta del paciente a los diferentes tipos de tratamiento.

Para desarrollar el marco teórico de esta investigación, se seguirá el siguiente orden.

4.1. Enfermedad Periodontal

La enfermedad periodontal, también conocida como enfermedad de las encías, es una infección de los tejidos que sostienen los dientes en su lugar. Se produce cuando las bacterias presentes en la placa dental se acumulan y causan inflamación en los tejidos gingivales (1) (2) (3). La enfermedad periodontal puede ser leve, como la gingivitis, o más grave, como la periodontitis, que provoca la pérdida ósea alrededor de los dientes (1) (2).

La enfermedad periodontal puede ser prevenida mediante una buena higiene oral, que incluye el cepillado diario y el uso de la seda dental. Además, es importante acudir regularmente al dentista para realizar limpiezas profesionales y detectar cualquier problema en sus etapas iniciales (2).

El tratamiento de la enfermedad periodontal depende de su gravedad. En casos leves, el cepillado y el uso de la seda dental pueden ser suficientes para controlar la enfermedad (2). En casos más graves, pueden ser necesarios tratamientos adicionales, como el raspado y alisado radicular, el uso de medicamentos antibacterianos o la cirugía periodontal (1) (2).

4.2. Defectos Periodontales

Los defectos periodontales son lesiones que afectan los tejidos de soporte de los dientes, incluyendo el hueso alveolar, el ligamento periodontal y el cemento radicular (4). Estos defectos pueden ser clasificados según su localización y morfología, y pueden ser tratados mediante diferentes técnicas y materiales de regeneración periodontal (4) (5).

La clasificación de los defectos periodontales puede basarse en criterios morfológicos específicos, como la localización y el número de paredes óseas remanentes alrededor de la bolsa periodontal (4) (5). Los defectos periodontales pueden ser supraóseos, infraóseos o interradiculares, y pueden presentar diferentes morfologías, como defectos de una, dos o tres paredes (4).

Los defectos infraóseos son aquellos en los que la base del saco se localiza apical a la cresta alveolar residual adyacente, y pueden ser clasificados como defectos intraóseos o cráteres. Los defectos intraóseos son aquellos en los que el componente infraóseo afecta en forma primaria un único diente, mientras que los cráteres afectan dos superficies radiculares adyacentes en un grado similar (4).

El tratamiento de los defectos periodontales puede incluir técnicas de regeneración ósea guiada (ROG), injertos óseos y membranas de barrera. La elección del tratamiento depende de la localización, morfología y gravedad del defecto, así como de las preferencias y experiencia del odontólogo. El objetivo

del tratamiento es regenerar los tejidos de soporte perdidos y mejorar la salud periodontal del paciente (5) (6).

4.3. Clasificación de los defectos de reborde alveolar

Seibert, en el año 1983 clasificó los defectos del reborde alveolar en 3 clases teniendo en cuenta el componente horizontal y vertical de cada efecto:

- *Clase I:* Pérdida de la dimensión vestibulolingual, conservando una altura (dimensión apicocoronaria) normal de la cresta.
- *Clase II:* Pérdida de la dimensión apicocoronaria, conservando una anchura (dimensión vestibulolingual) normal de la cresta.
- *Clase III:* Pérdida tanto de la dimensión vestibulolingual como apicocoronaria. Pérdida de la altura y anchura normal de la cresta.

Posteriormente, Allen en el año 1985, añadió el nivel de severidad, considerando el defecto como:

- *Leve:* Menor a 3 mm.
- *Moderado:* De 3 a 6 mm.
- *Severo:* Mayor de 6 mm.

4.4. Regeneración Ósea Guiada (ROG)

La Regeneración Ósea Guiada (ROG) es un procedimiento quirúrgico que se basa en el uso de sustitutos óseos y membranas de barrera para reconstruir defectos en el hueso, los cuales pueden ser causados por la falta de dientes. Para llevar a cabo este procedimiento de manera efectiva, es importante tener conocimiento sobre los diversos materiales disponibles en la actualidad, los cuales pueden facilitar la regeneración ósea. Estos materiales poseen una serie de características importantes, como la biocompatibilidad, el volumen de crecimiento, la posibilidad de reabsorción y tasa de éxito de osteointegración, que influyen en los resultados obtenidos y se adaptan a las necesidades específicas de cada paciente (7).

4.5. Bases Biológicas de la Regeneración Ósea Guiada

La regeneración ósea guiada (ROG) es una técnica quirúrgica cuyo objetivo es promover la regeneración de hueso en los maxilares, con la finalidad de crear el soporte adecuado para la colocación de implantes dentales y la reparación de defectos óseos (7).

Los principios biológicos clave de la ROG incluyen (7):

- Crear un espacio protegido para que las células osteogénicas puedan proliferar y formar nuevo hueso.
- Excluir el crecimiento de tejido blando no deseado, como el epitelio y el tejido conectivo, que podrían interferir con la regeneración ósea.
- Mantener la estabilidad mecánica del coágulo sanguíneo y el espacio creado para la regeneración ósea.
- Asegurar una adecuada vascularización para aportar los nutrientes necesarios para la formación ósea.

Para lograr esto, se utilizan membranas, injertos óseos autólogos o sustitutos óseos, dependiendo de las características del defecto óseo (7). La ROG ha demostrado ser una técnica efectiva para aumentar el volumen óseo y facilitar la colocación de implantes dentales con un mejor pronóstico a largo plazo (8).

4.6. Materiales Utilizados en la Regeneración Ósea Guiada

Los materiales utilizados en la regeneración ósea guiada (ROG) pueden ser diversos y se clasifican en diferentes grupos, los cuales incluyen (9) (10) (11):

- **Hueso autólogo.** Se refiere al uso de injertos de hueso del propio paciente.
- **Homólogo, heterólogo y materiales aloplásticos.** Estos materiales pueden incluir injertos de hueso de donantes humanos (homólogo), de especies diferentes (heterólogo), o materiales sintéticos como cerámicas, polímeros o compuestos bioactivos (materiales aloplásticos).

Estos materiales se utilizan para crear un entorno propicio que favorezca la regeneración ósea, ya sea como relleno en el defecto óseo o como armazón

para la técnica de membrana en la regeneración ósea guiada. La elección del material a utilizar dependerá de la morfología y características específicas del defecto óseo a tratar.

A diferencia de los materiales usados para la regeneración tisular guiada (RTG) en tejidos periodontales donde se utilizan los siguientes:

a. Membranas guiadas no reabsorbibles. En los experimentos iniciales de RTG, se utilizó una membrana oclusiva que consistía en un filtro bacteriano elaborado con acetato de celulosa. Debido a su toxicidad, esta forma de membrana no era apropiada para aplicaciones clínicas a pesar de cumplir su objetivo. En ensayos posteriores realizados en la década de 1990, se aplicaron membranas de politetrafluoroetileno expandido (e-PTFE) creadas específicamente para la regeneración periodontal (material periodontal Gore Tex) (8) (15).

b. Membranas guiadas reabsorbibles. Con respecto a las diversas aplicaciones de GTR y GBR, se ha propuesto una membrana absorbible como reemplazo de la membrana antes analizada, para minimizar sus limitaciones, en particular el requisito de cirugía adicional para retirar la membrana. Según el origen del material utilizado para producir la membrana, las membranas absorbibles se clasifican en dos grupos principales: membranas naturales y membranas sintéticas (8) (15).

b.1. Membranas reabsorbibles naturales. El colágeno y el quitosano parecen ser los dos componentes principales de la mayoría de las membranas naturales, que se derivan naturalmente de muchas fuentes animales. Quizás el más notable es el uso de tendón de Aquiles bovino (Cytoplast®), piel humana (Alloderm®) o piel porcina (Bio-Gide®) para producir membranas derivadas de tejidos basadas en colágeno (16).

b.2. Membranas sintéticas reabsorbibles. Los polímeros sintéticos tienen varias ventajas sobre los polímeros naturales, incluida la capacidad de ajustar sus propiedades. El soporte que brindan los biomateriales sintéticos puede permitir restaurar la integridad estructural y la capacidad funcional de los tejidos enfermos o dañados (17). Los polímeros sintéticos

se pueden modificar en términos de su peso molecular, estructura molecular y propiedades físicas y químicas, a diferencia de los polímeros derivados de fuentes naturales, mediante la adición de ciertos grupos funcionales y cadenas laterales, los polímeros sintéticos pueden autoreticularse o reticularse, uniéndose con enzimas u otras moléculas bioactivas (18).

Volviendo y desarrollando más los tipos de injertos óseos que se utilizan en la ROG, estos son:

a. Hueso autólogo. Es el único material de injerto que posee actividad osteoconductiva, osteoinductiva y osteoproliferativa, por lo que representa el material de elección en cirugía reconstructiva de defectos óseos maxilares, con la desventaja de requerir de una segunda intervención quirúrgica para su obtención.

b. Hueso homólogo. Es un tejido óseo tomado de la misma especie del receptor, sin limitaciones de cantidad. Se obtiene de cadáveres, siendo tratado y conservado bajo varias formas y dimensiones en bancos de huesos. Existen tres tipos: congelado, congelado-liofilizado, y congelado-desmineralizado-liofilizado.

c. Hueso heterólogo. Por lo general es de origen bovino. Está conformado por cristales de carbonato de apatita, exento de calcio (Bio-Oss) y privado de componentes orgánicos mediante un delicado proceso de extracción. La matriz ósea inorgánica presenta una estructura química similar a la del hueso humano. La penetración de neo-hueso en la estructura del injerto viene favorecida por la red porosa al interior de los cristales, ofreciendo una amplia superficie para ser colonizada por parte del hueso, dando lugar a un nuevo tejido de densidad mayor con relación a otros biomateriales y al hueso autólogo.

4.7. Injertos Óseos: Autoinjertos, Aloinjertos, Xenoinjertos o Sustitutos Óseos Sintéticos

- **Injertos autólogos o autógenos** (cortical, esponjoso o corticoesponjoso). En cuanto a sus propiedades biológicas, es el único que posee las tres propiedades de osteogénesis, osteoinducción y

osteoconducción debido a que este tipo de injerto se extrae del mismo individuo.

Se pueden obtener de diferentes zonas donantes intraorales (mentón, tuberosidad maxilar, rama mandibular, rebordes edéntulos o torus) o extraorales (cresta ilíaca, tibia, calota).

Tienen como desventaja su rápida tasa de reabsorción, por lo que en ocasiones se combinan con aloinjertos o xenoinjertos para mejorar esta propiedad. Hay diferencias en cuanto a la reabsorción vertical según los sitios extraorales donantes: cresta ilíaca 12-60% y calota 0-15%. La reabsorción horizontal de los injertos en bloque autólogos se ha reportado entre el 10-50% (7).

- **Injertos alogénicos o aloinjertos (corticales, esponjosos o corticoesponjosos).** Son procedentes de otro individuo de la misma especie. Hay dos principales: mineralizados congelados-secados (FDBA) y desmineralizados congelados-secados (DFDBA). La desmineralización podría exponer las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) para estimular la diferenciación de células pluripotenciales indiferenciadas hacia osteoblastos (osteoinducción). Los aloinjertos necesitan un procesamiento especial para eliminar su capacidad antigénica (7).
- **Injertos heterólogos o xenoinjertos (corticales o esponjosos).** Su fuente de procedencia es un animal de otra especie diferente a humanos. Presentan propiedades osteoconductoras (7). En los defectos óseos, el origen de los andamios xenogénicos disponibles para la regeneración periodontal puede ser bovino, equino o porcino. Estos materiales se someten a minuciosas técnicas de procesamiento, lo que da como resultado productos biocompatibles. Se fabrican en cantidades excesivas con costos de procesamiento comparativamente más bajos y libres de transmisión de enfermedades (17).

4.8. Xenoinjertos en los Defectos Óseos

El origen de los andamios xenogénicos disponibles para la regeneración periodontal puede ser bovino, equino o porcino. Estos materiales se someten a

minuciosas técnicas de procesamiento, lo que da como resultado productos biocompatibles. Se fabrican en cantidades excesivas con costos de procesamiento comparativamente más bajos y libres de transmisión de enfermedades.

4.8.1. Procesamiento y Purificación

Los contenidos orgánicos presentes en los injertos xenogénicos deben ser eliminados para evitar cualquier tipo de reacción inmunológica o transmisión de patógenos. La fase mineral resultante (contenido inorgánico) después de los procedimientos de procesamiento y purificación, funciona como andamio estructural para la generación de nuevo tejido óseo. Asimismo, sirve como una excelente fuente de calcio que es fundamental para la formación de hueso (18).

Para evitar cualquier tipo de reacción negativa, estos biomateriales se someten a un proceso que consiste en la desproteínización y desmineralización mediante hidróxido de sodio. Además, para eliminar la probabilidad de transmisión de enfermedades, los fabricantes utilizan animales de países en los que no han aparecido este tipo de enfermedades (18).

Es importante aclarar que antes del trasplante, el receptor humano suele recibir tratamiento con medicamentos inmunosupresores para prevenir el rechazo del xenoinjerto. Dado que los tejidos y órganos de los animales contienen antígenos extraños para el sistema inmunológico humano (18).

4.8.2. Origen de los Xenoinjertos

- **Derivado bovino.** Actualmente se utilizan varios productos de xenoinjerto de hueso bovino, el primero eficaz es una matriz mineral de origen óseo que se adquiere del hueso de la columna, el segundo, es otro material de injerto óseo que se adquiere de los cóndilos del fémur del ganado, que es de naturaleza esponjosa (18).
- **Derivado porcino.** El tejido de injerto óseo porcino es un material de injerto óseo poroso que carece de componente orgánico. Es similar al hueso humano en cuanto formulación y estructura. Este material de injerto óseo se produce eliminando todas las sustancias orgánicas que es

biocompatible. Contiene una arquitectura porosa macroscópica y microscópica interconectada que mejora la formación de hueso nuevo en el sitio de implantación (18).

- **Derivado del coral.** Los sustitutos del injerto óseo de coral se derivan del exoesqueleto de los corales. Estos injertos se fabrican sometiendo los corales a temperaturas extremas en una solución acuosa de fosfato mantenida bajo presión, lo que da como resultado la formación de hidroxiapatita de calcio. Este proceso conserva la estructura porosa organizada, penetrable e interconectada (18).

4.9. Tipos de Tejidos Periodontales

Los tejidos periodontales son el conjunto de estructuras que rodean y soportan los dientes. Estos tejidos se dividen en dos categorías: tejidos blandos y tejidos mineralizados (11).

Los tejidos blandos incluyen la encía y el ligamento periodontal. La encía, también conocida como gingiva, es el tejido blando y rosado que rodea la base de los dientes y proporciona una barrera protectora contra las bacterias y los irritantes. El ligamento periodontal es una membrana fibrosa que conecta el diente con el hueso alveolar y ayuda a amortiguar las fuerzas de masticación (12).

Los tejidos mineralizados incluyen el cemento radicular y el hueso alveolar. El cemento radicular es una capa dura y calcificada que recubre la raíz del diente y proporciona una superficie de unión para las fibras del ligamento periodontal. El hueso alveolar es el tejido óseo que rodea la raíz del diente y proporciona soporte estructural (13).

El periodonto también incluye el ligamento periodontal, que es una región de tejido conectivo denso que conecta el cemento con el hueso alveolar. Las fibras de Sharpey se extienden desde el ligamento periodontal hasta el cemento celular, y el borde entre el cemento y el ligamento periodontal es borroso debido a su linaje compartido (14).

El hueso alveolar es tejido óseo compacto que rodea la raíz del diente y proporciona soporte estructural. El periostio es una capa de tejido conectivo denso que rodea el tejido óseo y contiene osteoblastos y osteoclastos involucrados en la remodelación ósea (12) (13).

La pérdida ósea conduce a la pérdida de dientes, no a la pérdida de raíces. Durante la exfoliación dental, la dentina radicular es reabsorbida, pero el hueso alveolar sufre tanto resorción como deposición, para formar una vía a través del hueso por encima del diente permanente y rellenar el espacio alveolar debajo (11).

El periodonto también contiene nervios que registran dolor, tacto y presión, así como componentes nerviosos que inervan los vasos sanguíneos del periodonto. Los vasos linfáticos del periodonto drenan en los ganglios linfáticos de la cabeza y el cuello (11) (13) (14).

4.10. Factores que Influyen en la Regeneración Ósea del Tejido Periodontal

Los principales factores que influyen en la regeneración ósea del tejido periodontal incluyen (23):

1. Factores de crecimiento y diferenciación celular (23):

- Interleucinas 1 y 6 (IL-1, IL-6) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) que intervienen en la respuesta inflamatoria inicial.
- Factores de crecimiento como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) y proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) que estimulan la proliferación, migración y diferenciación celular.

2. Presencia de células osteogénicas (24):

- Es necesaria la presencia de células progenitoras con capacidad de división celular y diferenciación hacia osteoblastos.

3. Adecuada vascularización (24):

- Un buen aporte sanguíneo es crucial para aportar los nutrientes necesarios para la formación ósea.
- Estabilidad mecánica del coágulo y el espacio creado

4. Estabilidad mecánica del coágulo y el espacio creado (24)::

- La estabilidad del coágulo y el mantenimiento del espacio son fundamentales para que las células puedan proliferar y formar nuevo hueso.
- Exclusión del crecimiento de tejido blando no deseado

5. Exclusión del crecimiento de tejido blando no deseado (24):

Es importante evitar la proliferación de tejido epitelial y conectivo que podría interferir con la regeneración ósea.

La regeneración ósea del tejido periodontal depende de una secuencia ordenada de eventos biológicos que involucran señales moleculares, células progenitoras, vascularización y estabilidad mecánica del sitio (23) (24).

4.11. Técnicas de Regeneración Ósea Guiada en los Tejidos Periodontales

Las técnicas de regeneración ósea guiada en los tejidos periodontales incluyen la regeneración tisular guiada (RTG) y la regeneración ósea guiada (ROG). Estas técnicas se utilizan para restaurar y regenerar los tejidos periodontales, como el hueso y el ligamento periodontal, alrededor de los dientes o implantes (8).

La RTG y la ROG se basan en la aplicación quirúrgica de una membrana biocompatible que actúa como barrera física para permitir que las células del tejido progenitor regeneren los tejidos perdidos. La membrana evita que los tejidos de crecimiento rápido, como los tejidos fibrosos o epiteliales, invadan el área de regeneración, manteniendo el espacio y guiando el éxito de la regeneración de los tejidos defectuosos (8).

Las principales diferencias entre la regeneración ósea guiada (ROG) y la regeneración tisular guiada (RTG) son:

Objetivo

- ROG se enfoca en la regeneración específica de tejido óseo, con el objetivo de crear un lecho adecuado para la colocación de implantes dentales (12).
- RTG tiene como objetivo la regeneración de todo el complejo periodontal, incluyendo hueso, cemento y ligamento periodontal (25).

Técnicas

- ROG utiliza membranas, injertos óseos y otros biomateriales para guiar la formación de nuevo hueso (25)
- RTG también emplea membranas, pero con el fin de excluir el crecimiento de tejido blando y permitir la regeneración de los tejidos periodontales (25).

Tiempo de Maduración

- ROG requiere un período de maduración ósea más prolongado, generalmente de 6 meses o más (7).
- RTG suele tener un período de maduración más corto, de 4-6 semanas (8).

Aplicaciones

- ROG se utiliza principalmente en cirugía preimplantológica y para tratar defectos óseos (7).
- RTG se emplea en el tratamiento de la enfermedad periodontal, defectos de furca, recesiones gingivales, etc. (8)

4.12. Aplicaciones Clínicas de la Regeneración Ósea Guiada en Tejidos Periodontales y Resultados Reportados

La regeneración ósea guiada (ROG) se aplica en diferentes contextos clínicos para tratar defectos óseos y periodontales, que incluyen:

- **Regeneración de hueso alveolar atrófica.** La ROG ayuda a restaurar la cresta alveolar y crear un lecho óseo adecuado para la colocación de implantes dentales (8).
- **Defectos de furcación.** La ROG se utiliza para tratar defectos de furcación, permitiendo la regeneración de hueso y ligamento periodontal (24).
- **Preservación de alveolos después de extracción dentaria.** La ROG ayuda a preservar los alveolos después de la extracción dentaria, manteniendo la estructura ósea y reduciendo la posibilidad de pérdida de hueso (8).
- **Regeneración periodontal.** La ROG se enfoca en la regeneración de tejidos periodontales, incluyendo cemento, ligamento periodontal y hueso, para restaurar la salud y función de la zona afectada (24).

En cuanto a los resultados reportados, la ROG ha demostrado ser efectiva en la regeneración ósea y periodontal, mejorando significativamente la salud y función de los tejidos afectados. Los estudios han mostrado una reducción significativa en la profundidad de sondaje, un aumento en la ganancia de inserción clínica y una mejora en la calidad ósea (8) (24).

4.13. Eficacia de la Regeneración Ósea Guiada en Tejidos Periodontales

La eficacia de la regeneración ósea guiada (ROG) en tejidos periodontales ha sido ampliamente respaldada por estudios científicos y la práctica clínica. Esta técnica ha demostrado ser efectiva en la regeneración de hueso alrededor de dientes e implantes, así como en la restauración de tejidos periodontales, incluyendo cemento, ligamento periodontal y hueso (10).

Los resultados reportados de la ROG en tejidos periodontales incluyen (10) (12):

- Reducción significativa en la profundidad de sondaje.
- Aumento en la ganancia de inserción clínica.
- Mejora en la calidad ósea.
- Restauración de la salud y función de los tejidos afectados.

La regeneración ósea guiada ha demostrado ser una técnica efectiva y respaldada científicamente para la regeneración de tejidos periodontales, con resultados positivos en la restauración de la salud y función de los tejidos afectados (24).

4.14. Limitaciones de la Regeneración Ósea Guiada en el Tratamiento Periodontal

Las limitaciones de la regeneración ósea guiada (ROG) en el tratamiento periodontal pueden incluir:

- **Limitaciones anatómicas.** La ROG puede enfrentar desafíos en áreas con limitaciones anatómicas que dificultan la colocación de membranas o biomateriales para la regeneración ósea (28).
- **Dificultades técnicas.** En casos donde existen dificultades técnicas para la rehabilitación de áreas edéntulas o para lograr la estabilidad primaria del implante, la ROG puede presentar limitaciones (28).
- **Necesidad de seguimiento exhaustivo.** La ROG requiere un seguimiento exhaustivo para vigilar posibles complicaciones, como la exposición de la membrana utilizada en el procedimiento (8).
- **Complejidad.** Aunque efectiva, la ROG puede ser más compleja que otras terapias periodontales convencionales, lo que puede requerir un mayor nivel de habilidad y experiencia por parte del profesional (8).

Lo anterior, destaca la importancia de una evaluación cuidadosa y un manejo adecuado de estas limitaciones para lograr resultados exitosos.

5. METODOLOGÍA

5.1. Diseño de la Investigación

El objetivo de esta investigación fue comparar los resultados de los diferentes sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada, por lo cual se acudió a un diseño no experimental. Se realizó una investigación de tipo descriptivo basada en revisión de fuentes bibliográficas, para conocer las diferentes técnicas de regeneración ósea guiada en defectos periodontales.

5.2. Enfoque de la Investigación

La presente investigación está diseñada con un enfoque cualitativo, ya que éste es el que mejor se adapta a las características y necesidades de este estudio.

5.3. Población

En este estudio, la población estuvo conformada por artículos relacionados con regeneración tisular guiada en defectos periodontales encontrados en las bases de datos PubMed; SciELO; Springer; Scopus; Science Direct, Cochrane Library y Google Scholar.

5.4. Muestra

Las muestras se obtuvieron de la revisión de las bases de datos PubMed; SciELO; Springer; Scopus; Science Direct, Cochrane Library y Google Scholar que se usaron para buscar la información de esta investigación.

5.5. Criterios de Inclusión

Investigaciones relativas a la regeneración ósea guiada en defectos periodontales, de los últimos 10 años y en el idioma inglés.

5.6. Criterios de Exclusión

Investigaciones sobre regeneración ósea guiada no relacionados con defectos periodontales, que sean anteriores al año 2014 y en un idioma diferente al inglés.

5.7. Instrumento de Recolección de Información

El instrumento que se utilizó para realizar esta investigación fue una revisión bibliográfica sobre diferentes técnicas de regeneración tisular guiada en defectos periodontales y para su preparación, se usaron las reglas del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) que fue publicada en el año 2009 y luego revisada en el año 2020 (28).

6. RESULTADOS

La revisión bibliográfica se elaboró siguiendo la directriz de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). A continuación, se describe el proceso de preparación de la misma.

Durante el mes de abril de 2024 se realizaron las primeras búsquedas, utilizando los términos "Regeneración ósea"; "Guiada"; y "Sustitutos óseos"; en las bases de datos PubMed; SciELO; Springer; Scopus; Science Direct, Cochrane Library y Google Scholar.

A partir de esta revisión inicial, se obtuvieron resultados positivos dentro del rango de inclusión establecido para este estudio. Algunos artículos estaban duplicados, mientras que otros no eran relevantes para la investigación en curso. Esta primera búsqueda indicó la existencia de varios artículos relacionados con el tema de la regeneración ósea guiada en defectos periodontales.

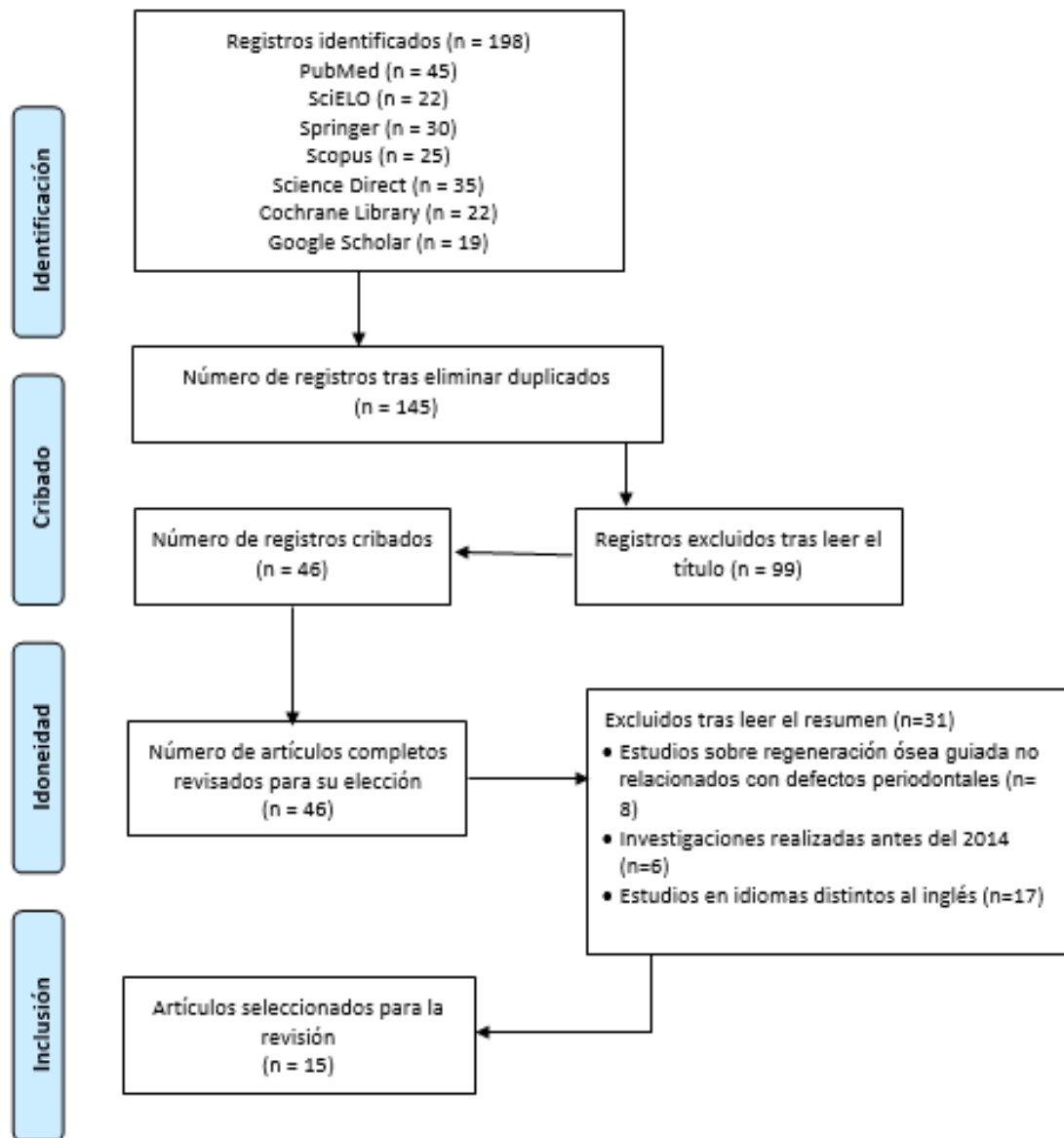
De dicha revisión se consiguieron 198 resultados en general, que se detallan en el flujograma PRISMA más abajo.

Al verificar la selección de los artículos de investigación, para ajustarlos a los criterios de inclusión y exclusión, se consideraron adecuados 145 tras eliminar 53 artículos duplicados en las siete bases de datos utilizadas.

Con la lectura del título se procedió a eliminar 99 artículos por no adecuarse a la revisión bibliográfica planteada en esta investigación, quedando solo 46 artículos. Se leyó el resumen, eliminando 31 artículos: i) Por ser estudios sobre regeneración ósea guiada no relacionados con defectos periodontales; y, ii) Por ser investigaciones realizadas en idiomas distintos al inglés; y, iii) Por ser anteriores al año 2014.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo PRISMA para la selección de investigaciones.

Figura 1 *Flujograma PRISMA para la selección de artículos*



Nota: elaboración propia a partir de información tomada de “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement” por Moher y otros (2009) (29).

Por último, solo 15 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron escogidos para realizar esta revisión. Los resultados pueden verificarse en la siguiente Tabla No.1.

Tabla 1. Selección de artículos para la revisión bibliográfica

TÍTULO	AUTORES	AÑO	RESUMEN	CONCLUSIÓN
Xenoinjertos y regeneración periodontal	Cohen y otros (33)	2015	El objetivo de la terapia periodontal es regenerar un aparato de inserción funcional. Sin embargo, el grado de regeneración es variable y depende de una variedad de actores biológicos y de procedimiento. En esta revisión, resumimos la literatura actual que describe el uso de xenoinjertos para la regeneración periodontal.	La literatura respalda el uso de xenoinjertos como una alternativa eficaz en la regeneración periodontal. Los materiales de xenoinjerto generalmente son biocompatibles y ampliamente aceptados. En comparación con el desbridamiento con colgajo abierto, el tratamiento de defectos intraóseos o de furcación utilizando hueso de origen bovino generalmente produce mejores resultados clínicos similares a otros materiales de injerto utilizados en la terapia periodontal.
Comparación histológica de un aloinjerto, un xenoinjerto y un injerto aloplástico como materiales sustitutos óseos	Nappe y otros (34)	2016	Se estudiaron histológicamente un aloinjerto, un xenoinjerto y un injerto aloplástico, asociados a procedimientos de elevación de seno o preservación de cresta, para evaluar sus características y obtener los porcentajes de hueso y partículas remanentes del injerto. Esto puede ayudar al clínico a determinar, desde el punto de vista histológico, si existen alternativas viables al uso de autoinjertos en procedimientos de regeneración ósea.	Todos los materiales sustitutos óseos estudiados mostraron buenas características para su uso en terapias de regeneración ósea.
Aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado con membrana amniótica en el tratamiento de	George y Sali (35)	2016	El objetivo del estudio clínico controlado aleatorio fue comparar los resultados clínicos y radiológicos de la combinación de desbridamiento con colgajo abierto, membrana amniótica y aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado con	Todos los parámetros medidos mostraron una mejora similar, como la reducción de la profundidad de sondaje del bolsillo, la ganancia de CAL del nivel de inserción clínica, la reducción del defecto intraóseo del IBD y la resolución del defecto con

TÍTULO	AUTORES	AÑO	RESUMEN	CONCLUSIÓN
defectos intraóseos periodontales: ensayo clínico controlado, aleatorizado, de 12 meses			desbridamiento con colgajo abierto y aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado solo en el tratamiento de defectos intraóseos periodontales.	desbridamiento con colgajo abierto OFD + Aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado DFDBA + Membrana amniótica AM y desbridamiento con colgajo abierto OFD + Aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado DFDBA, no se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos
Sustitutos óseos	Jordana y otros (36)	2017	Los sustitutos óseos, utilizados para rellenar un defecto después de una cirugía o un traumatismo, proporcionan un soporte mecánico y pueden inducir la curación ósea. Constituyen una alternativa a los injertos óseos autógenos, el 'estándar de oro' que sigue siendo la referencia a pesar del riesgo de complicaciones postoperatorias.	La elección clínica de un sustituto óseo se basa en el volumen óseo requerido, la manipulación (inyectabilidad, maleabilidad) y las propiedades mecánicas (tiempo de fraguado, viscosidad, reabsorción, entre otras) del material. Los sustitutos óseos se utilizan comúnmente en cirugía ortopédica, neurocirugía, estomatología y aplicaciones dentales. Su uso aumenta constantemente con el reciente desarrollo clínico de formas inyectables. Además, novedosas tecnologías mediante técnicas sustractivas o aditivas permiten hoy la producción de materiales arquitectónicos controlados. A continuación, presentamos una clasificación de los sustitutos óseos según su origen (natural o sintético) y composición química, y el uso más común de estos sustitutos.
Injertos óseos: ¿cuál es el biomaterial ideal?	Haugen y otros (36)	2018	Los materiales de xenoinjerto bovino, seguidos de los biomateriales sintéticos, que lamentablemente todavía carecen de previsibilidad y rendimiento clínico documentados, dominan el mercado de la cirugía en el área craneomaxilofacial.	Preferimos materiales compuestos de reemplazo óseo con mayores niveles de bioactividad, proporcionando un equilibrio adecuado entre bioabsorción y mantenimiento del volumen para lograr una remodelación ósea ideal.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	RESUMEN	CONCLUSIÓN
			En Europa, se espera que nuevas regulaciones estrictas limiten aún más el mercado de aloinjertos en el futuro.	
Una comparación de diferentes materiales de injerto óseo en la regeneración ósea guiada periimplantaria	Artas y otros (38)	2018	El objetivo de este estudio fue comparar los efectos de los biomateriales de injerto de hidroxiapatita (HA), hueso bovino desproteinizado (DPB), hueso alogénico de origen humano (HALG) y sulfato de calcio (CAP) utilizados con barreras de titanio para el aumento óseo en el tratamiento peri -Defectos implantarios en cráneo de rata tratados mediante regeneración ósea guiada (ROG).	No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la regeneración ósea nueva o la expresión del factor de crecimiento endotelial vascular después de 3 meses. Según los resultados de los análisis histológicos e inmunohistoquímicos, ninguno de los injertos utilizados en este estudio mostró superioridad con respecto a la formación de hueso nuevo.
Un análisis descriptivo de las preferencias de los pacientes en la terapia de injerto óseo en odontología	Almutairi A.S. (39)	2019	Los aspectos terapéuticos y procesales se han centrado principalmente en los tratamientos de injerto óseo con menor prioridad a la percepción y preferencias de los pacientes. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar las elecciones del paciente sobre diversos injertos óseos utilizados en los tratamientos dentales de reemplazo óseo.	El xenoinjerto (67%) tuvo la mayor tasa de rechazo, seguido de los aloinjertos (54%), los autoinjertos extraorales (28%), el aloplasto (13%) y el autoinjerto intraoral (11%), siendo el injerto óseo menos rechazado entre los participantes encuestados. Además, la edad no tuvo una influencia estadísticamente significativa en la aceptación y el rechazo de diferentes tipos de injertos óseos, mientras que el sexo y el nivel educativo se asociaron con las tasas de aceptación y rechazo.
Regeneración tisular guiada combinada con aloinjerto óseo en defectos infraóseos: resultados	Majzoub y otros (37)	2020	Los datos clínicos sobre los resultados de la regeneración tisular guiada (RTG) son escasos. El objetivo de este estudio de cohorte retrospectivo fue evaluar los resultados después de la RTG, su estabilidad y la supervivencia de los	Dentro de las limitaciones de este estudio, los datos sugieren que la RTG es una buena opción para el tratamiento de defectos infraóseos porque puede mejorar tanto la tasa de retención dental como los resultados clínicos generales.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	RESUMEN	CONCLUSIÓN
clínicos y evaluación de factores pronósticos			dientes tratados con defectos infraóseos periodontales.	
Un estudio clínico y radiográfico de Implantes colocados en injertos óseos autógenos. cubierto por una fibrina rica en plaquetas membrana o hueso bovino desproteinizado mineral y una membrana de colágeno: un piloto ensayo clínico controlado aleatorio con seguimiento de 2 años	Hartlev y otros (38)	2021	Comparar la supervivencia y el rendimiento clínico de los implantes colocados en sitios previamente aumentados con injertos óseos autógenos cubiertos por una membrana de fibrina rica en plaquetas (PRF) (grupo PRF) o un procedimiento estándar (estándar de oro) que implica la cobertura del injerto óseo autógeno con mineral óseo bovino desproteinizado y una membrana de colágeno reabsorbible (grupo control).	Aunque el estudio actual se basó en una pequeña muestra de participantes, los hallazgos sugieren que la metodología del PRF y el enfoque del grupo de control pueden usarse para el aumento óseo con un resultado similar. Se registró un nivel de hueso marginal periimplantario mayor, significativo, pero clínicamente irrelevante, en el grupo PRF que en el grupo control. Los pacientes de ambos grupos estaban muy satisfechos con el tratamiento.
Efectividad del xenoinjerto de origen porcino con derivado de matriz de esmalte para el tratamiento	Kim y otros (39)	2021	Debido a la dificultad del cuidado higiénico y manejo sanitario de los dientes pilares y áreas subpónticas asociadas a prótesis dentales fijas (PDF), se producen defectos intraóseos que se aceleran debido a la acumulación de placa y cálculo. Este estudio tuvo	Dentro de las limitaciones del estudio actual, el tratamiento regenerativo de defectos intraóseos de 2 y 3 paredes asociados con PDF mejoró los resultados clínicos y radiológicos. Se necesitan estudios prospectivos adicionales para

TÍTULO	AUTORES	AÑO	RESUMEN	CONCLUSIÓN
regenerativo periodontal de defectos intraóseos asociados con una prótesis dental fija: un estudio retrospectivo de seguimiento de 2 años			como objetivo evaluar la eficacia de la cirugía periodontal regenerativa para defectos intraóseos asociados con PDF.	confirmar nuestros hallazgos y evaluar los resultados a largo plazo.
Revisión de las condiciones y deformidades mucogingivales. Revisión de sus Clasificación actual y su impacto en la salud y función de Dientes	Obiechina y Soolari (40)	2022	Las condiciones y deformidades mucogingivales involucran defectos en la morfología, posición, cantidad de tejido blando y hueso que sostienen los dientes, sitios edéntulos e implantes dentales.	Afectan significativamente al tejido de soporte alrededor de los dientes y los implantes, y pueden afectar la estética, la salud y el funcionamiento de los mismos.
Conceptos innovadores y avances recientes en ingeniería Injerto y construcciones para la regeneración ósea. Revisión sistemática	Inchingolo y otros (41)	2022	Durante décadas, la medicina y la odontología regenerativas se han mejorado con nuevas terapias y protocolos clínicos innovadores. El objetivo de la presente investigación fue evaluar a través de una revisión crítica las innovaciones recientes en el campo de la regeneración ósea con un enfoque en los potenciales de curación y los protocolos clínicos de los sustitutos óseos combinados con construcciones	La efectividad de la presente investigación demostró que el uso de sustitutos óseos biocompatibles y biorreabsorbibles están relacionados con la alta previsibilidad de los protocolos de regeneración ósea, mientras que la microbiota oral y la salud sistémica del paciente producen una ventaja clínica para el éxito a largo plazo de los procedimientos de regeneración y las restauraciones implantosoportadas. El uso de factores de

TÍTULO	AUTORES	AÑO	RESUMEN	CONCLUSIÓN
			de ingeniería. Factores de crecimiento y aplicaciones de fotobiomodulación.	crecimiento puede reducir la comorbilidad del procedimiento regenerativo mejorando la fase de curación postoperatoria.
El papel y mecanismo de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración del hueso alveolar.	Liu y otros (42)	2023	La fibrina rica en plaquetas (PRF), como preparado de sangre autóloga, ha recibido cada vez más atención en los últimos años y se ha aplicado con éxito en diversos tratamientos clínicos para la regeneración del hueso alveolar en el ámbito bucal.	El papel de la fibrina rica en plaquetas en la regeneración del hueso alveolar es cada vez más importante, y su papel y mecanismo son cada vez más investigados y comprendidos. Este artículo proporcionará una referencia de gran valor para la investigación en campos relacionados. La exploración del papel y el mecanismo de la PRF en la regeneración del hueso alveolar puede conducir al descubrimiento de nuevos objetivos terapéuticos y al desarrollo de estrategias de tratamiento más efectivas y eficientes.
Impresión 3D para reparación ósea: terapia de combinación de infecciones y regeneración de defectos	Chen y otros (46)	2023	El tratamiento de defectos óseos infectados es un desafío clínico importante, que requiere el desarrollo de estructuras para eliminar simultáneamente la infección y proporcionar un entorno bioactivo adecuado para el crecimiento óseo. La impresión 3D ofrece una solución viable para abordar este problema mediante la producción de estructuras de ingeniería de tejido óseo orientadas al paciente.	Se resumen los desafíos actuales en el desarrollo de técnicas de impresión 3D para estructuras de ingeniería de tejido óseo y se proponen direcciones de desarrollo futuras para el tratamiento de defectos óseos infectados.

Nota: elaboración propia

7. DISCUSIÓN

Después del análisis de los resultados obtenidos, a continuación, se desarrolla la presente discusión, señalando primeramente que la regeneración ósea guiada (ROG) es un campo de estudio especial en la cirugía maxilofacial, ya que permite la restauración de defectos óseos mediante el uso de barreras que promueven la osteogénesis al tiempo que inhiben la invasión de tejidos no deseados. Según Inchingolo y otros (2022), la elección del sustituto óseo adecuado es fundamental para el éxito de la ROG, dado que cada material posee propiedades osteoconductoras, osteoinductivas y osteogénicas únicas que influyen en el proceso de cicatrización (44).

De acuerdo con Haugen y otros (2018) y Artas y otros (2018), los diferentes tipos de injertos óseos, tanto naturales como sintéticos, han demostrado ser eficaces para la regeneración periodontal y ósea (37) (38). Para Jordana y otros (2017), los xenoinjertos de origen bovino se han mostrado como una alternativa viable, con resultados clínicos similares a otros materiales de injerto (36). Por otro lado, George y Sali (2016) señalan que los aloinjertos óseos desmineralizados liofilizados, solos o en combinación con membrana amniótica, también han presentado buenos resultados en el tratamiento de defectos intraóseos periodontales, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (35).

En cuanto a los sustitutos óseos, Jordana y otros (2017) también señalan que la elección clínica se basa en factores como el volumen óseo requerido, la manipulación y las propiedades mecánicas del material (36). Además, de acuerdo a Haugen y otros (2018), los nuevos materiales compuestos con mayor bioactividad y un equilibrio adecuado entre bioabsorción y mantenimiento del volumen óseo se perfilan como el biomaterial ideal para la regeneración ósea (37).

Los diferentes tipos de injertos óseos utilizados en la regeneración ósea guiada ofrecen una variedad de beneficios, que dependen de sus propiedades biológicas y su capacidad para integrarse en el hueso receptor. Los injertos autólogos o autógenos, que se obtienen del mismo paciente, son los únicos que

poseen las tres propiedades clave para la regeneración ósea: osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. Esta característica los convierte en la opción preferida para la regeneración de defectos óseos, ya que favorecen una regeneración rápida y estable.

Sin embargo, de acuerdo con Almutairi (2019), su principal desventaja radica en la necesidad de una segunda intervención quirúrgica para obtener el injerto, lo que puede aumentar el riesgo de morbilidad en el sitio donante (39). Además, los injertos autólogos tienden a reabsorberse rápidamente, lo que puede limitar su efectividad a largo plazo.

Por otro lado, los injertos alogénicos o aloinjertos, que provienen de otros individuos de la misma especie, tienen como beneficio, que eliminan la necesidad de una cirugía adicional, lo que representa una ventaja significativa para el paciente. De acuerdo con Nappe y otros (2016), estos injertos se someten a un procesamiento especial para reducir el riesgo de rechazo inmunológico (34).

George y Sali (2016) señalan que pueden conservar propiedades osteoinductivas, especialmente los desmineralizados, que exponen proteínas morfogenéticas óseas capaces de estimular la formación de nuevo tejido óseo (35). Aunque para Majzoub y otros (2019), los aloinjertos no son tan eficaces en términos de osteogénesis como los autólogos, ofrecen una capacidad osteoconductiva similar y son una alternativa viable en casos donde no es posible obtener un injerto autólogo (40).

En cuanto a los injertos xenogénicos o xenoinjertos, que se obtienen de especies diferentes a los humanos, como el ganado bovino o porcino, Cohen y otros (2015) indican que este tipo de injertos presentan como beneficios una excelente capacidad osteoconductiva y son una opción ampliamente aceptada en la regeneración ósea (33), lo cual es respaldado por el estudio realizado por Nappe y otros (2016) (34). Para Haugen y otros (2018), su procesamiento elimina el riesgo de transmisión de enfermedades y asegura su biocompatibilidad, lo que los convierte en una alternativa segura y económica (37). A pesar de que la integración de los xenoinjertos puede ser más lenta que la de los autólogos, Kim

y otros (2021) explican que su capacidad para proporcionar una estructura ósea estable a largo plazo es considerablemente mejor (42).

Por otro lado, Almutairi (2019) encontró que los pacientes tienden a preferir los autoinjertos intraorales sobre otros tipos de injertos óseos, como xenoinjertos y aloinjertos, debido a las menores tasas de rechazo. Asimismo, Majzoub y otros (2019) demostraron que la regeneración tisular guiada combinada con aloinjerto óseo ha mostrado buenos resultados en el tratamiento de defectos infraóseos periodontales (40).

Finalmente, Kim y colaboradores (2021) evaluaron la efectividad del xenoinjerto de origen porcino con derivado de matriz de esmalte para el tratamiento regenerativo periodontal de defectos intraóseos asociados con prótesis dentales fijas, encontrando mejoras en los resultados clínicos y radiológicos (42). Estos hallazgos sugieren que los diferentes tipos de injertos óseos y sustitutos pueden ser eficaces en el tratamiento de defectos periodontales y óseos, siempre y cuando se consideren las características y preferencias de los pacientes.

La efectividad de los diferentes sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada revela un consenso en la literatura sobre la superioridad de los injertos autólogos, aunque con importantes consideraciones sobre sus limitaciones. Al mismo tiempo, los sustitutos aloplásticos y xenogénicos ofrecen alternativas viables, especialmente en situaciones donde los injertos autólogos no son una opción posible. La elección del sustituto óseo más adecuado debe basarse en una evaluación individualizada de cada paciente, considerando tanto las características del defecto óseo como los factores sistémicos que puedan afectar la regeneración.

Así mismo, la regeneración ósea guiada (ROG) es un campo en constante evolución, que busca optimizar tanto la cantidad como la calidad del hueso regenerado para asegurar la estabilidad a largo plazo de los implantes dentales y el éxito de las terapias periodontales. En la literatura revisada, diversos autores han evaluado el comportamiento de diferentes sustitutos óseos en términos de grosor óseo, aspectos histológicos y la estabilidad del implante en los tejidos

regenerados, lo que permite una discusión crítica sobre la efectividad de estos materiales.

Cohen y otros (2015) destacan que los xenoinjertos, particularmente de origen bovino, han mostrado una alta biocompatibilidad y son eficaces en la regeneración periodontal, superando en algunos casos a otras técnicas como el desbridamiento con colgajo abierto (33).

Esto sugiere que, a corto plazo, estos injertos pueden proporcionar un volumen óseo adecuado y clínicamente significativo, facilitando la regeneración del aparato de inserción funcional. Sin embargo, los resultados a largo plazo dependen de la estabilidad de este volumen óseo regenerado, que debe ser confirmado por estudios adicionales (33).

Por otro lado, Nappe y otros (2016) realizaron una comparación histológica entre aloinjertos, xenoinjertos e injertos aloplásticos, encontrando que todos los materiales estudiados presentan buenas características para su uso en terapias de regeneración ósea (34). Este análisis es importante, ya que, desde una perspectiva histológica, la integración y la cantidad de hueso nuevo formado son determinantes para la estabilidad del implante.

El hecho de que no se observaron diferencias significativas sugiere que estos sustitutos óseos pueden ser viables alternativas al autoinjerto, siempre y cuando se seleccione el material adecuado para el contexto clínico específico (34).

En cuanto a la estabilidad del implante, Artas y otros (2018) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la regeneración ósea nueva al comparar diferentes biomateriales como hidroxapatita, hueso bovino desproteinizado, hueso alogénico de origen humano y sulfato de calcio (38).

Estos hallazgos subrayan la importancia de elegir el biomaterial no solo por su capacidad de formar nuevo hueso, sino también por su comportamiento mecánico y estabilidad en el tiempo, lo que es esencial para la durabilidad del implante en los tejidos regenerados.

Asimismo, Hartlev y otros (2021) en su estudio clínico controlado, sugieren que tanto los injertos óseos autógenos cubiertos por una membrana de fibrina rica en

plaquetas (PRF), como los injertos cubiertos con hueso bovino desproteínizado y membrana de colágeno, ofrecen resultados comparables en términos de estabilidad del implante (41). Es interesante destacar que el grupo PRF mostró un nivel de hueso marginal periimplantario ligeramente mayor, lo que podría indicar una ventaja a largo plazo en términos de mantenimiento del volumen óseo (41).

Finalmente, la revisión de Inchingolo y otros (2022) sobre innovaciones en la regeneración ósea, hace hincapié en el uso de sustitutos óseos biocompatibles y biorreabsorbibles, los cuales están relacionados con una alta previsibilidad en los protocolos de regeneración ósea (44).

Según estos autores, dichos materiales no solo aseguran la estabilidad a largo plazo del volumen óseo, sino que también optimizan la fase de curación postoperatoria, lo que es esencial para el éxito de los procedimientos de regeneración y las restauraciones implantosoportadas (44).

En conjunto, la discusión de estos estudios resaltó que, aunque hay variabilidad en los resultados dependiendo del sustituto óseo utilizado, la tendencia general apunta hacia la efectividad de estos materiales en la preservación del volumen óseo y la estabilidad del implante a largo plazo. Razón por la cual es importante seguir investigando y comparando diferentes biomateriales para mejorar los protocolos clínicos y asegurar resultados predecibles y estables en el tiempo.

Para complementar esta discusión, es importante abordar algunos aspectos adicionales que emergen de la literatura revisada en esta revisión.

En primer lugar, la cuestión de la remodelación ósea a largo plazo es fundamental. Haugen y otros (2018) prevén que el desarrollo de materiales compuestos con mayores niveles de bioactividad será fundamental para lograr un equilibrio adecuado entre la bioabsorción y el mantenimiento del volumen óseo (37).

En ese sentido, para Haugen y otros (2019) la combinación de distintos tipos de injertos puede potenciar los resultados al aprovechar las propiedades complementarias de cada uno. Por ejemplo, la combinación de injertos autólogos

con aloinjertos o xenoinjertos puede mitigar la rápida reabsorción de los autólogos, mejorando la estabilidad del injerto y prolongando su efectividad (37).

Además, según George y Sali (2016), los aloinjertos combinados con membranas especiales, como la amniótica, han mostrado resultados clínicos superiores en la regeneración de defectos intraóseos, ya que esta combinación optimiza tanto la regeneración del hueso como la estabilidad del injerto a lo largo del tiempo (35)

Para Haugen y otros (2019), este enfoque no solo favorece la regeneración inicial, sino que también apoya la remodelación ósea continua, un factor determinante para la estabilidad del implante a largo plazo. La remodelación adecuada es vital, ya que un material que se reabsorba demasiado rápido podría comprometer la integridad estructural, mientras que uno que se mantenga sin integrarse podría afectar la salud del tejido circundante (37).

George y Sali (2016) explican que la combinación más eficaz para la regeneración ósea en términos de resultados clínicos, seguridad y accesibilidad es la formada por el aloinjerto y el xenoinjerto. Esta combinación ofrece un balance ideal entre las propiedades biológicas y las ventajas técnicas que ambos tipos de injertos proporcionan. Por un lado, el aloinjerto, al ser derivado de la misma especie, elimina la necesidad de una segunda intervención quirúrgica en el paciente, lo que reduce significativamente la morbilidad del tratamiento (35). Además, algunos tipos de aloinjertos, como los desmineralizados, conservan las proteínas morfogenéticas óseas que favorecen la osteoinducción, lo que estimula la diferenciación celular y la regeneración de nuevo hueso en el sitio del defecto (35).

Por otro lado, Cohen y otros (2015) indican que el xenoinjerto aporta una excelente capacidad osteoconductiva, permitiendo que el hueso nuevo crezca sobre una estructura ya existente que es biocompatible y fácilmente accesible (33). Para Artas y otros (2018) su fuente animal, comúnmente bovina o porcina, y su procesamiento exhaustivo aseguran un bajo riesgo de rechazo inmunológico y transmisión de enfermedades, lo que los convierte en una opción segura para la regeneración ósea (38). A pesar de que la integración del

xenoinjerto puede ser algo más lenta que la de otros injertos, su estructura porosa favorece la colonización por tejido óseo nuevo, lo que a largo plazo ofrece una base sólida para la estabilidad ósea, como lo señalan Inchingolo y otros (2022) (44).

Esta combinación de aloinjerto y xenoinjerto optimiza los beneficios de ambos materiales: el aloinjerto provee las señales biológicas necesarias para una rápida regeneración, mientras que el xenoinjerto ofrece una estructura duradera y asequible (35). Además, desde una perspectiva económica y de disponibilidad, esta combinación es ventajosa, ya que ambos tipos de injertos están ampliamente disponibles y a un costo menor en comparación con los autólogos.

La sinergia entre el aloinjerto y el xenoinjerto se presenta como una solución eficaz y balanceada, maximizando las propiedades biológicas esenciales para la regeneración ósea mientras minimiza los riesgos y complicaciones del procedimiento quirúrgico.

Además, los estudios más recientes han comenzado a explorar tecnologías emergentes como la impresión 3D y la ingeniería de tejidos. Chen y otros (2023) resaltan que estas innovaciones permiten la creación de estructuras óseas personalizadas, que no solo facilitan la regeneración ósea en casos complejos, como defectos óseos infectados, sino que también permiten una integración más precisa y controlada del implante en el tejido óseo (46). La capacidad de diseñar biomateriales específicos para el paciente podría revolucionar la manera en que se abordan las reconstrucciones óseas, especialmente en situaciones en las que la anatomía del defecto o la patología presenta desafíos únicos.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el impacto de los factores de crecimiento y la fotobiomodulación en la regeneración ósea. Inchingolo y otros (2022) también destacaron que el uso de estos coadyuvantes puede mejorar significativamente la fase de curación postoperatoria, potenciando la regeneración del hueso y la integración del implante (44). Estos enfoques combinados no solo aceleran la regeneración ósea, sino que también mejoran la calidad del tejido óseo regenerado, lo cual es de suma importancia para la estabilidad a largo plazo del implante.

Por último, la influencia de la microbiota oral y la salud sistémica del paciente en la regeneración ósea y la estabilidad del implante no debe subestimarse. Los factores sistémicos, como el control de enfermedades crónicas y la salud inmunológica, pueden afectar la respuesta regenerativa y la integración del implante (44). Por lo que, un enfoque holístico que considere tanto las condiciones locales como las sistémicas es esencial para optimizar los resultados de los tratamientos de regeneración ósea.

Esta revisión bibliográfica apunta a que los avances en materiales, técnicas y tecnologías, junto con un enfoque integral que tenga en cuenta la salud general del paciente, son necesarios para mejorar los resultados en la regeneración ósea guiada y asegurar la estabilidad del implante a largo plazo.

8. CONCLUSIONES

A partir de la revisión bibliográfica realizada, se pueden extraer varias conclusiones específicas y generales en relación con los objetivos planteados.

En cuanto a la identificación de diferentes tipos de sustitutos óseos utilizados en la regeneración ósea guiada, se evidenció que los principales sustitutos incluyen injertos autógenos, aloinjertos, xenoinjertos y sustitutos óseos sintéticos. Cada uno de estos materiales presenta ventajas y limitaciones específicas.

Los injertos autógenos, considerados el “estándar de oro”, ofrecen propiedades osteogénicas, osteoinductivas y osteoconductoras, aunque su uso está limitado por la morbilidad del sitio donante y la disponibilidad limitada de material. Los aloinjertos, por otro lado, eliminan la necesidad de un segundo sitio quirúrgico, pero su capacidad osteoinductiva puede ser menor debido al procesamiento que elimina las proteínas osteoinductivas. Los xenoinjertos, principalmente de origen bovino y porcino, son altamente osteoconductoras, pero su integración con el hueso receptor es más lenta. Por último, los sustitutos sintéticos, como la hidroxiapatita, ofrecen buena biocompatibilidad y disponibilidad, aunque pueden inducir respuestas inflamatorias y su reabsorción puede ser variable.

La literatura sugiere que estos sustitutos óseos son eficaces en la regeneración ósea, pero la elección del material debe basarse en las características del defecto y las necesidades específicas del paciente.

En cuanto a las recomendaciones para la aplicación clínica de los sustitutos óseos en las técnicas de regeneración ósea guiada, es importante considerar la biocompatibilidad, la tasa de éxito de la osteointegración y el volumen de ganancia ósea.

Los injertos autógenos, aunque efectivos, deben reservarse para casos donde se requiera una regeneración extensa, dadas sus limitaciones. Los aloinjertos pueden ser una opción adecuada en situaciones donde se prefiera evitar un segundo sitio quirúrgico. Los xenoinjertos son recomendables en casos donde se necesite un andamio osteoconductoras con bajo riesgo de complicaciones

inmunológicas, mientras que los sustitutos sintéticos pueden ser utilizados cuando se necesite un material fácilmente disponible y manipulable.

La elección del sustituto óseo debe estar guiada por la naturaleza del defecto óseo, las condiciones sistémicas del paciente y las expectativas a largo plazo en términos de estabilidad y remodelación ósea.

Por otro lado, también es necesario mencionar en estas conclusiones que la combinación más eficaz para la regeneración ósea en términos de resultados clínicos, seguridad y accesibilidad es la formada por el aloinjerto y el xenoinjerto. El aloinjerto, al ser derivado de la misma especie, elimina la necesidad de una segunda intervención quirúrgica en el paciente, mientras que el xenoinjerto aporta una excelente capacidad osteoconductiva, permitiendo que el hueso nuevo crezca sobre una estructura ya existente que es biocompatible y fácilmente accesible.

Finalmente, algunas conclusiones generales derivadas de esta revisión indican que, aunque existen múltiples opciones de sustitutos óseos, no hay un material que sea universalmente superior en todas las situaciones clínicas.

La efectividad de los diferentes sustitutos óseos está bien documentada, pero su éxito depende en gran medida de la correcta selección del material en función de las necesidades individuales del paciente.

La investigación continúa viene desarrollando nuevos materiales y técnicas que podrían mejorar los resultados en la regeneración ósea guiada. Por lo tanto, es fundamental seguir investigando y comparando diferentes biomateriales para optimizar los protocolos clínicos y asegurar resultados predecibles y estables a largo plazo.

9. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones derivadas de la revisión bibliográfica sobre la comparación de los diferentes sustitutos óseos en la regeneración ósea guiada son las siguientes:

Personalizar la elección del sustituto óseo según el caso clínico dado que cada sustituto óseo presenta ventajas y limitaciones específicas, es necesario personalizar la elección del material en función de las características del defecto óseo, las necesidades del paciente y las condiciones sistémicas.

Considerar la biocompatibilidad y el riesgo de complicaciones al seleccionar un sustituto óseo. Los xenoinjertos, particularmente de origen bovino o porcino, ofrecen buena osteoconductividad y bajo riesgo de rechazo, pero es importante considerar que su integración puede ser más lenta que otros materiales.

Evaluar la tasa de osteointegración y remodelación ósea a largo plazo, seleccionando materiales que ofrezcan un equilibrio adecuado entre la bioabsorción y el mantenimiento del volumen óseo.

Adoptar nuevas tecnologías y enfoques integrados. La adopción de tecnologías emergentes, como la impresión 3D y la ingeniería de tejidos, ofrece soluciones personalizadas para la regeneración ósea en casos complejos. El uso de coadyuvantes como factores de crecimiento y fotobiomodulación acelera la fase de curación postoperatoria y mejorar la calidad del hueso regenerado.

Monitorear y hacer seguimiento a largo plazo de los resultados clínicos. La estabilidad y la remodelación ósea a largo plazo son elementos importantes para el éxito del tratamiento, por lo que se debe implementar un protocolo de seguimiento que incluya la evaluación periódica del volumen óseo, la estabilidad del implante y la salud general del paciente para detectar cualquier complicación a tiempo y tomar medidas correctivas si es necesario.

Estas recomendaciones buscan mejorar el proceso de toma de decisiones clínicas en la regeneración ósea guiada, asegurando que los pacientes reciban tratamientos personalizados y basados en la evidencia más reciente, con un enfoque en la estabilidad a largo plazo y el éxito de los implantes.

REFERENCIAS

1. Celis M, Chacón M. Regeneración ósea guiada: una alternativa en el tratamiento para la colocación de implantes. *Revista Tamé*. 2019; 8(22).
2. Vieira Pereira D. Defectos Óseos Periodontales. [Online]. 2024. <https://acortar.link/Mqh4Hu>
3. Dinatale E, Guercio E. Regeneración osea guiada (ROG). Revisión de la literatura. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008; 46(4).
4. Faggion Jr CM, Atieh MA, Park S. Search strategies in systematic reviews in periodontology and implant dentistry. *Journal of Clinical Periodontology*. 2013 Sep.; 40(9).
5. Calvo-Guirado JL, López Torres JA, Dard M, Javed F, Pérez-Albacete Martínez C, Maté Sánchez de Val JE. Evaluation of extrashort 4-mm implants in mandibular edentulous patients with reduced bone height in comparison with standard implants: a 12-month results. *Clinical Oral Implants Research*. 2016 Jul.; 27(7).
6. Robert R, Aloy-Prósper A, Arias-Herrera S. Vertical augmentation of the atrophic posterior mandibular ridges with onlay grafts: Intraoral blocks vs. guided bone regeneration. Systematic review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2023 May.; 15(5).
7. Departamento de Salud y Servicios Humanos. Enfermedad de las encías o enfermedad periodontal. Causas, Síntomas y Tratamientos. [Online]. 2024. <https://acortar.link/YEIUwz>
8. Advanced Smile Dental. Enfermedad Periodontal (de Encías). [Online]. 2024. <https://acortar.link/Xik7oZ>
9. Instituto Nacional de Investigación Dental y Craneofacial. La enfermedad periodontal (de las encías). [Online]. 2018. <https://acortar.link/67Sige>
10. López M. Defectos Óseos: Diagnóstico Radiográfico. Informe. Universidad Andrés Bello, Facultad de Odontología - Cátedra de Periodoncia; 2019.
11. Pontarolo C, Bozza F, Galli F, Bontá H, Molgatini S, Caride F, et al. Clinical and microbiological assessment in a subpopulation of young Argentine

patients with severe periodontitis. *Acta Odontológica Latinoamericana*. 2023 Abr.; 36(1): p. 24-33.

12. Morales Navarro D, Vila Morales D. Regeneración ósea guiada en estomatología. *Revista Cubana de Estomatología*. 2016 Ene.-Mar.; 53(1).
13. Gómez-Rueda¹ A, García-Méndez M, Rodríguez-Pulido J, Elizondo-Cantú O, Martínez-Sandova G, Elizalde-Molina C. Regeneración ósea guiada horizontal: Reporte de caso. *Revista Médica UAS*. 2023 Mar; 13.
14. Gómez Arcila V, Benedetti Angulo G, Castellar Mendoza C, Fang Mercado L, Díaz Caballero A. Regeneración ósea guiada: nuevos avances. *Revista Cubana de Estomatología*. 2014; 51(2).
15. Terheyden H. Materiales de sustitución ósea en implantología. Quintessence (ed. esp.). 2008; 21(2).
16. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *European Journal of Oral Science*. 2017 Oct.; 125(5).
17. Lee H, Byun S, Cho S, Yang B. Past, Present, and Future of Regeneration Therapy in Oral and Periodontal Tissue: A Review. *Applied Sciences*. 2019 Mar.; 9(6).
18. Felipe M, Andrade P, Grisi M, Souza S, Taba M, Palioto D, et al. Comparación de dos procedimientos quirúrgicos para el uso del injerto de matriz dérmica acelular en el tratamiento de recesiones gingivales: un estudio clínico controlado aleatorio. *Journal de Periodontología*. 2007;(78).
19. Reddy M, Ponnamma D, Choudhary R, Sadasivuni K. A Comparative Review of Natural and Synthetic Biopolymer Composite Scaffolds. *Polymers*. 2021 Mar.; 13(7).
20. Lugar E, Jorge J, Williams C, Stevens M. Andamios de polímeros sintéticos para ingeniería de tejidos. *Química Soc. Rev.* 2009;(38): p. 1139-1151.
21. Martínez Álvarez O, Barone A, Covani U, Fernández Ruíz A, Jiménez Guerra A, Monsalve Guil L, et al. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Avances en Odontoestomatología*. 2018 Ene.; 34(3).

22. Mitra S, Kamath D. Xenografts in Periodontal Regeneration: A Viable Alternative. Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology. 2021 Abr.-Jun.; 15(2).
23. Lindhe J, Karring T, Araújo M. Anatomía de los tejidos periodontales. [Online]. 2024. <https://acortar.link/OVqISd>
24. Sanz M. Periodonto. [Online].; 2024. <https://acortar.link/pPBuls>.
25. Vidal Ramón X. Conjunto de tejidos del periodonto. [Online].; 2021. <https://acortar.link/29cdmE>
26. Sheldahl L. Histología de los Dientes y del Tejido Periodontal. [Online].; 2024. <https://acortar.link/eHaufN>
27. Sagastibelza I, Castro Lara J, Bascones Martínez A. Factores de crecimiento y periodoncia. Una revisión bibliográfica actualizada. Avances en Periodoncia e Implantología Oral. 2002 Oct.; 14(3).
28. Valenzuela Ramos M, Ojeda Gómez R, Correia F. Regeneración ósea guiada (ROG): Plasma rico en factores de crecimiento vs. Autoinjerto dental particulado, revisión bibliográfica. Odontología Vital. 2019 Jul.-Dic.:(31).
29. García Esteo F, García Castellano J, Pérez-Caballer A. Fundamentos de los procesos de reparación tisular: factores de crecimiento. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. 2005 Oct.; 49(S1): p. 5-16.
30. Fernández-Tresguerres I, Alobera Gracia M, Pingarrón M, Blanco Jerez L. Bases fisiológicas de la regeneración ósea II. El proceso de remodelado. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal. 2006 Mar.-Abr.; 11(2).
31. Aguila Biondi M. Regeneración tisular guiada en el tratamiento de la periodontitis crónica. Tesis de Especialización. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología; 2017.
32. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLOS Medicine. 2009 Julio; 6(7).
33. Cohen RE, Alsuwaiyan A, Wang BY. Xenografts and Periodontal Regeneration. Journal of Orthodontics & Endodontics. 2015; 1(1:2).

34. Nappe CE, Rezuc, AB, Montecinos A, Donoso FA, Vergara AJ, Martinez B. Histological comparison of an allograft, a xenograft and alloplastic graft as bone substitute materials. *Journal of Osseointegration*. 2016 Nov.; 8(2).
35. George JP, Sali DD. Demineralized Freeze Dried Bone Allograft With Amniotic Membrane in the Treatment of Periodontal Intrabony Defects - 12 Month Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Periodontology*. 2016 Nov.
36. Jordana F, Le Visage C, Weiss P. Bone substitutes. *Medicine Science*. 2017 Ene.; 33(1).
37. Haugen HJ, Lyngstadaas SP, Rossi F, Perale G. Bone grafts: which is the ideal biomaterial? *Journal of Clinical Periodontology*. 2019 Jun.; 46(21).
38. Artas G, Gul M, Acikan I, Kirtay M, Bozoglan A, Simsek S, et al. A comparison of different bone graft materials in peri-implant guided bone regeneration. *Brazilian Oral Research*. 2018 Jul.; 10(32).
39. Almutairi AS. A descriptive analysis of patient preferences in bone graft therapy in dentistry. *International Journal of Health Sciences*. 2019 May-Jun; 13(3).
40. Majzoub J, Barootchi S, Tavelli L, Wang CW, Chan HS, Wang HL. Guided tissue regeneration combined with bone allograft in infrabony defects: Clinical outcomes and assessment of prognostic factors. *Journal of Periodontology*. 2020 Jun.; 91(6).
41. Hartlev J, Schou S, Isidor F, Norholt SE. A clinical and radiographic study of implants placed in autogenous bone grafts covered by either a platelet-rich fibrin membrane or deproteinised bovine bone mineral and a collagen membrane: pilot randomised controlled clinical trial with 2-year follow up. *International Journal of Implant Dentistry*. 2021; 7(8).
42. Kim YT, Jeong SN, Lee JH. Effectiveness of porcine-derived xenograft with enamel matrix derivative for periodontal regenerative treatment of intrabony defects associated with a fixed dental prosthesis: a 2-year follow-up retrospective study. *Journal of Periodontal & Implant Science*. 2021 Jun.; 51(6).

43. Obiechina N, Soolari A. Mucogingival Conditions and Deformities Revisited. Review of their Current Classification and their Impact on Health and Function of Teeth. *Journal of Dental Science Research Reviews & Reports*. 2022 Dic.; 4(4).
44. Inchingolo F, Hazballa D, Inchingolo AD, Malcangi G, Marinelli G, Mancini A, et al. Innovative Concepts and Recent Breakthrough for Engineered Graft and Constructs for Bone Regeneration: A Literature Systematic Review. *Materials*. 2022 Ene.; 15(3).
45. Liu M, Liu Y, Luo F. The role and mechanism of platelet-rich fibrin in alveolar bone regeneration. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2023 Dic.; 168.
46. Chen J, Zhou H, Fan Y, Gao G, Ying Y, Li J. 3D printing for bone repair: Coupling infection therapy and defect regeneration. *Chemical Engineering Journal*. 2023 Sep.; 47.

