

Rol de las proteínas en la reparación y regeneración tisular en odontología: Mecanismos biológicos y aplicaciones terapéuticas

Role of proteins in tissue repair and regeneration in dentistry: Biological mechanisms and therapeutic applications

Mónica Viviana Moscoso-Silva¹  , Washington Paúl Culqui-Molina¹ , Daisy Lisbeth Toalombo-Curichumbi¹ , Estefani Mishell Gallegos-Rueda¹ 

¹Universidad Regional Autónomas de los Andes. Ambato-Ecuador

Recibido: 12 de agosto de 2025
Aceptado: 14 de agosto de 2025
Publicado: 17 de agosto de 2025

Citar como: Moscoso-Silva MV, Culqui-Molina WP, Toalombo-Curichumbi DL, Gallegos-Rueda EM. Rol de las proteínas en la reparación y regeneración tisular en odontología: Mecanismos biológicos y aplicaciones terapéuticas. Universidad Médica Pinareña [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 21(2025): e1437. Disponible en: <https://revgaleno.sld.cu/index.php/ump/article/view/1437>

RESUMEN

Las proteínas juegan un rol fundamental en los procedimientos de reparación y regeneración de tejidos en la odontología, aportando a la cicatrización de lesiones, la restauración del hueso alveolar y la creación de nuevas tácticas terapéuticas en la ingeniería de tejidos bucales. Dentro de estas proteínas, los factores de crecimiento y bioactivos han probado ser cruciales en la regulación de la respuesta celular y en la mejora de la regeneración ósea y periodontal. Este análisis se enfoca en el estudio de los procesos biológicos a través de los cuales las proteínas afectan la cicatrización y regeneración de los tejidos dentales, examinando su función en procedimientos dentales como extracciones dentales, injertos óseos e implantes dentales. Se examinará tanto el efecto de proteínas endógenas como las que se aplican externamente, valorando su influencia en la regeneración y en la mejora de los tratamientos de odontología regenerativos. La finalidad de este análisis es ofrecer una perspectiva completa acerca de las aplicaciones terapéuticas de estas proteínas en el campo de la odontología, investigando su capacidad para optimizar los resultados clínicos, agilizar la regeneración de tejidos y aportar al desarrollo de biomateriales sofisticados para la reconstrucción de tejidos en el sector dental.

Palabras Clave: Medicina Regenerativa; Estomatología; Células Madre; Ingeniería Tisula.

ABSTRACT

Proteins play a fundamental role in dental tissue repair and regeneration, contributing to injury healing, alveolar bone restoration, and the development of new therapeutic strategies in oral tissue engineering. Among these proteins, growth factors and bioactive agents have proven crucial in regulating cellular responses and enhancing bone and periodontal regeneration. This review focuses on the biological processes through which proteins affect dental tissue healing and regeneration, examining their role in dental procedures such as tooth extractions, bone grafting, and dental implants. The effect of both endogenous and externally applied proteins will be examined, assessing their influence on regeneration and the enhancement of regenerative dentistry treatments. The purpose of this analysis is to provide a comprehensive perspective on the therapeutic applications of these proteins in dentistry, investigating their ability to optimize clinical outcomes, accelerate tissue regeneration, and contribute to the development of sophisticated biomaterials for tissue reconstruction in the dental sector.

Keywords: Regenerative Medicine; Dentistry; Stem Cells; Tissue Engineering.

INTRODUCCIÓN

La odontología regenerativa ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, ofreciendo nuevas perspectivas en la restauración y preservación de tejidos dentales comprometidos por diversas patologías o traumatismos.⁽¹⁾

Dentro de este ámbito, el papel fundamental de las proteínas en los procesos de reparación y regeneración tisular ha emergido como un foco de investigación de suma relevancia.⁽²⁾

Este artículo se adentra en la intrincada red de funciones y aplicaciones que las proteínas desempeñan en la odontología regenerativa, explorando su influencia en la promoción de la cicatrización de heridas, la regeneración ósea alveolar y el desarrollo de estrategias terapéuticas innovadoras.

A través de esta revisión exhaustiva, se busca comprender en profundidad cómo las proteínas endógenas y exógenas pueden optimizar y mejorar significativamente los resultados de los tratamientos odontológicos, allanando el camino hacia prácticas clínicas más eficaces y prometedoras en la regeneración de tejidos dentales.

MÉTODOS

Para la realización de esta revisión bibliográfica se han considerado artículos científicos publicados en los últimos cinco años, desde el año 2018 hasta la actualidad. Se realizó una búsqueda bibliográfica en Google académico y Scielo utilizando como palabra clave "proteínas", "odontologías regenerativas". Se obtuvieron 500 artículos en Google académico y 20 artículos en Scielo. Se incluyeron artículos originales en inglés y español. El método de selección de los artículos se basó en criterios subjetivos, tratando de emplear los artículos más actualizados y cuya información se ajustará mejor a la estructura de dicha revisión.

RESULTADOS

Proteínas

Las proteínas son bio macromoléculas, cuyos precursores son los aminoácidos que se unen entre sí a través de enlaces covalentes denominados enlaces peptídicos, lo que da lugar a la cadena peptídica. A la secuencia de aminoácidos en la cadena, se le denomina estructura primaria y esta información se encuentra codificada en los genes presentes en el ácido desoxirribonucleico. La estructura primaria covalente (información secuencial) de la proteína, determina la estructura tridimensional (información conformacional) y, a su vez, esta determina la función, que ejerce mediante el reconocimiento molecular. Esta característica general de las bio macromoléculas recibe el nombre de relación estructura-función.⁽³⁾

Tabla 1. Función proteínas en regeneración celular.

Proteína	Función en la regeneración celular	Tipo de proteína	Ejemplo de aplicación y estudio
Factor de crecimiento Epidérmico (EGF)	Estimula la proliferación y diferenciación celular.	Factor de crecimiento	Aplicaciones en cicatrización de heridas.
Factor de crecimiento transformando Beta (TGF-B)	Regula la proliferación y diferenciación celular	Factor de crecimiento	Implicado en la formación ósea y de tejidos.
Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF)	Promueve la angiogénesis y estimula la regeneración de tejidos.	Factor de crecimiento	Utilizado en terapias para regeneración tisular.

Fuente: Rodríguez J, 2012⁽⁴⁾

Ingeniería de tejidos bucales:

La ingeniería tisular (IT) es una disciplina compleja que integra información y estrategias de varios campos científicos, cuya finalidad es la reconstrucción de los tejidos adultos. Sin embargo, su meta final debe ser dirigir e influir en la regeneración más que en la simple reparación. La reparación de los tejidos es un proceso rápido que ha sido seleccionado a lo largo de la evolución y que permite al animal solventar una agresión sufrida.⁽⁵⁾

Scaffolds: Estructuras de soporte que son fabricadas con materiales que favorecen la migración, adhesión, proliferación e incluso la diferenciación celular.⁽⁶⁾

Proteínas Morfogenéticas:

Las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) son un conjunto de proteínas endógenas que pertenecen a la familia de factor de crecimiento transformante beta (TGF-b) y que tienen la capacidad de inducir formación del hueso, cartílago y el tejido conectivo.⁽⁷⁾

BMP: las BMP son un grupo de glicoproteínas de bajo peso molecular involucradas en el crecimiento y desarrollo de varios tejidos y órganos como el hueso, corazón, riñones, ojos, piel y dientes. Los factores que influyen la remodelación ósea estimulan la diferenciación de células madre mesenquimales a osteoblastos.⁽⁸⁾

Proteínas recombinadas: El desarrollo de proteínas recombinantes como andamios o componentes de andamios también ofrece la ventaja de generar proteínas quimera, es decir, la proteína humana original más la secuencia de alguna otra proteína que se considera útil para el proceso posterior de regeneración de tejidos.

Las ventajas de utilizar proteínas recombinantes, y no obtenidas directamente de la naturaleza como armazones o parte de ellas, radican en que:

- a) Las proteínas recombinantes pueden obtenerse purificadas de forma homogénea, según los últimos avances de la biología molecular estrategias, evitando problemas de contaminación;
- b) Se pueden desarrollar proteínas quimeras añadiendo secuencias de reconocimiento específicas;
- c) pueden obtenerse a escalas industriales de bajo costo según las tecnologías desarrolladas hasta el momento.⁽⁸⁾

Emdogain es un compuesto de proteínas derivadas de la matriz del esmalte, capaz de inducir la regeneración verdadera del aparato de inserción. Como principal indicación destaca el tratamiento de defectos intraóseos, ganancia de hueso y reducción de la profundidad de sondaje con mínima recesión gingival. Es un procedimiento técnicamente simple, con poco riesgo y menos invasivo que las técnicas de regeneración convencionales. La cuidada selección del paciente, el empleo de una técnica adecuada, así como el riguroso control postoperatorio son factores importantes para el éxito del tratamiento.⁽⁹⁾

Plasma rico en plaquetas PRP es definido como una fracción plasmática que se obtiene por centrifugación a partir de sangre autóloga, con un recuento de plaquetas hasta cinco veces superior al de la sangre periférica. Ha sido reconocido por más de cuarenta años como un poderoso agente hemostático y adhesivo, aceptado, además, desde la década de los años noventa del pasado siglo como una importante fuente de factores de crecimiento. Su principal componente son las plaquetas, células anucleadas discoidales de la sangre periférica, de 2 a 4 µm de diámetro, con una función cardinal en el proceso de la hemostasia normal, la regeneración de tejidos y aspectos relacionados con la defensa inmunitaria.⁽³⁾ Las plaquetas contienen gránulos a, d y è; de ellos, los a son los más abundantes; contienen, mediadores solubles como citocinas, proteínas, FC, incluidas en estos últimos, las proteínas pro- y anti angiogénicas.⁽¹⁰⁾

Las proteínas desempeñan un papel crucial en la reparación y regeneración de tejidos en odontología. Aquí hay algunos aspectos importantes:

Colágeno y Matriz Extracelular: El colágeno es una proteína esencial en la estructura de los tejidos conectivos, incluidos los tejidos dentales. La matriz extracelular, compuesta principalmente por colágeno, proporciona un entorno de soporte para las células y facilita la adhesión celular y la migración, contribuyendo así a la regeneración de tejidos.

Factores de Crecimiento: Las proteínas llamadas factores de crecimiento desempeñan un papel fundamental en la señalización celular y la diferenciación de células durante la regeneración tisular. En odontología, estos factores pueden estimular la formación de hueso, tejido gingival y otros tejidos relacionados con la salud oral.

Fibrina y Coagulación Sanguínea: Las proteínas involucradas en la coagulación sanguínea, como la fibrina, desempeñan un papel en la formación de coágulos y la cicatrización de heridas. En odontología, estos procesos son cruciales para la recuperación después de intervenciones quirúrgicas.

Proteínas de Adhesión: Las proteínas de adhesión celular, como las integrinas, son esenciales para la interacción célula-matriz y célula-célula. Facilitan la migración celular y son importantes en la formación de tejido.

Proteínas Gla

Las proteínas Gla son las proteínas enriquecidas con Acido γ - carboxiglutámico, un aminoácido que se une al calcio. OCN (Bone Gla Proteín) (proteína ósea del ácido gama carboxiglutámico) es un marcador de maduración de los osteoblastos y cementoblastos y regula la extensión de la mineralización. Esta hormona derivada del osteoblasto puede regular la secreción de insulina y el gasto de energía. La MGP (Matriz Gla protein) o proteína de la matriz del ácido gama carboxiglutámico, se vio en los tejidos periodontales y como inhibidor de la mineralización podría preservar el ancho del ligamento periodontal y prevenir la hiper calcificación de la superficie de cemento. Es secretada por las células formadoras de cemento y se incorpora al frente de la mineralización. Ambas proteínas actuarían como reguladores negativos de la mineralización, pero en diferente medida, porque la OCN también inhibe la conversión de brushita en hidroxiapatita.⁽¹¹⁾

Fosfatasa Alcalina

La fosfatasa alcalina (FA) es una enzima que actúa en entornos alcalinos y desempeña un papel crucial en la hidrólisis de grupos fosfato, especialmente del pirofosfato inorgánico, un inhibidor de la formación de hidroxiapatita. Su expresión elevada en las células del ligamento periodontal está asociada con el metabolismo del fosfato y la formación de cemento. La modulación de los niveles de pirofosfato inorgánico/fosfato inorgánico puede influir en la función de osteoblastos y en la mineralización de la matriz, lo que sugiere su papel clave en la mineralización del tejido óseo y del cemento.⁽¹²⁾

Los cementoblastos, sensibles a los niveles de pirofosfato inorgánico/fosfato inorgánico en la matriz extracelular, podrían beneficiarse de estrategias que reduzcan el pirofosfato inorgánico para aumentar la formación de cemento. Estudios in vitro han revelado que las células del ligamento que son positivas para la FA también expresan niveles más altos de genes relacionados con la mineralización, como BSP y OCN, en comparación con las células negativas para fosfatasa. Esto sugiere que la FA podría ser un objetivo terapéutico para la regeneración del tejido periodontal, especialmente utilizando la proteína del cemento.

Los factores de crecimiento, una familia extensa de proteínas, desempeñan un papel crucial al unirse a receptores celulares y dirigir diversos comportamientos celulares, como la unión, supervivencia, proliferación, quimiotaxis y diferenciación. Estos factores están implicados en el crecimiento de tejidos específicos y se expresan durante la remodelación fisiológica del tejido o después de traumatismos. Su producción está regulada por la expresión génica y la diferenciación de células madre.⁽¹³⁾

Tabla 2. Moléculas de la matriz no fibrilar que participan en diversas funciones vinculadas a la Cemento génesis.

Molécula	Autor que la desarrolla	Función
BMP2	Ripamonti y col	Diferenciación de células del cemento
BMP7	Yong y col	Estimula la bio mineralización
EMP	Nanci	Diferenciación de cementoblastos
Amelogenina		Diferenciación de cementoblastos y otras células conjuntivas
CAP	Huang y col	Promueve la proliferación
CEMP1	Kemoun y col Huang y col	Promueve la mineralización, diferenciación de cementoblastos
BSP	Fu	Promueve la mineralización
OPN	Li	Promueve la mineralización
Proteínas GLA	Yang	Inhibe la mineralización
FA	Sacramento	Promueve la mineralización

Fuente: Trillo V, 2023⁽¹⁴⁾

DISCUSIÓN

En la odontología, las proteínas son los principales actores en los procesos de reparación y regeneración de los tejidos. Comprendiendo su función, podemos crear tratamientos más efectivos para una variedad de afecciones bucales y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La información proporcionada enfatiza el papel de las proteínas, en particular la fosfatasa alcalina (FA) y los factores de crecimiento, en el proceso de reparación y regeneración de tejidos odontológicos. La revisión examina cómo estas proteínas afectan varios procesos importantes, incluida la cicatrización de heridas, la regeneración del hueso alveolar y la ingeniería de tejidos bucales.

Además, se destaca que la odontología regenerativa ha experimentado un notable crecimiento, ofreciendo nuevas perspectivas para la restauración y preservación de tejidos dentales afectados por diversas patologías o traumatismos.⁽¹⁵⁾ En este contexto, se reconoce el papel fundamental de las proteínas en los procesos de reparación y regeneración tisular, convirtiéndose en un área de investigación relevante.

La revisión se centra en analizar el impacto de las proteínas, tanto endógenas como aplicadas externamente, en la cicatrización de heridas después de procedimientos dentales como extracciones dentales, injertos óseos e implantología. Se subraya la importancia de entender cómo estas proteínas pueden mejorar los resultados del tratamiento, acelerar la cicatrización de heridas, promover la regeneración ósea y optimizar los procedimientos dentales regenerativos.

Sobre los resultados, se discuten las funciones y aplicaciones de las proteínas en la regeneración celular, abordando temas como la ingeniería de tejidos bucales, el uso de scaffolds (andamios), las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs), las proteínas recombinadas y las proteínas Gla. Se destaca cómo estas proteínas juegan un papel importante en la regeneración tisular y cómo su uso puede mejorar los resultados de los tratamientos odontológicos.⁽¹³⁾

Cabe resaltar que la relación estructura-función de las proteínas, la importancia del colágeno y la matriz extracelular, la influencia de factores de crecimiento, abordan específicamente las proteínas Gla y la fosfatasa alcalina. Se destaca la capacidad de estas proteínas para regular la mineralización y su potencial como objetivos terapéuticos para la regeneración del tejido periodontal.

La investigación proporciona una visión integral sobre el papel de las proteínas en la odontología regenerativa, abordando aspectos biológicos, mecanismos de acción y aplicaciones clínicas. Esta información es valiosa para comprender cómo los avances en este campo pueden revolucionar los enfoques de tratamiento dental y mejorar significativamente los resultados clínicos.

CONCLUSIONES

Podemos evidenciar un enfoque integral al explorar la biología de la cicatrización después de procedimientos dentales específicos. La atención a factores como la ingeniería de tejidos bucales, el uso de scaffolds y las proteínas morfogenéticas óseas muestra una comprensión profunda de los procesos de reparación y regeneración tisular. La metodología detallada de búsqueda bibliográfica y selección de artículos refleja un enfoque riguroso en la revisión. La inclusión de artículos en inglés y español y la consideración de aplicaciones clínicas actuales para futuras investigaciones y prácticas clínicas más eficaces en la regeneración de tejidos dentales. Podemos constatar la trascendental función de las proteínas en la odontología regenerativa, delineando perspectivas prometedoras para mejorar tratamientos dentales mediante la comprensión y aplicación de estas moléculas clave en los procesos de cicatrización y regeneración tisular. En el campo de la odontología, las proteínas son fundamentales para la reparación y regeneración de los tejidos. Actúan como ladrillos que construyen los tejidos, como catalizadores que aceleran los procesos de curación y como mensajeros que coordinan las células para una regeneración exitosa. Su función es fundamental en el tratamiento de enfermedades periodontales, la osteointegración de implantes, la regeneración de tejidos blandos y huesos y la cicatrización de heridas. Los odontólogos pueden crear tratamientos más efectivos y personalizados para cada paciente al comprender cómo funcionan.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Morales Navarro D. Medicina regenerativa en estomatología. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2014 Dic [citado 10/08/2025]; 51(4): 412-429. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072014000400006&lng=es.
2. Sierra-García GD, Castro-Ríos R, González-Horta A, Lara-Arias J. Proteínas morfogenéticas óseas (BMP): aplicación clínica para reconstrucción de defectos en hueso. Gac Med Méx[Internet]. 2016 [citado 10/08/2025]; 152: 381-5. Disponible en: https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/n3/GMM_152_2016_3_381-385.pdf
3. García Triana BE, Delfín Soto O, Lavandero Espina AM, Saldaña Bernabeu A. Principales proteínas salivales: estructura, función y mecanismos de acción. Rev haban cienc méd [Internet]. 2012 Dic [citado 10/08/2025]; 11(4): 450-456. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2012000400004&lng=es .

4. González Manso BJ, Romero Rodríguez J. Ingeniería de los tejidos en cirugía maxilo facial. Desarrollo en nuestro contexto social. *Universidad y Sociedad*[Internet]. 2021[citado 10/08/2025];(4): 41-48. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400041&lng=es&tlng=es.
5. Velasco Peña MA, Garzón Alvarado DAr. Implantes Scaffolds para regeneración ósea.: Materiales, técnicas y modelado mediante sistemas de reacción-difusión. *Rev Cubana Invest Bioméd* [Internet]. 2010 Mar [citado 10/08/2025]; 29(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002010000100008&lng=es.
6. Uribe F, Cantín M, Alister JP, Vilos C, Fariña R, Olate S. Proteína Morfogenética Ósea y su Opción como Tratamiento de la Fisura Alveolar. *Int. J. Morphol.* [Internet]. 2017 Mar [citado 10/08/2025]; 35(1): 310-318. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100049>.
7. Paulini M, Camal Ruggieri IN, Ramallo M, Alonso M, Rodriguez-Cabello JC, Esbrit P, et al. Recombinant Proteins-Based Strategies in Bone Tissue Engineering. *Biomolecules*[Internet]. 2021 [citado 10/08/2025]; 12(1): 3. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biom12010003>
8. Sculean A, Windisch P, Döri F, Keglevich T, Molnár B, Gera I. Emdogain in regenerative periodontal therapy. A review of the literature. *Fogorv Sz*[Internet]. 2007 Jun [citado 10/08/2025]; 100(5): 220-32, 211-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18078142/>
9. Cruz Molina C, Castro-Rodríguez Y. Resultados de los concentrados plaquetarios en la regeneración ósea guiada. *Rev Cubana Invest Bioméd* [Internet]. 2020 Jun [citado 10/08/2025]; 39(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002020000200021&lng=es .
10. Bjørklund G, Svanberg E, Dadar M, Card DJ, Chirumbolo S, Harrington DJ, Aaseth J. El papel de la proteína Gla de la matriz (MGP) en la calcificación vascular. *Química Médica Curr*[Internet]. 2020 Jun [citado 10/08/2025]; 27(10): 1647-1660. Disponible en: <https://doi.org/10.2174/0929867325666180716104159>
11. Guevara Tirado Alberto. Correlación del recuento de eosinófilos con las proteínas totales y la fosfatasa alcalina en pacientes asintomáticos con niveles normales y elevados de aspartato aminotransferasa de un policlínico de Villa El Salvador en Lima-Perú. *Horiz. Med.* [Internet]. 2022 Oct [citado 10/08/2025] ; 22(4): e1965. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2022.v22n4.01>
12. Romero-R C, Suarez-M M, Gloria-Narváez C. Proteínas Totales, Fosfatasa Alcalina, Prostaglandinas E2 y Lisozima como Biomarcadores Salivales en Pacientes Adultos con Periodontitis Crónica. *Int J Odontostomatol*[Internet]. 2017 [citado 10/08/2025]; 11(4):381-5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2017000400381>.
13. Rodríguez Flores J, Palomar Gallego MA, Torres García-Denche J. Plasma rico en plaquetas: Fundamentos biológicos y aplicaciones en cirugía maxilofacial y estética facial. *Rev Esp Cir Oral y Maxilofac* [Internet]. 2012[citado 10/08/2025]; 34(1):8-17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.maxilo.2011.10.007>

14. Trillo V, Dalies C, Cataldo A, Tapia G. Caracteres Histológicos - Moleculares del Cemento Dental. La matriz no fibrilar y su rol en el origen, el mantenimiento y la regeneración tisular. Odontoestomatología [Internet]. 2023 [citado 10/08/2025] ; 25(42): 330. Disponible en: <https://doi.org/10.22592/ode2023n42e330>

15. Perrone M. Avances en odontología regenerativa. J Stem Cell Res[Internet]. 2024 [citado 10/08/2025]; 5(2):1-4. Disponible en: [https://doi.org/10.52793/JSCR.2024.5\(2\)-62](https://doi.org/10.52793/JSCR.2024.5(2)-62)