

Biomateriales utilizados en Endodoncia

Rodrigo Zárate Giménez¹ 

¹Universidad Autónoma del Paraguay. Carrera de Odontología. Asunción, Paraguay

**Cómo referenciar este artículo/
How to reference this article:**

Zárate Giménez R. Biomateriales utilizados en Endodoncia. Rev. cient. cienc. salud. soc. 2024; 1(1):63-70. Disponible en: <https://doi.org/10.47133/rccss-uc1-1-9>

RESUMEN

Los biomateriales son aquellos componentes compatibles con el propio cuerpo pudiendo ser como mediadores en la regeneración de tejidos necesarios para una reparación. Su potencial de diferenciación mediada por componentes y mediadores como son las células madre, factores de crecimiento y los andamios de plasmas ricos en plaqueta inducen al propio cuerpo a producir los tejidos inducen a la preservación dentaria estos mediadores celulares son de gran ayuda al cuerpo ya que gracias a ellas se evitan las pérdidas de piezas dentarias endodonciadas de la cavidad bucal. Este trabajo tiene por objetivo revisar en la literatura el uso de biomateriales en endodoncia en sitios Web como PubMed, Scielo.

Palabras clave: biomateriales, plasma rico en plaqueta, regeneración endodontica, células madres

Biomaterials used in Endodontics

ABSTRACT

Biomaterials are those components that are compatible with the body itself and can act as mediators in the regeneration of tissues necessary for repair. Its differentiation potential mediated by components and mediators such as stem cells, growth factors and platelet-rich plasma scaffolds induce the body itself to produce tissues induce dental preservation these cellular mediators are of great help to the body since Thanks to them, the loss of endodontic teeth from the oral cavity is avoided. This paper aims to review the use of biomaterials in endodontics in the literature on websites such as PubMed, Scielo.

Key words: biomaterials, platelet-rich plasma, endodontic regeneration, stem cells

Fecha de recepción: agosto 2023 Fecha de revisión: enero 2024 Fecha de aceptación: abril 2024

***Autor correspondiente:** Rodrigo Zárate Giménez. Universidad Autónoma del Paraguay. Carrera de Odontología. Ciudad, Paraguay. Email: zarategimenezro@gmail.com

Editor responsable: Prof. Dra. Ninfa Lucía Jacquett Toledo . Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción-Campus Guairá - Facultad de Ciencias de la Salud. Villarrica, Paraguay. Email: revistacientifica.ciss.fcs.vca@uc.edu.py



INTRODUCCIÓN

La pulpa dental tiene varias funciones vitales, como la protección contra infecciones mediante la vigilancia inmunológica, la formación rápida de dentina reparadora para protegerse contra estímulos externos nocivos y el mantenimiento de la resistencia a la tracción para prevenir fracturas dentales, después de la pulpectomía y el relleno del conducto radicular, el dolor posoperatorio, las lesiones periodontales apicales causadas por microfiltración de la corona del diente y la fractura vertical de la raíz puede ocurrir, lo que lleva a una mayor incidencia de extracción del diente afectado⁽¹⁾. Recientemente, la regeneración pulpar total o parcial se ha propuesto como un concepto de tratamiento alternativo⁽²⁾. La terapia endodóntica regenerativa ha sido sugerida como tratamiento de dientes permanentes inmaduros con pulpa necrótica o periodontitis apical lo que tiene el potencial de restaurar la vitalidad del diente, aumentar el engrosamiento de las paredes del canal y estimular desarrollo continuo de raíces⁽³⁾.

El término "endodoncia regenerativa" fue adoptado por la Asociación Estadounidense de Endodoncia en 2007, basado en un concepto de ingeniería de tejidos, la endodoncia regenerativa aplica el concepto de la tríada de ingeniería de tejidos, células madre, andamiaje biomimético y factores de crecimiento bioactivos en el espacio del canal para regenerar el tejido pulpar dañado por infección, trauma o anomalías del desarrollo, el término "revitalización" fue utilizado por la declaración de posición de la Sociedad Europea de Endodoncia (ESE) (ESE 2016) lo que en la literatura endodóntica, la revascularización, la revitalización y la endodoncia regenerativa se utilizan como sinónimos e indistintamente⁽⁴⁾.

En la revascularización, varios biomateriales como es el colágeno, el plasma rico en plaquetas (PRP) se pueden usar como andamiaje además del coágulo de sangre el uso de concentrado de plaquetas de segunda generación que son las fibrinas ricas en plaquetas (PRF) como andamio adicional es un paso adelante en el campo de la revascularización⁽⁵⁾. Los procedimientos de endodoncia regenerativa (REP) podrían ser una mejor solución; estos son definidos como procedimientos de base biológica diseñados para reemplazar estructuras dañadas, con tejidos vivos viables que preferentemente tengan el mismo origen y restablezcan las funciones fisiológicas normales del complejo pulpa-dentina⁽⁶⁾.

Las células madre de la pulpa dental se aíslan fácilmente de los dientes descartados después de la extracción con una morbilidad muy baja y sin problemas éticos, se ha demostrado una mayor inmunosupresión de la alorreactividad de las células T en las células madre de la pulpa dental que en las células madre de la médula ósea, algunas subfracciones de células madre adultas de la pulpa dental, como el CD31 -La población lateral (SP), tiene una mayor migración y una mayor expresión de muchos factores angiogénicos/neurotróficos que las células madre derivadas de la médula ósea y el tejido adiposo del mismo individuo, lo que conduce a una mejor regeneración de la pulpa⁽⁷⁾. El PRP se ha mencionado como un andamio potencialmente ideal para los regímenes de tratamiento de endodoncia regenerativa debido a su mayor concentración del factor de crecimiento, el PRF es una plaqueta de segunda generación, concentrado que no requiere manipulación bioquímica de la sangre y es fácil de conseguir. Las aplicaciones potenciales de PRF como andamio para promover la regeneración de la pulpa dental perdida o lesionada⁽⁸⁾.

Estudios recientes han informado sobre la creación de andamios mediante el uso de plasma rico en plaquetas (PRP), un volumen de plasma autólogo que contiene niveles elevados concentraciones de plaquetas y, por lo tanto, mayores cantidades de factores de crecimiento para ayudar en proliferación de células madre para la inducción de curación y regeneración de tejidos. Los factores de crecimiento liberados por el PRP juegan un papel importante en la regulación celular⁽⁹⁾. El RET (tratamiento endodóntico regenerativo) exitoso requiere la presencia de andamios, factores de crecimiento y células madre, rutinariamente, durante RET, el sangrado periapical es provocado intencionalmente para formar un coágulo de sangre intracanal (BC), el BC podría servir como andamio reticulado para la migración de células madre, macrófagos y fibroblastos, y a la célula atrapada en el BC también podría liberar factores de crecimiento esenciales para la cicatrización de heridas y los tallos de las células podrían ser reclutadas por angiogénesis inducida por sangrado. La evidencia ha confirmado la confiabilidad de un andamio BC (coágulo de sangre intracanal) en el RET (tratamiento endodóntico regenerativo)⁽¹⁰⁾.

RET se basa en el concepto de ingeniería de tejidos, que requiere la erradicación de patógenos, la preservación de células madre y la presencia de andamios y moléculas de señal, para crear un microambiente favorable para que las células madre migren, proliferen y se diferencien, un andamio ideal debería facilitar la orientación espacial y la liberación de moléculas de señal por parte de las células, en la mayoría de los casos de revascularización/revitalización dental, se introduce una lima o explorador endodóntico en el conducto radicular y pasa a través del agujero apical para provocar el sangrado del tejido

periapical hacia el conducto para formar un coágulo de sangre (BC) debajo de la unión cemento-esmalte, lo que en general, esta técnica es efectiva para formar un andamio BC⁽¹¹⁾.

Más recientemente, se introdujo un protocolo clínico para la revascularización en el que, después de una técnica de desinfección modificada, se estimula el sangrado desde el periapical tejido y se forma un coágulo de sangre dentro del canal se supone que esto proporciona un andamio, factores de crecimiento y posiblemente células madre que respaldan la formación continua de raíces a través del crecimiento de tejidos en el espacio del canal múltiples informes de casos y series de casos han mostrado un aumento en el ancho y a lo largo de la raíz después de algunas variaciones de un procedimiento de tratamiento de revascularización⁽¹²⁾.

Este tratamiento depende de la desinfección del conducto radicular, la liberación de factores de crecimiento endógenos (GF) por el acondicionamiento de la dentina y la estimulación del sangrado apical para reclutar células madre en el espacio del conducto radicular la matriz de dentina actúa como reservorio de GF que puede tener un efecto directo en la proliferación y diferenciación de células madre, así como en el reclutamiento de células pulpares indiferenciadas para estimular la regeneración del complejo pulpa-dentina los protocolos de desinfección endodóntica regenerativa son heterogéneos entre los clínicos y requieren optimización para resultados más predecibles⁽¹³⁾.

De acuerdo a los protocolos clínicos actuales para endodoncia regenerativa (American Association of Endodontists 2016), los conductos radiculares deben irrigarse con desinfectantes, seguido de la inducción de sangrado de los tejidos periapicales para formar un coágulo de sangre dentro espacio del canal el coágulo de sangre proporciona células madre, un andamio y factores de crecimiento, que potencialmente apoyarán la formación de tejido nuevo en el espacio del canal y promover la formación continua de raíces durante los últimos veinte años, muchos informes de casos y varios estudios de cohortes informaron que continuaron el desarrollo radicular y el aumento del grosor de la raíz fueron logrado en casos de endodoncia regenerativa⁽¹⁴⁾.

Por lo que se aclara que la revitalización de inmaduros dientes sin pulpa, involucrando sobre instrumentación intencional para inducir sangrado y entregar células madre, ha sido llevado a cabo con un éxito considerable, aunque este procedimiento no genera el complejo pulpa-dentina, que también se han realizado intentos de modificar la pulpa realizado por la implantación de células madre, andamios y/o factores de crecimiento con resultados prometedores, para los procedimientos de endodoncia regenerativa, es crucial la adquisición de una calidad superficial de dentina adecuada para la unión celular, además de la desinfección completa de un buen sistema de conductos radiculares⁽¹⁵⁾.

En base a la literatura revisada los componentes que son utilizados podrían aportar al endodoncista criterios científicos en el momento de la manipulación de los biomateriales sostenidos a los resultados alentadores obtenidos en el procedimiento de la regeneración de tejidos periodontales circundantes de la pieza dentaria. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente este trabajo tiene el objetivo de revisar en la literatura los biomateriales utilizados en endodoncia. Pudiendo aportar así conocimientos relevantes sobre el uso de los biomateriales en endodoncia que ayude a la permanencia de la pieza dentaria en la cavidad bucal

DISCUSIÓN

Con respecto a los artículos revisados se puede mencionar las conclusiones de los que se presentan a continuación como los más destacados en este trabajo. Así temeno a Schmalz G, Widbiller M, Galler K.M(2), sus conclusiones replantean los conceptos actuales para los tratamientos basados en la biología y la mejora de los conceptos de diagnóstico podrían posponer el punto de obturación del conducto radicular dependiendo de la situación clínica. El trabajo de Saoud TM, Sigurdsson A, Rosenberg PA et al⁽³⁾, menciona que la terapia de endodoncia regenerativa de dientes maduros con periodontitis apical y absceso apical puede resultar en la regresión de los signos y/o síntomas clínicos y la curación de la periodontitis apical, pero sin un engrosamiento aparente de las paredes del canal o un desarrollo radicular continuo. El llenado de los canales desinfectados con el tejido vital del huésped puede ser mejor que con materiales extraños porque el tejido vital tiene mecanismos de defensa inmune innatos y adaptativos.

Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, et al⁽⁴⁾ muestran como el RET (tratamiento de regeneración endodóntica) se basa en el concepto de tecnología de ingeniería de tejidos para regenerar el complejo dentina-pulpa en el espacio del canal de dientes permanentes inmaduros dañados por caries o traumatismos, restaurando así el desarrollo de la raíz del diente detenido.

Jadhav GR, Shah D, Raghvendra SS⁽⁵⁾,realizan una intervención endodóntica investigativa con el objetivo de mostrar el uso de PRF como un andamio adicional en la revascularización para mejorar el resultado terapéutico, en el caso presentado la pieza dentaria se encuentra asintomático con resolución completa del seno intraoral. Se reduce la movilidad de los dientes.

Curiosamente, la cicatrización periapical, el cierre apical, el alargamiento de la raíz y el engrosamiento de la pared de la dentina son óptimos radiográficamente.

Pinto N, Harnish A, Cabrera C, et al⁽⁶⁾, presentan un relato clínico con el objetivo de describir terapia de endodoncia regenerativa usando L-PRF en el conducto radicular y una lesión apical extensa en un diente inmaduro con dens invaginatus y periodontitis apical asintomática. Concluyen que los biomateriales que se usan en los procedimientos de regeneración endodóntica es una innovación en el protocolo fue el uso de L-PRF como complemento en REPs y cirugía apical. L-PRF que es una plaqueta de segunda generación concentrado obtenido a través de un protocolo simple y económico.

Saoud TM, Zaazou A, Nabil A, et al⁽⁷⁾, hacen un estudio con el objetivo de investigar en un estudio prospectivo, el tiempo de resolución de los síntomas clínicos, periapicales radiográficos la cicatrización y los cambios radiográficos en la dimensión de la raíz, se en una cohorte de pacientes que reciben terapia estandarizada de revascularización/revitalización. Sus métodos son un estudio de cohorte prospectivo, se tratan 20 dientes con un protocolo de tratamiento de revascularización estandarizado y se controlaron los cambios clínicos y radiográficos durante 1 año. Se recogen radiografías estandarizadas a intervalos regulares y se cuantifican los cambios radiográficos. Concluyen que, aunque el éxito clínico es altamente predecible con este procedimiento, el engrosamiento y el alargamiento radiográfico clínicamente significativo de la raíz son menos predecibles después de 1 año de seguimiento. El cierre apical es el hallazgo radiográfico más consistente.

Shivashankar VY, Johns DA, Maroli RK⁽⁸⁾, et al, presentan un investigación con el objetivo de comparar el efecto de Fibrina Rica en Plaquetas (PRF), técnica de sangrado inducido y Plasma Rico en Plaquetas (PRP) en la revascularización de dientes con pulpa necrótica y ápice abierto. Concluyen que, al analizar los pros y los contras de las técnicas realizadas, es conveniente establecer la técnica de sangrado inducido como el procedimiento endodóntico estándar para la revascularización de un diente permanente inmaduro no vital.

Bezgin T, Yilmaz AD, Celik BN, et al⁽⁹⁾ realizan una investigación con el objetivo de evaluar clínica y radiográficamente la eficacia del plasma rico en plaquetas (PRP) utilizado como andamio en el tratamiento de endodoncia regenerativa y compararlo con el de un andamio de coágulo de sangre (BC) convencional, concluyendo que la PRP creó con éxito un andamio para el tratamiento endodóntico regenerativo; sin embargo, los resultados del tratamiento no difirieron significativamente entre el PRP y el armazón BC convencional.

Zhou R, Wang Y, Chen Y, et al⁽¹⁰⁾ hacen una investigación con el objetivo de evaluar el uso concurrente de fibrina rica en plaquetas (PRF) con un coágulo de sangre (BC) en RET en relación con la cicatrización periapical, el desarrollo radicular y el refuerzo estructural del diente. Concluyen que, ya sea una combinación de PRF con BC o solo BC puede mejorar la cicatrización periapical, inducir el desarrollo radicular y reforzar la estructura dental. No se encuentra ningún beneficio adicional de PRF para BC en RE.

Lv H, Chen Y, Cai Z, Lei L, et al⁽¹¹⁾, realizan un trabajo de investigación con el objetivo de comparar el desempeño de la fibrina rica en plaquetas (PRF) con BC en la inducción del desarrollo radicular y la cicatrización de lesiones periapicales después de la revascularización dental. Concluyen que dentro de los límites de este estudio, PRF se logra resultados comparables a BC en términos de resolución de signos y síntomas clínicos, curación de lesiones periapicales y desarrollo continuo de raíces en RET.

Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, et al⁽¹²⁾, mencionan que la revascularización no es superior a otras técnicas de apexificación en los resultados clínicos o radiográficos. Se necesitan estudios con grandes cohortes de sujetos y largos períodos de seguimiento para evaluar los resultados de la revascularización y la apexificación mientras se toman en cuenta covariantes importantes relevantes para el éxito clínico.

Aksel H, Albanyan H, Bosaid F, et al⁽¹³⁾, hacen un trabajo investigativo con el objetivo de optimizar de la irrigación con hipoclorito de sodio-EDTA en términos de viabilidad y morfología de las células madre de la pulpa dental (DPSC) y los efectos de un protocolo optimizado de EDTA solo o preparado con agua de nanoburbujas (NB) en el comportamiento celular. Concluyen que la eliminación del EDTA residual con PBS mejora la viabilidad celular en la superficie de la dentina. La activación ultrasónica mejoró la liberación del factor de crecimiento y las propiedades biológicas, mientras que la preparación de EDTA con NB muestra un efecto similar al EDTA regular sin comprometer el efecto celular.

Chae Y, Yang M, Kim J⁽¹⁴⁾, presentan un trabajo investigativo con el objetivo de investigar la liberación de factores de crecimiento en el espacio del conducto radicular después de varios irrigantes finales durante los procedimientos de endodoncia regenerativa. También se examina el efecto citotóxico residual de los irrigantes finales sobre las células madre de la papila apical (SCAP) conclusión el ácido cítrico al diez por ciento fue efectivo como irrigante final para la liberación de TGF- β 1 con buena incompatibilidad en endodoncia regenerativa.

Hashimoto K, Kawashima N, Ichinose S⁽¹⁵⁾, abordan un trabajo con el objetivo de examinar el efecto de recuperación de EDTA en la unión/diferenciación de células madre y abordar los

mecanismos de recuperación inducidos por EDTA bajo la hipótesis de que la unión a la matriz de dentina expuesta y la subsiguiente activación de integrina/fosfatidilinositol 3 La señalización de -quinasa (PI3K) juega un papel crucial, concluyendo que en las presentes condiciones experimentales, 10 minutos de tratamiento con EDTA son suficientes para recuperar la unión/diferenciación de las células MDP en dentina pretratada con NaOCl al 1,5 %. La exposición de las fibras de colágeno inducida por EDTA y la posterior activación de la señalización de integrina/PI3K pueden contribuir, al menos en parte, a la recuperación.

Saoud TM, Huang GT, Gibbs JL et al⁽¹⁶⁾, presentan una investigación con el objetivo de describir el potencial de usar RET (tratamientos en la regeneración endodóntica) para tratar 2 dientes con periodontitis apical persistente después de la terapia del conducto radicular, en sus resultados observan de que ambas piezas dentarias se muestran con reparación radicular.

Galler KM, Buchalla W, Hiller KA, et al⁽¹⁷⁾, realizan procedimientos endodónticos reparativos con el objetivo de identificar una solución desmineralizante adecuada para la liberación del factor de crecimiento directamente de la dentina y evaluar si los desinfectantes de uso común para el tratamiento de endodoncia comprometen este efecto para el procedimiento. Concluyen que los factores de crecimiento pueden liberarse directamente de la dentina a través del acondicionamiento con EDTA. El uso de soluciones o medicamentos desinfectantes puede amplificar o atenuar este efecto.

Fawzy El-Sayed K.M, Mekhemar M.K, Beck-Broichsitter B.E, Bähr T, Hegab M, Receveur J, Heneweer y col⁽¹⁸⁾ con el objetivo de investigar el potencial regenerativo periodontal de las células madre / progenitoras derivadas del margen gingival (G-MSc) junto con IL-1ra liberando la matriz extracelular sintética de ácido hialurónico (HA-sECM) muestran un potencial regenerativo periodontal significativo.

Galler KM, Krastl G, Simon S, et al⁽¹⁹⁾ en el Año 2016 se encargan de presentar una investigación con el objetivo de proporcionar a los dentistas debidamente capacitados un protocolo que incluya detalles del procedimiento para el tratamiento de dientes inmaduros con necrosis pulpar, así como un formulario de consentimiento del paciente, llegando a la conclusión de que se llega a una valoración y perspectiva del caso del paciente a futuro hacer el seguimiento del caso después del tratamiento inicial, son necesarias visitas de seguimiento para observar el proceso de curación. Esto incluye exámenes clínicos y radiográficos regulares, inicialmente después de 3, 6, 9, 12 y 18 meses, luego cada año durante los próximos 5 años.

Kandemir Demirci G, Kaval ME, Güneri P, Çalişkan MK⁽²⁰⁾, legan a la conclusión que la apexificación tanto con MTA como con CH se asoció a resultados de tratamiento similares. El MTA puede proponerse como material para el tratamiento de apexificación en dientes inmaduros de pacientes adultos debido al menor tiempo de tratamiento asociado a su uso.

Zeng Q, Nguyen S, Zhang H, et al⁽²¹⁾, presentan un trabajo con el objetivo de investigar la liberación de factores de crecimiento en el espacio del conducto radicular después del procedimiento de irrigación del procedimiento de endodoncia regenerativa concluyendo que el modelo de segmento de raíz en el presente estudio simula un escenario clínico e indicó que el protocolo de irrigación actual libera una cantidad significativa de TGF- β 1, pero no de bFGF. Los factores de crecimiento liberados en el espacio del conducto radicular inducen la migración de células madre de la pulpa dental.

Nakashima M, Iohara K, Murakami M, et al⁽²²⁾ proceden a investigar con el objetivo de evaluar la seguridad, la eficacia potencial y la viabilidad del trasplante autólogo de MDPSC en dientes pulpectomizados, concluyendo que las MDPSC humanas son seguras y eficaces para la regeneración pulpar completa en humanos en este estudio clínico piloto.

Katagiri W, Kawai T, Osugi M, et al⁽²³⁾ investigan con el objetivo de evaluar el angiogénico y potenciales osteogénicos células mesenquimales de las células madres para la recuperación ósea generación in vitro e in vivo, utilizando una calota de rata modelo de defectos óseos. Concluyen que, VEGF se considera un factor crucial en MSC-CM, y se propone que MSC-CM sea un tratamiento terapéutico adecuado a agente para la regeneración ósea con angiogénesis.

Gil Cárdenas F, Osorio Daguer M.R, Fortich Mesac N, et al⁽²⁴⁾ experimentan con el objetivo de evaluar la regeneración ósea en alvéolos dentarios empleando como coadyuvante PRP en pacientes fumadores, llegando a la conclusión de que no se observa una diferencia estadísticamente significativa en el proceso de regeneración ósea aplicando PRP con el método de una y doble centrifugación.

Yábar-Villafuerte G, Becerra-Quiñones Y, et al⁽²⁵⁾ realizan una investigación con el objetivo de reportar dos casos clínicos donde se diagnostica una lesión periapical y se realiza el procedimiento de apicectomía donde se utiliza plasma rico en fibrina como relleno óseo. Concluyen que el protocolo de PRF puede ser usado para regenerar pequeños y grandes defectos óseos producidos por lesiones periapicales con resultados clínicos predecibles y favorables.

Ulusoy AT, Turedi I, Cimen M⁽²⁶⁾, realizan una investigación con el objetivo de comparar el rendimiento clínico y radiográfico de los REP utilizando plasma rico en plaquetas (PRP), fibrina

rica en plaquetas (PRF), un sedimento de plaquetas (PP) y un coágulo de transferencia inducido (BC). Concluyen que PRP, PRF y PP pueden producir resultados clínicos y radiográficos similares a los de la BC sin necesidad de sangrado apical previo y con una tendencia significativamente menor a la obliteración del conducto radicular. RRA y RCA pueden revelar diferencias menores que no pueden determinarse mediante mediciones lineales.

Lu J, Liu H, Lu Z, et al⁽²⁷⁾ presentan un relato clínico con el objetivo de describir la clínica y resultados biológicos de inmaduros traumatizados dientes permanentes con ERR severa después de REP, llenado a la conclusión de que este informe se suma a la literatura que los REP es una opción viable para manejar los dientes traumatizados con ERR severa y perforación de la raíz porque los signos y síntomas de ERR son arrestado con éxito en un seguimiento de 30 meses.

Mahmoud A, Moussa S, Backly S, et al⁽²⁸⁾ presentan una investigación con el objetivo de evaluar los efectos indirectos del gel de nanopartículas de plata residuales (AgNP) en las células del estroma de la pulpa dental humana (DPSC) conclusión de que los discos de dentina tratados durante 7 días con concentraciones de gel de AgNP (0,01–0,02 %) permitieron que más del 90 % de las células DPSC se adhieren después de 24 horas. La citotoxicidad y la proliferación de DPSC en respuesta al gel de AgNP son comparables a aquellas con hidróxido de calcio. Esto sugiere que el gel de AgNP puede representar un futuro candidato prometedor para uso clínico en endodoncia regenerativa. Sin embargo, sus efectos pueden depender de la concentración, lo que justifica una mayor investigación.

Zárate Giménez R, Jacquett-Toledo N. L⁽²⁹⁾ en el Año llegan a la conclusión de que los hallazgos muestran el gran uso de cada uno de los biomateriales así como la gran ayuda que constituyen en el momento de valerse de medios seguros y aceptados por el propio organismo. Tanta es la relevancia que se demuestra su utilización a nivel mundial en países alrededor del mundo entre ellos Taiwán, Korea, Japón, Gran Bretaña, Italia, Alemania, Turquía, España, Suiza, Arabia Saudita, y Singapur. Esta revisión de la literatura pone en evidencia que la utilización de biomateriales en cirugía bucal es un buen aliado a la hora de los procedimientos quirúrgicos ya que se demuestra una respuesta favorable por parte del propio organismo.

Elnawam H, Abdelmougod M, Mobarak A, et al⁽³⁰⁾ concluyen que la endodoncia mínimamente invasiva es otro concepto en auge cuya principal preocupación es la preservación de la estructura dental. Partiendo de su potencial para preservar la estructura dental original, tanto la endodoncia regenerativa como la mínimamente invasiva podrían considerarse dos ciencias revolucionarias con un objetivo común. Lograr este objetivo implicará no solo emplear las estrategias apropiadas para recrear el nicho regenerativo ideal, sino también modificar los conceptos y protocolos existentes que se están implementando actualmente en la endodoncia regenerativa para abordar dos desafíos importantes que afectan el resultado de estos procedimientos; conservación de la estructura dental y lograr una desinfección efectiva⁽³⁰⁾.

CONCLUSIÓN

Esta Revisión de la Literatura pone en evidencia la utilización de los biomateriales en endodoncia de manera cierta según los hallazgos científicos hechos en los pacientes con un seguimiento clínico mostrando así resultados favorables en la regeneración de tejidos periodontales circundantes a las piezas dentarias

Las evidencias encontradas en el uso de Biomateriales en endodoncia poseen una relevancia científica produciendo resultados favorables en la regeneración de tejido circundante de una pieza dentaria con comprometimiento endodóntico; Este trabajo de investigación abre puerta a la regeneración de tejidos y preservación de un diente tratado endodónticamente.

Financiamiento: No tuvo financiación externa.

Conflicto de interés: El autor declara que este trabajo no presenta ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nakashima M, Iohara K, Murakami M, Nakamura H, Sato Y, Arijji Y, et al. Pulp regeneration by transplantation of dental pulp stem cells in pulpitis: a pilot clinical study. *Stem Cell Res Ther.* 2017; 8(1):61. Disponible. <https://doi.org/10.1186/s13287-017-0506-5>
2. Schmalz G, Widbiller M, Galler K.M. Perspectivas clínicas de la regeneración pulpar. *J Endod.* 2020; 46(9):161-174. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.037>
3. Saoud TM, Sigurdsson A, Rosenberg PA, Lin LM, Ricucci D. Treatment of a large cystlike inflammatory periapical lesion associated with mature necrotic teeth using regenerative endodontic therapy. *J Endod.* 2014; 40(12):2081-6. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.07.027>
4. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM, Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. *Int Endod J.* 2018; 51(12):1367-1388. Disponible: <https://doi.org/10.1111/iej.12954>
5. Jadhav GR, Shah D, Raghvendra SS. Autologous Platelet Rich Fibrin aided Revascularization of an immature, non-vital permanent tooth with apical periodontitis: A case report. *J Nat Sci Biol Med.* 2015; 6(1):224-5. Disponible: <https://doi.org/10.4103/0976-9668.149187>
6. Pinto N, Harnish A, Cabrera C, Andrade C, Druttman T, Brizuela C. An Innovative Regenerative Endodontic Procedure Using Leukocyte and Platelet-rich Fibrin Associated with Apical Surgery: A Case Report. *J Endod.* 2017; 43(11):1828-1834. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.07.002>
7. Saoud TM, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and radiographic outcomes of traumatized immature permanent necrotic teeth after revascularization/revitalization therapy. *J Endod.* 2014; 40(12):1946-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.023>
8. Shivashankar VY, Johns DA, Maroli RK, Sekar M, Chandrasekaran R, Karthikeyan S, et al. Comparison of the Effect of PRP, PRF and Induced Bleeding in the Revascularization of Teeth with Necrotic Pulp and Open Apex: A Triple Blind Randomized Clinical Trial. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11(6):ZC34-ZC39. Disponible en: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/22352.10056>
9. Bezgin T, Yilmaz AD, Celik BN, Kolsuz ME, Sonmez H. Eficacia del plasma rico en plaquetas como andamio en el tratamiento de endodoncia regenerativa. *J Endod.* 2015; 41(1):36-44. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.004>
10. Zhou R, Wang Y, Chen Y, Chen S, Lyu H, Cai Z, et al. Radiographic, Histologic, and Biomechanical Evaluation of Combined Application of Platelet-rich Fibrin with Blood Clot in Regenerative Endodontics. *J Endod.* 2017; 43(12):2034-2040. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.07.021>
11. Lv H, Chen Y, Cai Z, Lei L, Zhang M, Zhou R, et al. The efficacy of platelet-rich fibrin as a scaffold in regenerative endodontic treatment: a retrospective controlled cohort study. *BMC Oral Health.* 2018; 18(1):139. Disponible: <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0598-z>
12. Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, Albert J, Abu-Melha AS, et al. Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: a pilot retrospective cohort study. *J Endod.* 2014; 40(8):1063-70. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.016>
13. Aksel H, Albanyan H, Bosaid F, Azim AA. Protocolo de acondicionamiento de dentina para procedimientos de endodoncia regenerativa. *J Endod.* 2020; 46(8):1099-1104. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.05.010>
14. Chae Y, Yang M, Kim J. Liberación de TGF- β 1 en los conductos radiculares con varios irrigantes finales en endodoncia regenerativa: un análisis in vitro. *Int Endod J.* 2018; 51(12):1389-1397. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iej.12951>
15. Hashimoto K, Kawashima N, Ichinose S, Nara K, Noda S, Okiji T. EDTA Treatment for Sodium Hypochlorite-treated Dentin Recovers Disturbed Attachment and Induces Differentiation of Mouse Dental Papilla Cells. *J Endod.* 2018; 44(2):256-262. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.11.003>
16. Saoud TM, Huang GT, Gibbs JL, Sigurdsson A, Lin LM. Management of Teeth with Persistent Apical Periodontitis after Root Canal Treatment Using Regenerative Endodontic Therapy. *J Endod.* 2015; 41(10):1743-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.07.004>
17. Galler KM, Buchalla W, Hiller KA, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influencia de los desinfectantes del conducto radicular en la liberación del factor de crecimiento de la dentina. *J Endod.* 2015; 41(3):363-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.021>
18. Fawzy El-Sayed KM, Mekhemar Mk, Beck-Broichsitter BE, Bähr T, Hegab M, Receveur J, et al. Periodontal regeneration employing gingival margin-derived stem/progenitor cells in conjunction with IL-1ra-hydrogel synthetic extracellular matrix. *J Clin Periodontol.* 2015; 42(5):448-57.

- Disponibile en:
<https://doi.org/10.1111/jcpe.12401>
19. Galler KM. Clinical procedures for revitalization: current knowledge and considerations. *Int Endod J.* 2016; 49(10):926-36. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iej.12606>
 20. Kandemir Demirci G, Kaval ME, Güneri P, Çalışkan MK. Treatment of immature teeth with nonvital pulps in adults: a prospective comparative clinical study comparing MTA with Ca(OH)₂. *Int Endod J.* 2020 Jan;53(1):5-18. Disponible en : <https://doi.org/10.1111/iej.13201>
 21. Zeng Q, Nguyen S, Zhang H, Chebrolu HP, Alzebedeh D, Badi MA, et al. Release of Growth Factors into Root Canal by Irrigations in Regenerative Endodontics. *J Endod.* 2016; 42(12):1760-1766. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.029>.
 22. Nakashima M, Iohara K, Murakami M, Nakamura H, Sato Y, Ariji Y, et al. Pulp regeneration by transplantation of dental pulp stem cells in pulpitis: a pilot clinical study. *Stem Cell Res Ther.* 2017; 8(1):61. Disponible: <https://doi.org/10.1186/s13287-017-0506-5>
 23. Katagiri W, Kawai T, Osugi M, Sugimura Wakayama Y, Sakaguchi K, Kojima T, et al. Angiogenesis en hueso recién regenerado por secretos de células madre mesenquimales humanas. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2017; 39:8. Disponible: <https://doi.org/10.1186/s40902-017-0106-4>
 24. Gil Cárdenas F, Osorio Daguer MR, Fortich Mesac N, Harris Ricardo J. Regeneración ósea en alvéolos dentarios de terceros molares mandibulares empleando plasma rico en plaquetas en pacientes fumadores. *Rev Esp Cir oral Maxilofac.* 2018; 40(2):71-77. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.maxilo.2017.02.001>
 25. Yábar-Villafuerte G, Becerra-Quiñones Y, Obando-Pereda G.A. Uso del plasma rico en fibrina en endodoncia para regeneración ósea. Reporte de dos casos clínicos. *Rev. Odont. Mex.* 2018; 22(2):100-103. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2018000200100&lng=es
 26. Ulusoy AT, Turedi I, Cimen M, Cehreli ZC. Evaluation of Blood Clot, Platelet-rich Plasma, Platelet-rich Fibrin, and Platelet Pellet as Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment: A Prospective Randomized Trial. *J Endod.* 2019; 45(5):560-566. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.002>
 27. Lu J, Liu H, Lu Z, Kahler B, Lin LM. Regenerative Endodontic Procedures for Traumatized Immature Permanent Teeth with Severe External Root Resorption and Root Perforation. *J Endod.* 2020; 46(11):1610-1615. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.07.022>
 28. Mahmoud A, Moussa S, Backly S, Gendy R.E. Investigación del efecto residual del gel de nanopartículas de plata como medicamento intracanal en las células del estroma de la pulpa dental. *BMC Salud bucal.* 2022; 22:545. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02542-2>
 29. Zárate Giménez R, Jacquett-Toledo N. L. Biomateriales utilizados en cirugía bucal. *Mem. Inst. investigando Cienc. Salud.* 2022; 20(2):111-119. Disponible en: <https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2022.020.02.111>
 30. Elnawam H, Abdelmougod M, Mobarak A, Hussein M, Aboualmakarem H, Girgis M, et al. Regenerative Endodontics and Minimally Invasive Dentistry: Intertwining Paths Crossing Over into Clinical Translation. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022; 10:837639. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.837639>