Cuaderno de odontología. Revista científica
Vol. 5(especial7), 222-230, 2026
https://doi.org/10.62574/b022qnjg

Células madre en la endodoncia regenerativa: revisión sistemática

Stem cells in regenerative endodontics: a systematic review

Erick Damián Jiménez-Aroca
erickja33@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0009-6594-4188

Jean Pierre Mendoza-Valladares
jeanmv37@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0004-3943-628X

RESUMEN

Objetivo: analizar la evidencia sobre el uso de células madre en la endodoncia regenerativa y los factores que condicionan sus resultados. **Método:** revisión sistemática con síntesis narrativa en PubMed y SciELO (2012-2025); se incluyeron 15 estudios: ocho revisiones narrativas, dos revisiones sistemáticas, una declaración de posición y cuatro estudios experimentales. **Resultados:** las células madre de la pulpa dental y de otros tejidos dentales tienen capacidad de diferenciación y se han llevado a la aplicación clínica. Los procedimientos regenerativos se basan en la inducción del sangrado periapical; los andamios, su esterilización y los exosomas condicionan la regeneración, mientras que la nicotina y la senescencia celular la limitan. **Conclusión:** las células madre son prometedoras en dientes inmaduros con necrosis pulpar, pero la regeneración de una pulpa funcional aún no está demostrada.
Descriptores: células madre; endodoncia regenerativa; pulpa dental; andamios del tejido; ingeniería de tejidos. (DeCS).

ABSTRACT

Objective: to analyze the evidence on the use of stem cells in regenerative endodontics and the factors that determine their outcomes. **Method:** systematic review with narrative synthesis in PubMed and SciELO (2012-2025); 15 studies were included: eight narrative reviews, two systematic reviews, one position statement and four experimental studies. **Results:** stem cells from the dental pulp and other dental tissues have differentiation capacity and have been brought to clinical application. Regenerative procedures are based on the induction of periapical bleeding; scaffolds, their sterilization and exosomes determine regeneration, whereas nicotine and cellular senescence limit it. **Conclusion:** stem cells are promising in immature teeth with pulp necrosis, but the regeneration of a functional pulp has not yet been demonstrated.
Descriptors: stem cells; regenerative endodontics; dental pulp; tissue scaffolds; tissue engineering. (DeCS).

Recibido: 15/09/2026. Revisado: 05/10/2026. Aprobado: 30/10/2026. Publicado: 20/11/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

La necrosis pulpar en los dientes permanentes inmaduros, causada con frecuencia por caries o traumatismos, detiene el desarrollo radicular y deja raíces cortas, con paredes delgadas y ápices abiertos, que son más susceptibles a la fractura. La apicoformación tradicional induce una barrera apical, pero no restablece el crecimiento de la raíz. La endodoncia regenerativa surgió como alternativa: busca sustituir el tejido dañado por tejidos funcionales capaces de continuar el desarrollo radicular, y se apoya en la tríada formada por las células madre, los andamios y las moléculas de señalización (1).

El fundamento biológico de este enfoque es la existencia de células madre mesenquimales en los tejidos dentales. Sui et al. describieron la trayectoria de las células madre de la pulpa dental desde su descubrimiento hasta su aplicación clínica, y destacaron su capacidad de autorrenovación y de diferenciación en células de tipo odontoblástico (2). Junto a ellas se han identificado otras poblaciones, como las de la papila apical, las del ligamento periodontal y las del folículo dental.

Sin embargo, la traducción clínica de estos hallazgos es incompleta. La Sociedad Europea de Endodoncia, en su declaración sobre el manejo de la caries profunda y la pulpa expuesta, insiste en preservar la vitalidad pulpar siempre que sea posible (3), y los procedimientos regenerativos se aplican sobre todo en dientes inmaduros con pulpa necrótica. Además, persisten dudas sobre el protocolo óptimo, como el momento de la inducción del sangrado (4), y sobre la naturaleza del tejido que se forma en el conducto.

En consecuencia, el objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia sobre el uso de células madre en la endodoncia regenerativa y los factores biológicos y técnicos que condicionan sus resultados.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática con síntesis narrativa orientada por la pregunta: ¿qué evidencia respalda el uso de células madre en la endodoncia regenerativa y qué factores condicionan sus resultados? La búsqueda se efectuó en PubMed y SciELO y abarcó publicaciones de 2012 a 2025 en español, inglés y portugués. Se emplearon los descriptores DeCS/MeSH «Células Madre», «Endodoncia Regenerativa», «Pulpa Dental», «Andamios del Tejido», «Ingeniería de Tejidos» y «Pulpotomía», y sus equivalentes en inglés, combinados con los operadores booleanos AND y OR.

Se incluyeron revisiones sistemáticas, revisiones narrativas, declaraciones de posición y estudios experimentales sobre células madre de origen dental o mesenquimal, andamios, estrategias sin células y procedimientos endodónticos regenerativos o conservadores de la pulpa. Se excluyeron los resúmenes de congresos, las publicaciones sin datos bibliográficos completos y los estudios sobre regeneración ósea sin relación con los tejidos dentales.

Dos revisores examinaron de forma independiente títulos, resúmenes y textos completos, y resolvieron las discrepancias por consenso. De cada documento se extrajeron el autor, el año, el diseño, el tipo celular o la estrategia y el hallazgo principal. Se incluyeron 15 estudios: ocho revisiones narrativas, dos revisiones sistemáticas, una declaración de posición y cuatro estudios experimentales. Los hallazgos se agruparon en cuatro ejes: fuentes de células madre, procedimientos clínicos regenerativos, andamios y estrategias sin células, y factores que limitan la regeneración.

RESULTADOS

En cuanto a las fuentes celulares, las células madre de la pulpa dental son las más estudiadas: Sui et al. revisaron su caracterización, su potencial de diferenciación y los primeros intentos de aplicación clínica para regenerar el complejo dentino-pulpar (2). Otras poblaciones dentales también muestran capacidad regenerativa. Liu et al.

revisaron la regeneración del complejo de hueso, ligamento y cemento mediante andamios y células madre (5), y Meng et al. observaron que la N-acetilcisteína regula la osteogénesis de las células madre del folículo dental y favorece la reparación del hueso alveolar mediante la eliminación de especies reactivas de oxígeno (6).

En segundo lugar, los procedimientos endodónticos regenerativos utilizados en la práctica se basan en el reclutamiento de células madre endógenas. Kim et al. describieron un protocolo que combina la desinfección del conducto, la inducción del sangrado desde los tejidos periapicales para llevar células madre de la papila apical al espacio pulpar y el sellado coronal; entre los resultados figuran la resolución de la periodontitis apical y, en muchos casos, el engrosamiento y el alargamiento de la raíz (1). Botero et al. analizaron la evidencia clínica sobre la inducción inmediata frente a la diferida del sangrado en estos procedimientos (4).

En relación con los andamios y las estrategias sin células, Iwamoto et al. evaluaron el efecto del óxido de etileno, la radiación gamma, el calor seco y el autoclave sobre la matriz extracelular de andamios biomateriales dentales (7), un paso necesario para su uso clínico. Farjaminejad et al. revisaron los avances y los retos de los andamios poliméricos para la ingeniería de tejidos (8), y Villani et al. describieron los hidrogeles cargados de exosomas como vehículos prometedores para la ingeniería de tejidos orales sin trasplante celular (9). La Tabla 1 resume los estudios principales.

Tabla 1. *Estudios incluidos sobre células madre en la endodoncia regenerativa.*

Autor (ref.)	Diseño	Célula o estrategia	Hallazgo principal
Kim et al. (1)	Revisión narrativa	Procedimientos endodónticos regenerativos	Resolución de la periodontitis apical y desarrollo radicular en dientes inmaduros
Sui et al. (2)	Revisión narrativa	Células madre de la pulpa dental	Trayectoria desde su descubrimiento hasta la aplicación clínica
Botero et al. (4)	Revisión narrativa	Inducción del sangrado periapical	Evidencia sobre la inducción inmediata frente

Autor (ref.)	Diseño	Célula o estrategia	Hallazgo principal
			a la diferida
Iwamoto et al. (7)	Estudio experimental	Andamios biomateriales dentales	Efecto de cuatro métodos de esterilización sobre la matriz extracelular
Villani et al. (9)	Revisión narrativa	Hidrogeles con exosomas	Estrategia sin células para la ingeniería de tejidos orales
Jiang et al. (10)	Estudio experimental	Células madre dentales	La nicotina deteriora la regeneración periodontal basada en células madre
Zheng et al. (11)	Estudio experimental	Células madre del ligamento periodontal	La rapamicina reduce la senescencia y favorece la osteogénesis

Fuente: elaboración propia a partir de los estudios incluidos (2026).

En cuanto a los factores que limitan la regeneración, Jiang et al. observaron en modelos experimentales que la nicotina deteriora la regeneración periodontal basada en células madre dentales (10). Zheng et al. observaron que la rapamicina mejora la senescencia de las células madre del ligamento periodontal y promueve su osteogénesis por la vía PI3K/AKT (11), y Lin et al. revisaron cómo el envejecimiento reduce el potencial de las células madre mesenquimales de la médula ósea en las aplicaciones de ingeniería de tejidos (12).

Por último, las técnicas conservadoras de la pulpa vital constituyen el referente clínico frente al cual se valoran las estrategias regenerativas. Yong y Cathro revisaron la terapia pulpar conservadora en la pulpitis reversible e irreversible (13); Ruiz-González et al. analizaron los resultados del recubrimiento pulpar directo en dientes diagnosticados con pulpitis irreversible (14), y Elmsmari et al. sintetizaron los resultados de la pulpotomía parcial en dientes posteriores permanentes con exposición por caries (15).

DISCUSIÓN

Los estudios revisados coinciden en que los tejidos dentales contienen poblaciones de células madre con capacidad de diferenciación y que los procedimientos regenerativos basados en el reclutamiento endógeno permiten resolver la periodontitis apical y, a menudo, continuar el desarrollo radicular en dientes

inmaduros (1,2,4). Estos resultados superan a los de la apicoformación en cuanto a la maduración de la raíz, lo que explica la expansión de la técnica.

No obstante, el tejido que se forma en el conducto no siempre corresponde a una pulpa con odontoblastos funcionales; con frecuencia es un tejido de tipo cemento, óseo o fibroso, lo que indica reparación más que regeneración verdadera (1). Por ello, la terapia con trasplante de células madre de la pulpa dental, descrita como una aplicación clínica emergente (2), sigue siendo experimental y requiere ensayos controlados.

Existen, además, factores que condicionan los resultados. Los andamios deben ser biocompatibles y mantener su matriz extracelular tras la esterilización (7,8), y las estrategias sin células, como los exosomas, podrían evitar los problemas regulatorios del trasplante celular (9). En cambio, el tabaquismo y la senescencia reducen la capacidad regenerativa de las células madre (10-12), lo que sugiere que la edad y los hábitos del paciente influyen en el pronóstico. Parte de esta evidencia procede de células del ligamento periodontal, del folículo dental o de la médula ósea (5,6,11,12), y su extrapolación a la pulpa debe ser prudente.

Desde el punto de vista clínico, cuando la pulpa conserva vitalidad, el recubrimiento directo y la pulpotomía parcial ofrecen buenos resultados incluso en algunos casos de pulpitis irreversible (13-15), en coherencia con la recomendación de preservar la vitalidad pulpar (3). Las estrategias regenerativas se reservan, por tanto, para los dientes inmaduros con necrosis pulpar.

Esta revisión presenta limitaciones. La mayoría de los estudios incluidos son revisiones narrativas y estudios experimentales, con pocos ensayos clínicos; los protocolos y los criterios de éxito son heterogéneos, y no se realizó un metaanálisis, por lo que la síntesis es narrativa.

CONCLUSIÓN

Las células madre de origen dental constituyen la base biológica de la endodoncia regenerativa. Los procedimientos basados en el reclutamiento de células endógenas mediante la inducción del sangrado periapical permiten resolver la periodontitis apical y continuar el desarrollo radicular en dientes inmaduros con necrosis pulpar, aunque el tejido formado no siempre es una pulpa funcional.

Los andamios, su esterilización, las estrategias sin células, el tabaquismo y la senescencia condicionan los resultados, y la terapia con trasplante celular sigue siendo experimental.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, Lin LM, Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. Int Endod J. 2018;51(12):1367-88.

2. Sui B, Wu D, Xiang L, Fu Y, Kou X, Shi S. Dental pulp stem cells: from discovery to clinical application. J Endod. 2020;46(9 Suppl):S46-55.

3. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, et al. European Society of Endodontology position statement: management of deep caries and the exposed pulp. Int Endod J. 2019;52(7):923-34.

4. Botero TM, Tang X, Gardner R, Hu JCC, Boynton JR, Holland GR. Clinical evidence for regenerative endodontic procedures: immediate versus delayed induction? J Endod. 2017;43(9S):S75-81.

5. Liu J, Ruan J, Weir MD, Ren K, Schneider A, Wang P, et al. Periodontal bone-ligament-cementum regeneration via scaffolds and stem cells. Cells. 2019;8(6):537.

6. Meng Z, Liu J, Feng Z, Guo S, Wang M, Wang Z, et al. N-acetylcysteine regulates dental follicle stem cell osteogenesis and alveolar bone repair via ROS scavenging. Stem Cell Res Ther. 2022;13(1):466.

7. Iwamoto LAS, Duailibi MT, Iwamoto GY, Oliveira DC, Duailibi SE. Evaluation of ethylene oxide, gamma radiation, dry heat and autoclave sterilization processes on extracellular matrix of biomaterial dental scaffolds. Sci Rep. 2022;12(1):4299.

8. Farjaminejad S, Farjaminejad R, Hasani M, Garcia-Godoy F, Abdouss M, Marya A, et al. Advances and challenges in polymer-based scaffolds for bone tissue engineering: a path towards personalized regenerative medicine. Polymers (Basel). 2024;16(23):3303.

9. Villani C, Murugan P, George A. Exosome-laden hydrogels as promising carriers for oral and bone tissue engineering: insight into cell-free drug delivery. Int J Mol Sci. 2024;25(20):11092.

10. Jiang Y, Yang K, Jia B, Gao Y, Chen Y, Chen P, et al. Nicotine destructs dental stem cell-based periodontal tissue regeneration. J Dent Sci. 2024;19(1):231-45.

11. Zheng Z, Li Z, Liu X, Liu L, Zhang P, Cui Y, et al. Rapamycin ameliorates senescence of periodontal ligament stem cells and promotes their osteogenesis via the PI3K/AKT pathway. Int Immunopharmacol. 2025;153:114517.

12. Lin H, Sohn J, Shen H, Langhans MT, Tuan RS. Bone marrow mesenchymal stem cells: aging and tissue engineering applications to enhance bone healing. Biomaterials. 2019;203:96-110.

13. Yong D, Cathro P. Conservative pulp therapy in the management of reversible and irreversible pulpitis. Aust Dent J. 2021;66 Suppl 1:S4-14.

14. Ruiz-González P, Cabanillas-Balsera D, Saúco-Márquez JJ, Segura-Egea JJ. Outcome of direct pulp capping in teeth diagnosed as irreversible pulpitis: systematic review and meta-analysis. J Clin Exp Dent. 2022;14(7):e594-603.

15. Elmsmari F, Ruiz XF, Miró Q, Feijoo-Pato N, Durán-Sindreu F, Olivieri JG. Outcome of partial pulpotomy in cariously exposed posterior permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. J Endod. 2019;45(11):1296-306.e3.

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/