



Facultad Ciencias de la Salud

Tema:

La ingeniería tisular y las células madre, el futuro de la odontología, revisión bibliográfica

Trabajo de Titulación para la Obtención del Título de Odontólogo General

Presentada por:

Daniela Yazmín Armijos Ríos

Tutor:

Dra. María José Burbano

Quito, junio de 2024

Resumen

Introducción: En el lapso de los últimos años, las células madre mesenquimales han captado la atención global en odontología debido a su impresionante capacidad para diferenciarse en diversos tipos celulares. Este suceso no solo fascina a la comunidad científica, sino que también promete revolucionar la regeneración tisular en tejidos dentales. La versatilidad, la capacidad para diferenciarse en múltiples linajes celulares y su potencial para innovaciones terapéuticas en odontología, estableciendo el inicio para explorar en detalle sus aplicaciones y beneficios en este campo. **Objetivo:** Esta revisión busca describir el potencial de las células madre profundizando en el conocimiento actual de las aplicaciones de las células madre mesenquimales en odontología, explorando su potencial transformador y sus aplicaciones clínicas. **Materiales y métodos:** Se propuso llevar a cabo una investigación utilizando un enfoque descriptivo, en el cual se recopilaban artículos científicos publicados por diversas instituciones enfocadas en la investigación centradas en el ámbito de la salud. Se utilizó PubMed, SciELO y Wiley Online Library para seleccionar estudios relevantes publicados entre el año 2018 al 2023. Los criterios principales de inclusión consistieron en que los artículos presentaran información sobre células madre y diversas aplicaciones en la odontología. Por lo tanto, se excluyeron todos aquellos estudios que no tenían relación entre ingeniería tisular, células madre mesenquimales y odontología. **Resultados:** La búsqueda bibliográfica inicial identificó 958 estudios relacionados con los términos de búsqueda, pero sólo 21 artículos cumplieron los criterios de inclusión. **Conclusiones:** Los resultados subrayan el evidente potencial de las células madre mesenquimales en la odontología, indicando una prometedora dirección para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas terapéuticas.

Palabras clave: células madre mesenquimatosas, ingeniería de tejidos.

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Daniela Yazmin Armijos Ríos

C.I. 1105975260

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para enfrentar cada reto a lo largo de esta carrera. Gracias por iluminar mi camino y permitirme alcanzar este importante logro.

A mi querida familia, les estoy eternamente agradecido por su inquebrantable apoyo, amor y sacrificio. A mi madre, por su incondicional amor, apoyo y sacrificio. Por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba, y por ser mi mayor inspiración y ejemplo de perseverancia. Este logro es tanto mío como tuyo.

A mis queridos hermanos, su ánimo y complicidad han sido un regalo invaluable en este camino. Esta tesis no solo es un reflejo de mi esfuerzo, sino también de su amor y apoyo incondicional. Con profunda gratitud y amor, dedico este logro a todos ustedes.

Índice

Resumen:	2
Palabras clave	2
Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos	3
Dedicatoria:	4
La Ingeniería Tisular y las Células Madre, el Futuro de la Odontología, Revisión Bibliográfica	6
Resumen:	6
Palabras clave	6
Abstract:	7
Keywords	7
Introducción:.....	8
Materiales y Métodos:	9
Figura 1:.....	10
Hallazgos:	11
Tabla 1.....	14
Discusión:	14
Conclusión:.....	15
Bibliografía:.....	16

La Ingeniería Tisular y las Células Madre, el Futuro de la Odontología, Revisión Bibliográfica

Autor: Daniela Yazmín Armijos Ríos

Correo electrónico: djarmijosr@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

Introducción: En el lapso de los últimos años, las células madre mesenquimales han captado la atención global en odontología debido a su impresionante capacidad para diferenciarse en diversos tipos celulares. Este suceso no solo fascina a la comunidad científica, sino que también promete revolucionar la regeneración tisular en tejidos dentales. La versatilidad, la capacidad para diferenciarse en múltiples linajes celulares y su potencial para innovaciones terapéuticas en odontología, estableciendo el inicio para explorar en detalle sus aplicaciones y beneficios en este campo. **Objetivo:** Esta revisión busca describir el potencial de las células madre profundizando en el conocimiento actual de las aplicaciones de las células madre mesenquimales en odontología, explorando su potencial transformador y sus aplicaciones clínicas. **Materiales y métodos:** Se propuso llevar a cabo una investigación utilizando un enfoque descriptivo, en el cual se recopilaron artículos científicos publicados por diversas instituciones enfocadas en la investigación centradas en el ámbito de la salud. Se utilizó PubMed, SciELO y Wiley Online Library para seleccionar estudios relevantes publicados entre el año 2018 al 2023. Los criterios principales de inclusión consistieron en que los artículos presentaran información sobre células madre y diversas aplicaciones en la odontología. Por lo tanto, se excluyeron todos aquellos estudios que no tenían relación entre ingeniería tisular, células madre mesenquimales y odontología. **Resultados:** La búsqueda bibliográfica inicial identificó 958 estudios relacionados con los términos de búsqueda, pero sólo 21 artículos cumplieron los criterios de inclusión. **Conclusiones:** Los resultados subrayan el evidente potencial de las células madre mesenquimales en la

odontología, indicando una prometedora dirección para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas terapéuticas.

Palabras clave: células madre mesenquimatosas, ingeniería de tejidos.

Abstract

Introduction: In recent years, mesenchymal stem cells have garnered global attention in dentistry due to their remarkable capacity to differentiate into various cell types. This phenomenon not only captivates the scientific community but also promises to revolutionize tissue regeneration in dental tissues. Their versatility, ability to differentiate into multiple cell lineages, and potential for therapeutic innovations in dentistry set the stage for exploring in detail their applications and benefits in this field.

Objective: This review aims to describe the potential of stem cells by delving into the current understanding of the applications of mesenchymal stem cells in dentistry, exploring their transformative potential and clinical applications. **Materials and**

Methods: A descriptive approach was proposed to conduct the research, in which scientific articles published by various health-focused research societies were collected.

PubMed, SciELO, and Wiley Online Library were used to select relevant studies published between 2018 and 2023. The main inclusion criteria were that articles provided information on stem cells and various applications in dentistry. Therefore, all studies not related to tissue engineering, mesenchymal stem cells, and dentistry were excluded.

Results: The initial literature search identified 958 studies related to the search terms, but only 21 articles met the inclusion criteria. **Conclusions:** The results underscore the evident potential of mesenchymal stem cells in dentistry, indicating a promising direction for future research and therapeutic clinical applications.

Keywords: Mesenchymal stem cells, tissue engineering

Introducción

La odontología moderna ha experimentado avances significativos en los últimos años gracias a la convergencia multidisciplinaria, como la ingeniería tisular y la investigación en células madre mesenquimatosas, estos campos de estudio se han convertido en pilares fundamentales para la transformación de la práctica clínica y recuperación de la salud oral, con prometedores enfoques terapéuticos. (Lan, Luo, & Wei, 2021) Las células madre mesenquimales han adquirido prominencia en la ingeniería tisular y la medicina regenerativa, destacando por su alta proliferación, capacidad de autorrenovación, efectos inmunomoduladores y capacidad para migrar a sitios inflamatorios y tumorales, esto las hace versátiles en la regeneración de tejidos ectoquimales y mesenquimales, especialmente relevante en odontología; estos atributos, la facilidad de obtención, el alto rendimiento inicial, la rápida duplicación, la plasticidad y propiedades inmunomoduladoras, las posicionan como candidatas ideales para terapias diversas, potencialmente revolucionando la práctica odontológica. (Dave & Tomar, 2018) (Zakrzewski, Dobrzyński, Szymonowicz & Rybak, 2019)

Las células pueden transformarse en células madre pluripotentes inducidas, permitiendo enfoques regenerativos altamente personalizados, sus propiedades inmunorreguladoras y diferenciación multipotente brindan potencial para enfoques de ingeniería tisular autóloga y alogénica, desde el aislamiento de células madre mesenquimales a partir de los tejidos de la pulpa dental humana, se han identificado en diversos tejidos dentales, incluyendo los dientes deciduos exfoliados, el ligamento periodontal, la encía, así como la papila apical, el folículo dental y las células madre germinales del diente. (Kim, Lee, Xu, Zhang, & Le ,2021) (Ashammakhi y col., 2022) Estudios *in vitro* y en animales muestran la efectividad de estas células en medicina regenerativa, aunque la transición a ensayos clínicos requiere un monitoreo riguroso

sobre las transformaciones *in vitro* y las complicaciones asociadas con la respuesta del injerto frente al huésped, así como una comprensión profunda de los mecanismos, abriendo camino hacia la odontología regenerativa y la ingeniería tisular. (Zhai, Dong, Wang, Li & Jin, 2019)

Las células madre mesenquimales se han identificado y aislado de casi todos los tejidos del cuerpo humano, incluida la médula ósea, el tejido adiposo, los dientes, el líquido amniótico, el cordón umbilical, el hígado, los tendones y el corazón. (Costelaruiz et al., 2022) La amplia accesibilidad de las células madre derivadas de los dientes, las células madre de la pulpa dental, las células madre mesenquimales de la pulpa de dientes deciduos exfoliados y la papila apical, el ligamento periodontal, el precursor del folículo dental y las células madre mesenquimales gingivales están surgiendo como fuentes de células atractivas para la regeneración del tejido óseo y dental (Costelaruiz et al., 2022).

Frente a lo expuesto este estudio pretende describir el potencial de las células madre aplicadas en las diferentes áreas de la odontología, mediante una revisión de literatura publicada en las bases de datos Medline, SciELO y Wiley Online Library, entre el año 2018 al 2023.

Materiales y Métodos

Se plantea una investigación de tipo descriptivo, con una búsqueda realizada en PubMed, SciELO y Wiley Online Library, empleando como términos de búsqueda “tissue engineering”, “mesenchymal stem cells”, “dentistry”, “stem cell isolation” y sus homólogos en español obtenidas de los descriptores de ciencias de la salud, articulados con el termino booleano AND, utilizando como filtro “free full text” para seleccionar estudios publicados entre 2018 y 202, que incluyeran ensayos clínicos, metaanálisis,

revisiones sistemáticas y revisiones de literatura que presenten información de células madre y su diversas aplicaciones en la odontología. Eliminando todos aquellos estudios que no tenían relación entre ingeniería tisular y odontología. De los 958 artículos inicialmente obtenidos se excluyó todos los documentos duplicados, libros, tesis, monografías, ensayo controlado aleatorio. Se evaluaron los títulos y resúmenes de los documentos según los criterios de exclusión establecidos. Se decidió la selección definitiva de 21 artículos los mismos que fueron leídos en su totalidad y expuestos a seguir (Figura 1).

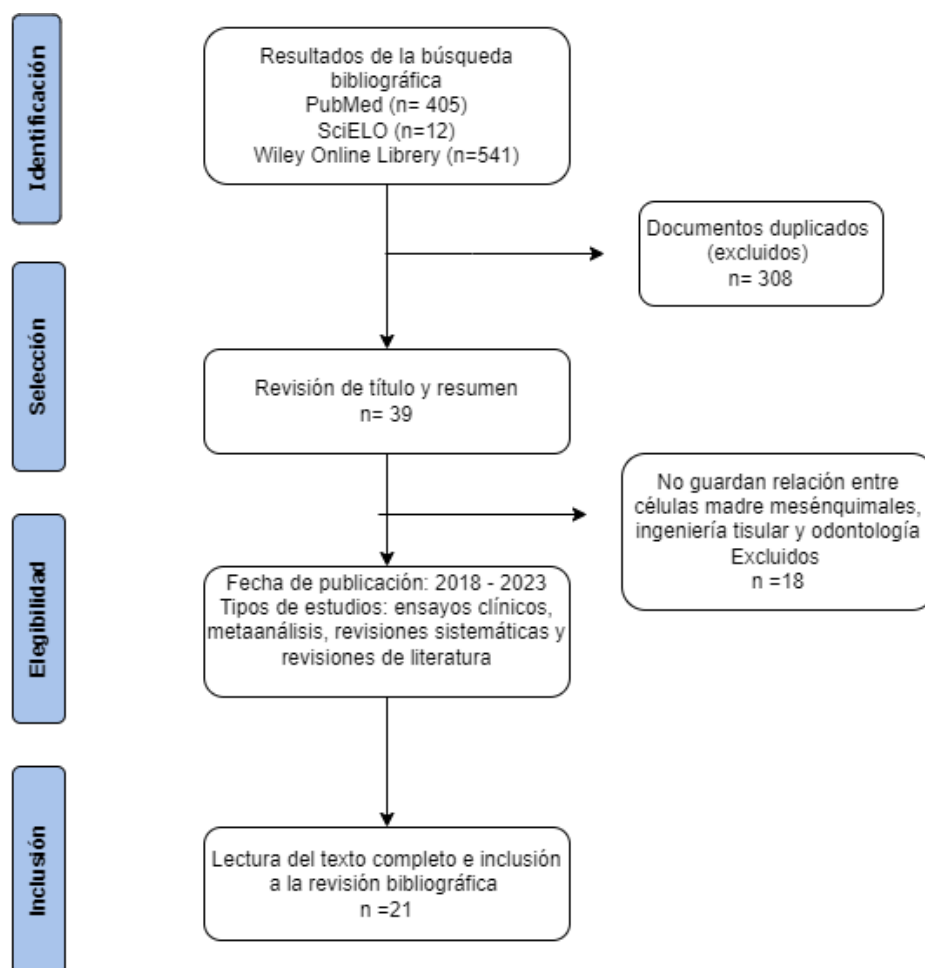


Figura 1: Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda utilizada en esta revisión bibliográfica

Hallazgos

Tras llevar a cabo la investigación, se realizó una tabla que contiene información relevante de los artículos. Tabla 1

Autor	Tipo de Estudio	Muestra	Objetivo	Conclusiones
(W. Zhang & Yelick, 2021)	Revisión de la literatura	Ensayos clínicos	Buscar la evidencia científica sobre la biología del desarrollo y de las células madre del tejido dental y la regeneración del diente y como estos descubrimientos pueden usarse para guiar el desarrollo de terapias nuevas.	El uso de células madre dentales en aplicaciones clínicas para la regeneración del tejido dental sigue siendo un desafío debido a la necesidad crucial de estandarizar y regular los métodos de aislamiento, validación, expansión, manipulación, almacenamiento y envío de estas células.
(Kim et al., 2021)	Revisión de la Literatura	Estudios clínicos, preclínicos, estudios in vitro, in vivo	Actualizar el progreso en el estudio de los tejidos gingivales humanos, sus propiedades únicas y funciones biológicas, y resaltar su aplicación en ingeniería de tejidos y	Los resultados clínicos generales de la terapia regenerativa basada en células madre mesenquimales, que podrían atribuirse principalmente a las propiedades y funciones heterogéneas, ya que pueden producirse en diferentes

			terapia regenerativa de una variedad de enfermedades.	niveles, como las características del donante, la fuente del tejido, técnicas utilizadas para el aislamiento y expansión celular, ingeniería de tejidos y almacenamiento/administración de productos
(Bhat et al., 2019)	Revisión	Estudios clínicos, ensayo clínico	Explorar los diversos aspectos involucrados, el estado actual y los desafíos futuros de la terapia con células madre en la atención y el manejo del paciente en odontología.	La aplicación en el ámbito clínico de las células madre todavía está en sus fases iniciales, pero investigaciones actuales indican de manera sólida que las células madre adultas tienen un potencial significativo en futuros procedimientos clínicos dirigidos a la reparación y regeneración en el tratamiento de distintas anomalías orofaciales.
(Sui et al., 2019)	Revisión de la literatura	Estudios preclínicos y clínicos,	Resumir los avances recientes en la regeneración pulpar mediada por células	Uno de los retos más críticos de la odontología moderna es encontrar formas de mantener la vitalidad de la pulpa dental

		estudios in situ	madre de la pulpa, enfatizando el logro crucial de la neurovascularización. Esta regeneración pulpar funcional representa un enfoque innovador y prometedor para la futura endodoncia regenerativa.	durante el tratamiento de enfermedades pulpares. Además, es importante tener en cuenta que la actual regeneración pulpar tridimensional se basa en células madre pulpares jóvenes, como SHED, que se encuentran en individuos en edades tempranas de la vida. Sin embargo, aún persiste la incertidumbre sobre si las células madre derivadas de individuos adultos poseen una capacidad similar para la regeneración de novo.
(Kim et al., 2021)	Revisión de la Literatura	Estudios preclínicos y clínicos	actualizar el progreso en el estudio de las GMSC, en particular, sus propiedades únicas y funciones biológicas, y resaltar su aplicación potencial en ingeniería de tejidos y	La fácil accesibilidad, la menor morbilidad de la recolección, la alta actividad proliferativa y la estabilidad genómica, el origen de la cresta neural y los potentes potenciales inmunomoduladores y regenerativos, hacen de las GMSC una fuente atractiva de

			terapia regenerativa de una variedad de enfermedades.	células madre adultas para la ingeniería de tejidos y la terapia regenerativa. .
--	--	--	---	--

Tabla 1. Resumen de estudios evaluados sobre células madre pluripotenciales y su aplicación en la odontología.

Discusión

Las células madre mesenquimales orales son reconocidas en el campo de la ingeniería de tejidos por su potencial de diferenciación multilínea y su fácil adquisición (Zhou et al., 2020). Teniendo en cuenta la alta accesibilidad y simplicidad en la obtención de estas diversas células madre, los nuevos hallazgos ofrecen potencial en el desarrollo de enfoques de ingeniería de tejidos traslacional y soluciones terapéuticas innovadoras. (X. Zhang et al., 2022) A pesar de importantes mejoras técnicas, los investigadores todavía tienen que decidir qué estrategia es la más adecuada para su propósito específico. (Buduru et al., 2019)

Las enfermedades pulpares y periapicales son dos de las afecciones orales más comunes en la actualidad. Los tratamientos habituales incluyen la terapia de conducto y la revascularización pulpar. Sin embargo, se han logrado avances notables en el campo de la regeneración de tejido pulpar mediante la ingeniería de tejidos. Este enfoque combina células madre, biomateriales y factores de crecimiento para estimular la curación y la regeneración de tejidos dañados. (Huang et al., 2021) Esto nos lleva a la perspectiva de que la regeneración pulpar podría convertirse en una opción clínica en el futuro, lo que tendría un impacto significativo en el tratamiento de patologías pulpares y periapicales, así como en la regeneración de dientes completos y otros tejidos de la cavidad oral. (Xie et al., 2021) (Orti et al., 2018)

La disponibilidad finita de estudios clínicos actualizados de fases avanzadas de la aplicación de células madre mesenquimales en la odontología, constituye una limitante importante a considerarse dentro de este estudio. La variabilidad en la calidad de la investigación, el sesgo y la ausencia de un consenso en cuanto a la forma de análisis y recolección de datos impide tener un resultado concluyente. La limitada presencia de estudios ejecutados en seres humanos aun cuándo esto se presenta prometedor, no asegura la confiabilidad de las indicaciones y beneficios de las células madre mesenquimales. Por lo que nuevas investigaciones requieren ser ejecutadas de una forma más organizada, considerando los factores antes mencionados.

Como odontólogos estar a la vanguardia de aplicación de nuevas aplicaciones de las células madre puede brindar nuevos horizontes, el conocimiento acerca de las células madre y sus aplicaciones en odontología es de suma importancia. El potencial revolucionario que estas células ofrecen en el tratamiento y regeneración de tejidos orales, lo transforman en un prometedor tratamiento a ser empleado en la práctica odontológica, exigiendo al clínico a una preparación constante. Por esto es necesario realizar modificaciones en los planes de estudio que permitan que el odontólogo general adquiera una comprensión sólida del tema como parte integral de su formación académica

Conclusión

La literatura revisada muestra el evidente potencial que las células madre ofrecen en el campo de la odontología, a lo largo de la investigación, hemos descubierto las diversas aplicaciones y avances prometedores para la integración de terapias y tratamientos basados en células madre en la práctica odontológica que pueden brindar una mejora de la atención odontológica y el bienestar de los pacientes en un futuro cercano.

Referencias

- Ashammakhi, N. G. (2022). Highlights on Advancing Frontiers in Tissue Engineering. *Tissue engineering. Tissue Engineering Part B: Reviews*, 633.
- Dave, J. R., & Tomar, G. B. (2018). Dental Tissue-Derived Mesenchymal Stem Cells: Applications in Tissue Engineering. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 46(5), 429-468. doi:10.1615/CritRevBiomedEng.2018027342
- Lan, T., Luo, M., & Wei, X. (2021). Mesenchymal stem/stromal cells in cancer therapy. *Journal of hematology & oncology*, 195. doi:10.1186/s13045-021-01208-w
- Zhai, Q., Dong, Z., Wang, W., Li, B., & Jin, Y. (2019). Dental stem cell and dental tissue regeneration. *Frontiers of medicine*, 13(2), 152–159. <https://doi.org/10.1007/s11684-018-0628-x>
- Perić Kačarević, Ž., Rider, P., Alkildani, S., Retnasingh, S., Pejakić, M., Schnettler, R., Gosau, M., Smeets, R., Jung, O., & Barbeck, M. (2020). An introduction to bone tissue engineering. *The International journal of artificial organs*, 43(2), 69–86. <https://doi.org/10.1177/0391398819876286>
- Kim, D., Lee, A. E., Xu, Q., Zhang, Q., & Le, A. D. (2021). Gingiva-Derived Mesenchymal Stem Cells: Potential Application in Tissue Engineering and Regenerative Medicine - A Comprehensive Review. *Frontiers in immunology*, 12, 667221. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.667221>
- Ashammakhi, N., GhavamiNejad, A., Tutar, R., Fricker, A., Roy, I., Chatzistavrou, X., Hoque Apu, E., Nguyen, K. L., Ahsan, T., Pountos, I., & Catterson, E. J. (2022). Highlights on Advancing Frontiers in Tissue Engineering. *Tissue engineering. Part B, Reviews*, 28(3), 633–664. <https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2021.0012>
- Costela-Ruiz, V. J., Melguizo-Rodríguez, L., Bellotti, C., Illescas-Montes, R., Stanco, D., Arciola, C. R., & Lucarelli, E. (2022). Different sources of mesenchymal stem cells for tissue regeneration: a guide to identifying the most favorable one in orthopedics and dentistry applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(11), 6356. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9181542/>
- Bhat, M., Shetty, P., Shetty, S., Khan, F., Rahman, S., & Ragher, M. (2019). Stem Cells and Their Application in Dentistry: A Review. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 11(Suppl 2), S82. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_288_18

- Buduru, S. D., Gulei, D., Zimta, A. A., Tigu, A. B., Cenariu, D., & Berindan-Neagoe, I. (2019). The Potential of Different Origin Stem Cells in Modulating Oral Bone Regeneration Processes. *Cells*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/CELLS8010029>
- Costela-ruiz, V. J., Melguizo-rodríguez, L., Bellotti, C., Illescas-montes, R., Stanco, D., Arciola, C. R., & Lucarelli, E. (2022). Different Sources of Mesenchymal Stem Cells for Tissue Regeneration: A Guide to Identifying the Most Favorable One in Orthopedics and Dentistry Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(11). <https://doi.org/10.3390/IJMS23116356>
- Huang, X., Li, Z., Liu, A., Liu, X., Guo, H., Wu, M., Yang, X., Han, B., & Xuan, K. (2021). Microenvironment Influences Odontogenic Mesenchymal Stem Cells Mediated Dental Pulp Regeneration. *Frontiers in Physiology*, 12(April), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.656588>
- Kim, D., Lee, A. E., Xu, Q., Zhang, Q., & Le, A. D. (2021). Gingiva-Derived Mesenchymal Stem Cells: Potential Application in Tissue Engineering and Regenerative Medicine - A Comprehensive Review. *Frontiers in Immunology*, 12, 667221. <https://doi.org/10.3389/FIMMU.2021.667221>
- Liu, J., Ruan, J., Weir, M. D., Ren, K., Schneider, A., Wang, P., Oates, T. W., Chang, X., & Xu, H. H. K. (2019). Periodontal Bone-Ligament-Cementum Regeneration via Scaffolds and Stem Cells. *Cells 2019, Vol. 8, Page 537*, 8(6), 537. <https://doi.org/10.3390/CELLS8060537>
- Orti, V., Collart-Dutilleul, P. Y., Piglionico, S., Pall, O., Cuisinier, F., & Panayotov, I. (2018). Pulp Regeneration Concepts for Nonvital Teeth: From Tissue Engineering to Clinical Approaches. *Https://Home.Liebertpub.Com/Teb*, 24(6), 419–442. <https://doi.org/10.1089/TEN.TEB.2018.0073>
- Shi, X., Mao, J., & Liu, Y. (2020). Pulp stem cells derived from human permanent and deciduous teeth: Biological characteristics and therapeutic applications. *Stem Cells Translational Medicine*, 9(4), 445. <https://doi.org/10.1002/SCTM.19-0398>
- Sui, B., Chen, C., Kou, X., Li, B., Xuan, K., Shi, S., & Jin, Y. (2019). Pulp Stem Cell–Mediated Functional Pulp Regeneration. *Journal of Dental Research*, 98(1), 27–35. https://doi.org/10.1177/0022034518808754/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0022034518808754-FIG4.JPEG

- Xie, Z., Shen, Z., Zhan, P., Yang, J., Huang, Q., Huang, S., Chen, L., & Lin, Z. (2021). Functional Dental Pulp Regeneration: Basic Research and Clinical Translation. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16).
<https://doi.org/10.3390/IJMS22168991>
- Zakrzewski, W., Dobrzyński, M., Szymonowicz, M., & Rybak, Z. (2019). Stem cells: past, present, and future. *Stem Cell Research & Therapy*, 10(1).
<https://doi.org/10.1186/S13287-019-1165-5>
- Zhang, W., & Yelick, P. C. (2021). Tooth Repair and Regeneration: Potential of Dental Stem Cells. *Trends in Molecular Medicine*, 27(5), 501.
<https://doi.org/10.1016/J.MOLMED.2021.02.005>
- Zhang, X., Caetano, A. J., Sharpe, P. T., Volponi, A. A., All authors, Aav, Ps, & Aav. (2022). Oral stem cells, decoding and mapping the resident cells populations. *Biomaterials Translational*, 3(1), 24.
<https://doi.org/10.12336/BIOMATERTRANSL.2022.01.004>
- Zhou, L. L., Liu, W., Wu, Y. M., Sun, W. L., Dörfer, C. E., & Fawzy El-Sayed, K. M. (2020). Oral Mesenchymal Stem/Progenitor Cells: The Immunomodulatory Masters. *Stem Cells International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1327405>