



CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA

CIÊNCIA E ENDODONTIA PARA ODONTOLOGIA PEDIÁTRICA: UMA REVISÃO NARRATIVA

SCIENCE AND ENDODONTICS FOR PEDIATRIC DENTISTRY: A NARRATIVE REVIEW

Irving Pablo Fernandez Calle¹, Jenny Claudia Apaza Cayo², Carla Barrios Malaga³, Eva Fernández Coca⁴,
 Marivel Irene Condori Escobar⁵, Edwin Macias Limachi⁶, Abigail Marisol Vargas Ticona⁷

e585563

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i8.5563>

RECIBIDO: 22/06/2024

APROBADO: 22/07/2024

PUBLICADO: 05/08/2024

RESUMEN

El campo de la endodoncia está en constante evolución y la investigación se centra en el desarrollo de técnicas y materiales innovadores para proteger los tejidos periapicales. La técnica LSTR (Estilización y Reparación de Lesiones y Tejidos) se ha mostrado prometedora para eliminar lesiones y reparar tejidos dentales, pero su eficacia y seguridad aún no están claras. Este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad del LSTR en el seguimiento a largo plazo en el tratamiento de lesiones pulpares parciales o totales en dientes primarios, comparándolo con otras técnicas de endodoncia. La metodología fue una búsqueda electrónica en las bases de datos de PubMed, LILACS y Scopus de publicaciones en inglés desde 2010 hasta el 15 de julio de 2024, de las cuales se seleccionaron 20 artículos referentes al tema. Los resultados mostraron que los materiales biológicos desempeñan un papel crucial en la regeneración y revascularización de los tejidos pulpares, destacando el potencial de las células madre en estas terapias. Conclusión: Las células madre SHED, DPSC, SCAP y PDLSC son prometedoras en la medicina regenerativa y la ingeniería de tejidos, y el uso de biomateriales debe continuar siendo una terapia basada en evidencia científica para el tratamiento de terapias pulpares en odontopediatría.

PALABRAS CLAVE: Endodoncia. Odontopediatría. LSTR.

RESUMO

O campo da endodontia está em constante evolução e a investigação centra-se no desenvolvimento de técnicas e materiais inovadores para proteger os tecidos periapicais. A técnica LSTR (*Lesion and*

¹ Cursarte Doctorado en Ciencias Odontológicas. Maestría en Ortodoncia. Maestría en Farmacología Clínica. Especialidad en Endodoncia Clínica. Diplomado en Farmacología Odontológica. Diplomado en Farmacología General, Farmacología y Atención Farmacéutica, Educación Superior, Educación Superior por Competencias. Docente, Maestría en Ortodoncia, Universidad Técnica de Oruro, Sub Sede La Paz. Docente y jefe de clínicas, Especialidad en endodoncia, Universidad Técnica de Oruro, Sub Sede La Paz. Docente y jefe de clínicas, Diplomado en endodoncia, Universidad Pública de El Alto. Docente, Especialidad en endodoncia, Universidad Nacional "Siglo XX". Gerente General, Clínica dental Titanium, Oruro, Bolivia.

² Especialidad en Odontopediatría. Odontóloga, Clínica Privada Salud Dental, El Alto - La Paz, Bolivia.

³ Cursarte Especialidad en Endodoncia Clínica. Diplomado en Odontopediatría. Diplomado en Endodoncia. Odontóloga, Clínica Privada, Oruro, Bolivia.

⁴ Cursarte Maestría en Odontopediatría. Especialista en Cirugía Bucal. Diplomado en Imagenología Maxilofacial. Diplomado en educación superior. Especialista en Cirugía Bucal, Clínica Privada, Llalagua, Bolivia.

⁵ Maestría en Salud Pública. Maestría en Ortodoncia. Responsable Municipal de Odontología, Municipio de Viacha, Ministerio de Salud y Deportes. Odontóloga, Centro de Salud Integral, Viacha- La Paz, Bolivia.

⁶ Especialidad Clínica en Odontopediatría. Cursarte Especialidad en Endodoncia Clínica. Diplomado en Odontología del Bebe y Pacientes con Discapacidad. Diplomado en educación superior. Diplomado en residencia Safci. Coordinador de Odontología, Red 6, municipio de Achocalla, Sedes La Paz. Odontólogo, Centro de Salud con Internación, Achocalla- La Paz, Bolivia.

⁷ Maestría en Endodoncia. Diplomado en Operatoria y Estética Dental. Diplomado en Educación Superior. Diplomado en Educación Superior en Estomatología. Docente de pregrado, Universidad de Aquino Bolivia, La Paz Bolivia. Docente postgrado en Endodoncia, Universidad Pública de El Alto. Docente postgrado en Endodoncia, Universidad Nacional "Siglo XX".



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Tissue Styling and Repair) tem se mostrado promissora na remoção de lesões e na reparação de tecidos dentários, mas sua eficácia e segurança permanecem obscuras. Este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia do LSTR no acompanhamento em longo prazo no tratamento de lesões pulpares parciais ou totais em dentes decíduos, comparando-o com outras técnicas endodônticas. A metodologia foi uma busca eletrônica nas bases de dados PubMed, LILACS e Scopus de publicações em inglês no período de 2010 a 15 de julho de 2024, das quais foram selecionados 20 artigos referentes ao tema. Os resultados mostraram que os materiais biológicos desempenham um papel crucial na regeneração e revascularização dos tecidos pulpares, destacando o potencial das células estaminais nestas terapias. Conclusão: As células-tronco SHED, DPSC, SCAP e PDLSC são promissoras na medicina regenerativa e na engenharia de tecidos, e o uso de biomateriais deve continuar a ser uma terapia baseada em evidências para o tratamento de terapias pulpares em odontopediatria.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia. Odontopediatria. LSTR.

ABSTRACT

The field of endodontics is constantly evolving, and research is focused on the development of innovative techniques and materials to protect periapical tissues. The LSTR (Lesion and Tissue Stylization and Repair) technique has shown promise in removing lesions and repairing dental tissues, but its efficacy and safety are still unclear. This study aims to evaluate the effectiveness of LSTR in long-term follow-up in the treatment of partial or total pulp lesions in primary teeth, comparing it with other endodontic techniques. The methodology was an electronic search in the PubMed, LILACS and Scopus databases for English-language publications from 2010 to July 15, 2024, from which 20 articles referring to the topic were selected. The results showed that biological materials play a crucial role in the regeneration and revascularization of pulp tissues, highlighting the potential of stem cells in these therapies. Conclusion: SHED, DPSC, SCAP and PDLSC stem cells are promising in regenerative medicine and tissue engineering, and the use of biomaterials should continue to be an evidence-based therapy for the treatment of pulp therapies in pediatric dentistry.

KEYWORDS: Endodontics. pediatric dentistry. LSTR.

1 INTRODUCCIÓN

La endodoncia es un campo en constante evolución en los últimos años, y la investigación de esta especialidad se centra en desarrollar técnicas y materiales innovadores para proteger el tejido perirradicular (Cintra *et al.*, 2021). La técnica de Esterilización y Reparación de Lesiones y Tejidos (LSTR) ha demostrado ser efectiva en la eliminación de lesiones y la reparación de tejidos dentales. Sin embargo, aún hay muchos aspectos que no están claros sobre la efectividad y seguridad de esta técnica (Singh *et al.*, 2024).

La LSTR es una técnica endodóntica que se centra en la esterilización y reparación de lesiones y tejidos dentales utilizando una mezcla de antibióticos y otras sustancias, se ha utilizado en el tratamiento de lesiones pulpar total y parcial en dientes primarios (Agarwal *et al.*, 2019). Sin embargo, la literatura sobre esta técnica es limitada, y se necesitan más estudios para evaluar su efectividad y seguridad, puede ser una técnica efectiva para eliminar lesiones y reparar tejidos dentales, pero su uso es limitado debido a la falta de información de la actividad celular de sus componentes (Castro *et al.*, 2023).

Se han publicado varios estudios sobre la LSTR, pero estos estudios han sido limitados por la pequeña muestra de pacientes y la falta de seguimiento a largo plazo. (Sain *et al.*, 2018), también existe



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

variantes de la pasta para esta técnica como la pasta CTZ que contiene en su composición cloranfenicol, tetraciclina, óxido de zinc y eugenol (Manes Uribe *et al.*, 2023).

En las diferentes técnicas deben tomarse en cuenta que las diferentes pastas y técnicas deben ser biocompatibles, tomar en cuenta los microorganismos presentes y el grado de reparación tisular en las piezas dentales primarias al momento de elegir una terapéutica determinada (Garrocho-Rangel *et al.*, 2021). Comparación de la LSTR con otras técnicas endodónticas.

El estudio busca evaluar con base en publicaciones con base científica la efectividad a largo plazo de la LSTR en el tratamiento pulpar de parcial o total en piezas primarias con el objetivo de conocer la relación de los materiales usados en las diferentes técnicas y su relación con la revascularización y regeneración pulpar. La justificación para este estudio es que no hay suficiente información disponible sobre la seguridad y eficacia a largo plazo de la LSTR, lo que puede llevar a un uso inapropiado o exceso en algunos casos.

Se realizó una revisión narrativa de la técnica LSTR, los materiales de esta técnica, también sobre el comportamiento de la pulpa dental en cuanto a la revascularización y regeneración pulpar, otras técnicas y materiales. La revisión bibliográfica se realizó con palabras clave y uso de bases de datos de PubMed, LILACS y Scopus de publicaciones en inglés. Esperando comprender mejor la técnica LSTR su aplicación y limitaciones.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Esterilización de lesiones y reparación de tejidos (LSTR)

Técnica endodóntica desarrollada en la Universidad por Hoshino en el año 1990 y lo popularizó Takushige (Metronidazol, Ciprofloxacina, Minociclina, Macrogol y Propilenglicol), con la principal característica de la ausencia de instrumentación o una instrumentación mínima con el uso de una mezcla de antibióticos en un vehículo de propilenglicol, con la noción de “no lo quites ni lo toques y déjalo” para la reparación mediante mecanismos de defensa naturales del huésped (Sain *et al.*, 2018), en algunas publicaciones se hace mención de que en esta técnica se usa NaClO para detener la hemorragia (Singh *et al.*, 2024).

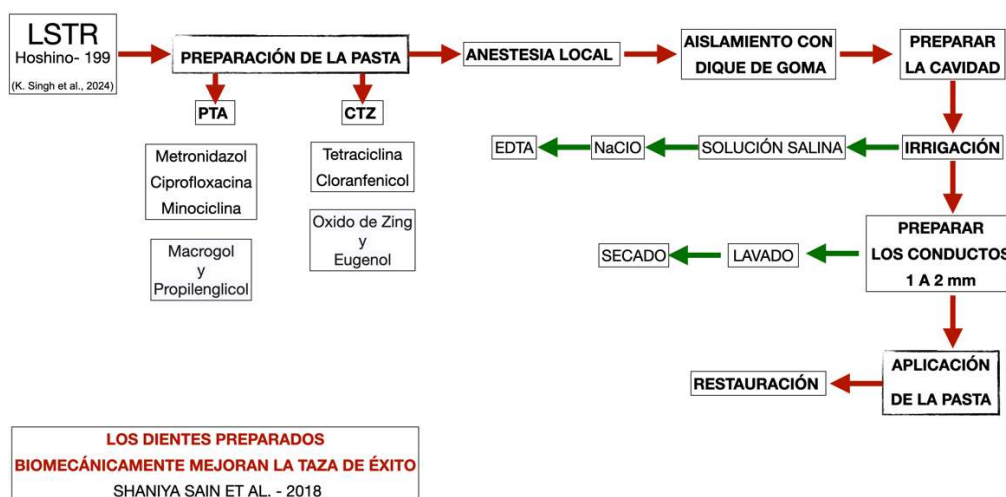
En la técnica LSTR también se usa la pasta CTZ (Tetraciclina, Cloranfenicol, Oxido de Zinc y Eugenol), es utilizada para el tratamiento pulpar esta es una variante de la pasta triantibiótica se usa en molares primarios, está compuesta por cloranfenicol, tetraciclina, óxido de zinc y eugenol, ha demostrado ser efectiva en el alivio de la sintomatología infecciosa, la integridad dental y periodontal, y la reparación tisular a nivel de la furca y del periápice (Manes Uribe *et al.*, 2023).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Figura 1. Técnica LSTR, orden de la aplicación de la técnica en dientes primarios



Fuente: Elaboración propia para el artículo

La investigación comparativa de dos concentraciones de pasta de antibiótico triple modificado (MTAP) para la técnica LSTR, en este estudio, se compararon las concentraciones de 1 mg/ml y 1 g/ml de (MTAP) es una combinación de ciprofloxacino, metronidazol y clindamicina, utilizada en el tratamiento de lesiones en molares primarios, la diferencia principal fue la concentración de los antibióticos los resultados fueron similares (Shankar *et al.*, 2021).

La técnica LSTR presenta prometedores resultados clínicos por esta razón en el 2019 en India se realiza una revisión sistemática para comparar los resultados de la pasta triantibiótica y otro compuesto usado por años el Vitapex el cual contiene hidróxido de calcio, yodoformo y aceite de silicona, resultado de este estudio éxitos similares con ambas sustancias (Agarwal *et al.*, 2019).

2.2. Comparación de la LSTR con otras técnicas

En un ensayo controlado aleatorizado de 36 meses en el 2023 de la pasta de óxido de zinc y eugenol y la pasta tri-antibiótica como resultado tubo mayor éxito clínico la técnica clínica en la cual se utilizó la pasta de zinc y eugenol (Castro *et al.*, 2023).

En el 2020 se publicó una revisión sistemática y metaanálisis el cual buscaba la evidencia clínica e imagenológica de la técnica LSTR y una pulpectomía en dientes primarios los resultados evaluados por el esquema GRADE fueron muy bajos en qué tipo de enfoque clínico debe aplicarse (Duarte *et al.*, 2020).

2.3. Reparación pulpar

Z.L. Zhang Li, et al. en su publicación en el 2021 da una clara explicación sobre la regeneración (inducción de la formación de nuevos tejidos pulpares a partir de células madre DPSCs, se diferencian en odontoblastos, fibroblastos y otros tipos celulares necesarios para la formación de un tejido pulpar



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

funcional, después de eliminar el tejido pulpar dañado o necrótico para crear un ambiente propicio para la regeneración) y la revascularización pulpar (limpieza del conducto, promover hemorragia controlada que atraer células madre y factores de crecimiento, el coágulo sanguíneo actúa como un andamio para la migración y proliferación celular, así como para la formación de dentina reparativa), indicando que son procesos distintos y complejos que implican la restauración de tejidos pulpares dañados o necróticos en el diente (Xie *et al.*, 2021).

Sh Saki en el 2021 nos explica la respuesta proinflamatoria y antiinflamatoria en la regeneración pulpar es un proceso complejo que implica una serie de eventos fisiológicos, todo empieza por las toxinas bacterianas en los túbulos dentinarios estimulando las terminaciones nerviosas sensoriales intratubular, los macrófagos reciben señales de un fenotipo M1 mediante IL-1a e IFN- δ , los fibroblastos de la pulpa activan el complemento C3b para mediar la fagocitosis de las toxinas bacterianas por parte de los macrófagos M1 y contribuyen al cambio de la población de macrófagos a fenotipos M2, esta estimulación en cascada señala el cambio de antiinflamatorio hacia la remodelación y reparación de los tejidos, la estimulación de los odontoblastos para secretar CCL2, se libera CGRP al mismo tiempo por las terminaciones nerviosas simpáticas, la disminución del estímulo nocivo hace que los macrófagos cambie al fenotipo M2 por la acción de IL-10 e IL-4, formando dentina reparadora como indicación de una homeostasis antiinflamatoria y pro-regenerativa (Zaky *et al.*, 2021).

Diana B. Sequeira en su publicación del 2023 nos explica que los andamios utilizados en la regeneración dentino-pulpar proporcionar un entorno tridimensional para las células, para ser efectivos en el proceso de regeneración deben tener; porosidad y permeabilidad (facilitar la migración celular y el ingreso de nutrientes), biocompatibilidad y biodegradabilidad (evita respuesta inmunológica adversa), propiedades físicas y mecánicas (tener la resistencia física y mecánica para soportar las fuerzas en el entorno oral) (Sequeira *et al.*, 2023).

Jielin Zou en el 2022 nos señala que si bien las celas madres y un correcto andamio son necesarios para la regeneración pulpar también se necesitan marcadores, moléculas de señalización y de activación como Wnt/ β -catenina y BMP/Smad que desempeñan el papel de migración de las células madre, la proliferación, la diferenciación odontoblástica y la regeneración de los nervios y los vasos sanguíneos (Zou *et al.*, 2022).

Las células madre SHED (células madre de dientes deciduos exfoliados humanos), DPSC (células madre de la pulpa dental), SCAP (células madre de la papila apical) y PDLSC (células madre del ligamento periodontal) son tipos de células madre derivadas de diferentes regiones de los dientes y presentan algunas diferencias: SHED (proliferación y diferenciación celular en odontoblastos, osteoblastos, adipocitos, condrocitos y neuronas, marcadores: CD146, CD73, CD90, CD105, STRO-1, CD29, CD44, CD166, CD13, CD271), DPSC (capacidad de autorrenovarse y diferenciarse odontoblastos, osteoblastos, condrocitos, adipocitos y neuronas, prometedoras en medicina regenerativa y terapias de ingeniería de tejidos, marcadores: CD29, CD44, CD73, CD90, CD105, CD146, STRO-1, nestina), SCAP (potencial regenerativo y capacidad de diferenciación en varios tipos de células dentales y periodontales, marcadores: CD24, CD29, CD44, CD73, CD90, CD105, CD146,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

STRO-1), PDLSC (diferenciarse en diversos tipos celulares y participan en la regeneración de tejidos periodontales, reparación de estructuras dentales, marcadores: CD29, CD44, CD73, CD90, CD105, CD146, STRO-1, CD24) (Shi *et al.*, 2020).

2.4. Antibióticos, receptores moleculares y actividad

El metronidazol antibiótico para infecciones por bacterias anaeróbicas y protozoos se absorbe por vía oral con una biodisponibilidad del 100%, se distribuye por tejidos y fluidos corporales, líquido cefalorraquídeo, la saliva, la bilis, el líquido seminal y el tejido óseo, se metaboliza en el hígado por oxidación, formando metabolitos activos, eliminado vía renal (Smilack, 1999). Actúa interfiriendo el ADN y la síntesis de proteínas, lo que lleva a la muerte de las bacterias, actúa en el citoplasma, a nivel molecular se une a los ácidos a través de su forma activa, que es un radical libre (el radical libre se forma dentro de la bacteria mediante la reducción del grupo nitro del metronidazol por enzimas bacterianas específicas en un ambiente anaeróbico). El daño colateral molecular se provoca por interactuar con el ADN bacteriano de manera no selectiva, también se metaboliza en formas reactivas de oxígeno dentro de las células liberando radicales libres causando estrés oxidativo (Jeske, 2024).

El ciprofloxacino se absorbe bien por vía oral y su biodisponibilidad es alta, se distribuye ampliamente en tejidos y fluidos corporales, metabolismo en el hígado y se elimina en la orina. Actúa inhibiendo la enzima ADN girasa y la topoisomerasa IV, esenciales para la replicación y reparación del ADN de la bacteria (Shariati *et al.*, 2022). Al unirse al ADN girasa se forman complejos estables con el ADN girasa, impidiendo su función normal. La topoisomerasa IV específicamente a la subunidad A de esta enzima bacteriana esencial para la separación de las hebras de ADN durante la replicación, el ciprofloxacino inhibe la capacidad de la enzima para desenrollar y separar las hebras de ADN durante la replicación (Badawy *et al.*, 2021).

La minociclina es un antibiótico de la clase de las tetraciclinas, se absorbe bien por vía oral y alcanza concentraciones plasmáticas máximas en aproximadamente 1-4 horas, se distribuye en tejidos y fluidos corporales, incluidos huesos, pulmones, hígado, riñones y líquido cefalorraquídeo (Singh *et al.*, 2021), se elimina a través de la bilis y la orina, tanto en forma activa como inactiva, inhibiendo a la subunidad 30S del ribosoma bacteriano, ejerce un efecto bacteriostático. Se ha sugerido que la minociclina y otras tetraciclinas pueden afectar la función mitocondrial en las células humanas, también tiene importantes propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y anti-apoptóticas (Romero-Miguel *et al.*, 2021).

La tetraciclina y el cloranfenicol tienen una interacción positiva al ser sinérgica, actúan inhibiendo la síntesis de proteínas en las bacterias, la tetraciclina se une a la subunidad 30S del ribosoma bacteriano y el cloranfenicol inhibe la subunidad 50S. La tetraciclina puede causar toxicidad a nivel celular al interferir con la síntesis de proteínas en las mitocondrias, lo que puede llevar a disfunción mitocondrial y estrés oxidativo, en niños y mujeres embarazadas, puede causar daño en los dientes y huesos en crecimiento debido a su capacidad de unirse al calcio y formar complejos insolubles. El cloranfenicol puede causar supresión de la médula ósea, lo que resulta en anemia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

aplásica, agranulocitosis y trombocitopenia, en la inhibición de la síntesis de proteínas en las células sanguíneas (Figuroa-Banda *et al.*, 2022).

2.5. Medicación clásica

El eugenol es un compuesto fenólico se absorbe principalmente a través de la mucosa oral y gastrointestinal, se metaboliza principalmente en el hígado, tiene propiedades antiinflamatorias al inhibir la producción de mediadores inflamatorios, como las prostaglandinas y las citoquinas, tiene como receptores TRPV1 (receptor potencial de vaniloide tipo 1) y TRPA1 (receptor potencial ankyrin 1) en las terminaciones nerviosas sensoriales (Jeske, 2024).

El Hidróxido de calcio, Paramonoclorofenol alcanforado, formocresol diluido y otosporin, fueron probadas en diferentes concentraciones para evaluar su toxicidad en las células madre de la pulpa dental. Al sembrarse las células madre de la pulpa de dientes permanentes humanos en una placa de cultivo a una concentración de $1,5 \times 10^4$, con las células durante 2 horas. El Hidróxido de Calcio y Otosporin fueron las sustancias menos tóxicas para las células madre de la pulpa y el Paramonoclorofenol alcanforado y Formocresol diluido fueron letales en todas las concentraciones evaluadas (Miura *et al.*, 2010).

2.6. Soluciones para irrigación de conductos

La irrigación en el tratamiento de endodoncia se utiliza agua destilada (inerte no es un desinfectante endodóntico adecuado, tiene un efecto de enjuague eficaz), solución salina (inerte elimina residuos del instrumento y bacterias planctónicas), hipoclorito de sodio es un irrigante activo (efectivo en la eliminación de tejido pulpar necrótico y desechos orgánicos, tiene una acción antibacteriana de amplio espectro y puede reducir significativamente las bacterias intracanales, es un agente lubricante, blanqueador sobre la sangre y la dentina teñida de sangre y acción del disolvente tisular), EDTA al 17% es un quelante, la clorhexidina no es superior al NaClO en la eliminación del *Enterococcus faecalis* (Gomes *et al.*, 2023).

La concentración necesaria de hipoclorito de sodio (NaOCl) para eliminar de manera efectiva *Enterococcus faecalis* de los túbulos dentinarios es NaOCl al 5.25%, la irrigación más efectiva para eliminar *E. faecalis* fue con NaOCl al 5.25% durante 40 minutos, mientras que las concentraciones al 1.3% y 2.5% durante el mismo intervalo de tiempo resultaron ineficaces. Esto sugiere que se requiere una alta concentración y un tiempo prolongado de exposición al NaOCl para eliminar de manera efectiva la contaminación de *E. faecalis* en la dentina (Retamozo *et al.*, 2010).

2.7. Biocerámicos

La fisiología de los cementos de reparación debe ser biocompatibles, es decir, no causar irritación ni reacciones adversas en los tejidos, capacidad de sellar herméticamente para prevenir la filtración de bacterias y fluidos orales, pueden estar expuestos a cambios de pH, temperatura y presencia de saliva, lo que puede afectar su comportamiento en la cavidad oral (Dong; Xu, 2023).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Los biocerámicos a base de silicato de calcio como los di-silicatos o tri-silicatos, o cementos hidráulicos como el mineral trióxido agregado (MTA), materiales con biocompatibilidad y bioactividad, interactúan a nivel celular y molecular a través de receptores específicos en la superficie de las células, como receptores de calcio y receptores de integrina, que pueden desencadenar vías de señalización intracelular, modulan la liberación y actividad de factores de crecimiento, como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) o el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β) (Song *et al.*, 2021).

2.8. Microbiología de los dientes primarios

En las infecciones de dientes primarios como la necrosis, pulpitis reversible y pulpitis irreversible, la fisiopatología involucra la presencia y proliferación de bacterias en la pulpa dental, lo que desencadena diferentes respuestas inflamatorias y daño tisular. Necrosis pulpar (*Enterococcus faecalis*, *Porphyromonas gingivalis* y *Prevotella intermedia*), pulpitis reversible (*Streptococcus mutans*, *Lactobacillus spp.*, *Actinomyces spp.*) y pulpitis irreversible (*Fusobacterium nucleatum*, *Treponema denticola* y *Tannerella forsythia*) (Ureña, 2002).

La fisiopatología de *Streptococcus faecalis* en los dientes primarios implica su capacidad para interactuar con receptores específicos en las superficies dentales (proteínas de la matriz extracelular, glicoproteínas y carbohidratos), lo que puede influir en su capacidad de adherencia, colonización y patogenicidad, para poder realizar estudios con *Streptococcus faecalis* aislados de dientes primarios, OG1RF y V583 son las cepas más comúnmente utilizadas (Schaffer *et al.*, 2023).

3 METODOLOGÍA O MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos de PubMed, LILACS y Scopus de publicaciones en inglés desde el 2010 inicio hasta el 15 de julio de 2024. Las palabras clave relacionadas incluían "Lesion Sterilization Tissue Repair", "pulp regeneration", "pulp regeneration AND primary teeth", "Antibiotics OR tissue activity AND stem cells OR specific markers", "ciprofloxacin molecular receptors", "tetracycline AND chloramphenicol", "microbiology AND pediatric dentistry AND endodontics", "bioceramics in pediatric dentistry" y "cellular toxicity AND paramonochlorophenol AND formocresol". Sin embargo, debido al alcance de esta búsqueda, se llevó a cabo una revisión narrativa integral de amplio alcance de la endodoncia en odontopediatría, farmacología para entender la actividad de los receptores moleculares de cada sustancia y compuesto aplicado a los tratamientos de pulpotomía y pulpectomía en niños, basada en evidencia científica. Para este fin se realizaron las preguntas PICO (Patient, Intervention, Comparison, Outcome), **P**: Paciente: Niños y adolescentes con necesidad de tratamiento endodóncico, **I**: Intervención: La aplicación de técnicas y protocolos de endodoncia en odontopediatría, incluyendo el uso de materiales y equipos especializados para tratar las infecciones y lesiones dentales en niños y adolescentes, **C**: Comparación: La comparación con la falta de aplicación de Biomateriales y protocolos biológicos de endodoncia en odontopediatría y **O**: Outcome: El éxito por medido de parámetros de revascularización o regeneración pulpar.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Se encontraron 315 artículos con ayuda de los tres buscadores seleccionados y con el uso de las palabras clave, de toda la bibliografía recabada con base en las preguntas PICO se seleccionaron 20 artículos directamente relacionados con el objetivo de investigación. A continuación, se presenta los puntos más importantes de la investigación.

De acuerdo con SH Zaky *et al.*, (2021) y Zhuo Xie *et al.*, (2021), el proceso inflamatorio en la pulpa dental comienza típicamente en respuesta a estímulos nocivos, como la introducción de toxinas bacterianas como ser: endotoxinas, exotoxinas, ácidos orgánicos y productos de degradación bacteriana, a través de los túbulos dentinarios. Estos estímulos desencadenan una serie de eventos que activan la respuesta proinflamatoria en la pulpa, incluyendo la liberación de mediadores inflamatorios y la migración de células del sistema inmunitario al área afectada como ser: prostaglandinas (mediadores lipídicos a partir de ácidos grasos), citoquinas (IL, TNF-alfa y GM-CSF), factores de crecimiento (TGF-beta y PDGF), histaminas y el factor de activación plaquetaria (PAF). Si la inflamación no es controlada o si los estímulos nocivos persisten, la pulpa dental puede experimentar una degeneración que eventualmente puede llevar a la necrosis pulpar mediante los siguientes mediadores: metaloproteinasas de matriz (MMPs), radicales libres de oxígeno, citocinas pro-inflamatorias, factores de crecimiento desregulados y productos de degradación tisular. Por otro lado, si la respuesta inflamatoria es controlada y los estímulos nocivos son eliminados, la pulpa dental puede entrar en una etapa de regeneración. Durante esta fase, se activan mecanismos de reparación y regeneración (formación de dentina reparativa, activación de células madre, angiogénesis, modulación de la respuesta inflamatoria, remodelación de la matriz extracelular, participación de factores de crecimiento y citoquinas). Todo empieza con la liberación de “neuropéptidos, como (CGRP), secretadas capsaicinas en la pulpa dental (promueven la proliferación de células endoteliales y fibroblastos) y actuando como moléculas de señalización para el fenotipo antiinflamatorio de macrófagos M2”, luego se activa el “factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) que estimula la proliferación celular, la angiogénesis y la formación de tejido conectivo”, luego la “interleucina-4 (IL-4) que promueve la polarización de los macrófagos hacia un fenotipo reparador (M2)”, en cambio, la “interleucina-10 (IL-10) inhibe la producción de citocinas pro-inflamatorias” y finalmente se activa el “factor de crecimiento transformante beta (TGF-β): Mediador con propiedades antiinflamatorias y pro-regenerativas que modula la respuesta inmune y promueve la formación de tejido conectivo durante la regeneración pulpar”.

En los estudios de Shaniya Sain *et al.*, (2018), Manes Uribe *et al.*, (2023), Canta, Kartikeya *et al.*, (2018), señalan que la técnica LSTR que fue acuñada por Hoshino en 1990, indiferentemente de la preparación de la pasta antibiótica (PTA, CTZ) debe prepararse antes de atender al paciente, luego debe realizarse el control del dolor con anestésico local, aislamiento absoluto no parcial, preparación de la cavidad, irrigación (solución salina, NaClO y EDTA), debe prepararse los conductos de 1 a 2 mm



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

y aplicación de la pasta, la instrumentación del conducto en toda la longitud de trabajo mejora el éxito del tratamiento. Según las publicaciones de Smital *et al.*, (2019), Marcus Castro *et al.*, (2023), Karthika Shankar *et al.*, (2021), Maysa Lannes Duarte *et al.*, (2021), Arturo Garrocho-Rangel *et al.*, (2021), esta técnica fue comparada en estudios clínicos, casos control y estudios in-vitro sin encontrar resultados que relevantes que indiquen que sea mejor a otras técnicas ya existentes y otros materiales (ZOE, VITAPEX).

En las investigaciones de Xin Shi (2019) y Jieli Zou *et al.*, (2022), nos explica que las células madre participan activamente en la regeneración y la revascularización de la cámara pulpar. En la regeneración Pulpar participan las células madre: Stem Cells from the Apical Papilla (SCAP) “Las células madre de la papila apical”, Dental Pulp Stem Cells (DPSC) “Las células madre de la pulpa” y las Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous Teeth (SHED) “Las células madre de los dientes temporales”. En la revascularización Pulpar participan las células madre: Periodontal Ligament Stem Cells (PDLSC) “Las células madre del ligamento periodontal”, Stem Cells from the Apical Papilla (SCAP) y las Dental Pulp Stem Cells (DPSC). De acuerdo con Diana B. Sequeira *et al.*, (2023), las células madre necesitan de andamios para una regeneración o revascularización y estos a la vez necesitan diversos materiales para poder consolidarse como ser los siguientes: andamios de matriz extracelular (ECM) de celularizados (regeneración y revascularización), andamios de hidrogeles bioactivos (regeneración y revascularización), andamios de fosfato tricálcico y silicato de calcio (regeneración), andamios de polímeros biodegradables (regeneración) y andamios de colágeno (regeneración).

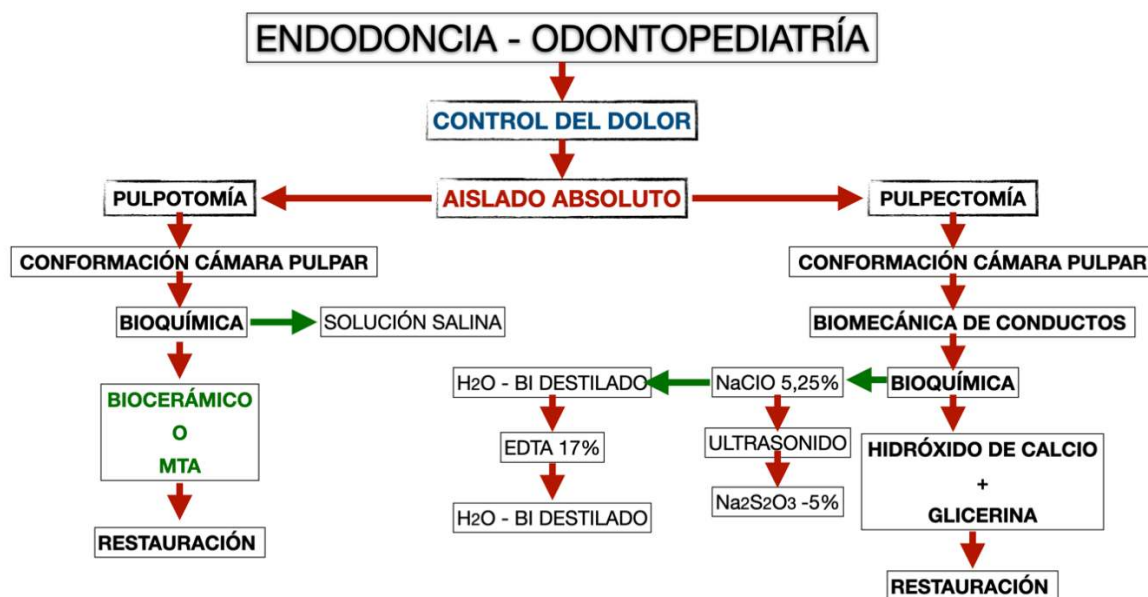
En las publicaciones de Shariati *et al.*, (2022), Figueroa-Banda *et al.*, (2022), Jeske A, (2024) y Karthika Shanka *et al.*, (2021), sobre los antibióticos que hacen parte de las pastas (PTA, CTZ) de la técnica LSTR, no se hacen referencia si estos fármacos tienen relación con los mediadores celular de la inflamación y reparación celular o participan en la activación de células madre o la formación de andamios para la revascularización o regeneración pulpar, por lo contrario, cada uno de los fármacos tienen reacciones adversas. Si bien hay otras sustancias como (paramonoclorofenol alcanforado, yodoformo, formocresol), estas producen daño tisular por ser tóxicos como lo demuestra las investigaciones de Jeske, (2024) y Miura *et al.*, (2010).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Figura 2. Algoritmo de tratamiento endodóntico en odontopediatría



Fuente: Elaboración propia para el artículo

Según las investigaciones de Dong & Xu, (2023) y Song *et al.*, (2021), el uso de materiales biocerámicos para la regeneración y revascularización pulpar es viable, ya que al ser biomateriales estos si tienen actividad sobre los mediadores de la reparación pulpar y también forman parte de la formación de andamios, al ser sustancias que van a ser parte del proceso de reparación del tejido por la liberación de alcalinidad, formación de carbonato cálcico y estimulación de creación de hidroxiapatita lo que contribuye a los tratamientos de pulpotomía y pulpectomía en piezas primarias, también puede aún tener más éxito en una terapia con uso de plasma rico en plaquetas para pulpotomías en piezas permanentes.

1.	Título: LESION STERILIZATION AND TISSUE REPAIR–CURRENT CONCEPTS LESION STERILIZ
	Autor: Shaniya Sain et al.
	Objetivo: Revisar los conceptos y prácticas actuales de Lesion Sterilization and Tissue Repair (LSTR).
	Población: No aplica, ya que se trata de una revisión de conceptos y prácticas.
	Resultado: Se presentan los conceptos actuales de LSTR, sus indicaciones, contraindicaciones y el procedimiento detallado.
	Conclusión: LSTR destaca como una opción para aumentar la longevidad de los dientes deciduos de un niño joven al eliminar bacterias de los conductos radiculares, esterilizar la lesión y promover la reparación y regeneración del tejido.
	País: India
	Estudio: Revisión (Review Article)
	Referencias: 12 referencias.
2.	Título: TÉCNICA LSTR CON PASTA CTZ PARA EL TRATAMIENTO DE LA NECROSIS PULPAR EN MOLARES PRIMARIOS. REPORTE DE CASO
	Autor: Manes Uribe C, et al.
	Objetivo: fue reportar el uso de la pasta CTZ en el tratamiento de este caso específico.
	Población: paciente de 9 años con un segundo molar primario afectado por necrosis pulpar y absceso periodontal agudo.
	Resultado: mejoría clínica y radiográfica significativa después de 8 meses de tratamiento, con la lesión de caries activa y cavitada siendo tratada exitosamente
	Conclusión: la técnica LSTR con la pasta CTZ fue efectiva en el tratamiento de la necrosis pulpar y el absceso periodontal agudo en el segundo molar primario de la paciente.
	País: Colombia.
	Estudio: Reporte de caso.
	Referencias: 9 referencias
3.	Título: LESION STERILIZATION TISSUE REPAIR: A REVIEW
	Autor: Canta, Kartikeya, et al.
	Objetivo: Discutir los diversos aspectos de la esterilización de lesiones y reparación de tejidos (LSTR) en dientes temporales con lesiones pulpar-periapicales.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Población: dientes primarios con lesiones pulpar-periapicales.		
Resultado: Destaca los beneficios y limitaciones del LSTR, incluida su capacidad para erradicar bacterias patógenas, promover la regeneración de tejidos y minimizar el tiempo de deposición.		
Conclusión: Según la literatura disponible actualmente, se puede decir que la terapia LSTR, que implica el uso de pasta de 3 mezclas, ha sido eficaz en el tratamiento de dientes primarios comprometidos con lesiones pulpar-periapicales.		
País: USA		
Estudio: Artículo de revisión		
Referencias: 13 referencias		
4.	Título: EVALUATION OF SUCCESS RATE OF LESION STERILIZATION AND TISSUE REPAIR COMPARED TO VITAPEX IN PULPALLY INVOLVED PRIMARY TEETH: A SYSTEMATIC REVIEW	
Autor: Smital R. et al.		
Objetivo: Comparar la tasa de éxito de la esterilización de lesiones y reparación de tejidos (LSTR) y Vitapex para dientes primarios con afectación pulpar en términos de resultados clínicos y radiográficos.		
Población: niños entre el grupo de edad de 3 a 10 años con dientes primarios pulparmente afectados.		
Resultado: LSTR y Vitapex mostraron tasas de éxito clínico similares a los 6 y 12 meses. Las tasas de éxito radiológico fueron comparables a los 6 meses, pero algunos estudios mostraron tasas de éxito más bajas para Vitapex a los 12 meses.		
Conclusión: Según datos limitados, LSTR parece ser tan eficaz como Vitapex para el tratamiento de molares primarios pulparmente afectados. Se necesitan más estudios con periodos de seguimiento más prolongados.		
País: India		
Estudio: Revisión sistemática		
Referencias: 24 referencias		
5.	Título: LESION STERILIZATION AND TISSUE REPAIR WITH CHLORAMPHENICOL, TETRACYCLINE, ZINC OXIDE/EUGENOL PASTE VERSUS CONVENTIONAL PULPECTOMY: A 36-MONTH RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL	
Autor: Marcus Castro. et al.		
Objetivo: Comparar la efectividad del método LSTR (lesion sterilization and tissue repair) con CTZ paste (chloramphenicol, tetracycline, zinc oxide and eugenol) y pulpectomía con ZOE paste (zinc oxide and eugenol) en el tratamiento de dientes primarios con necrosis pulpar.		
Población: Niños entre los 3 y los 8 años con dientes primarios con necrosis pulpar.		
Resultado: La tasa de éxito clínica al final del estudio (36 meses) fue del 86.4% en el grupo LSTR con CTZ paste y del 90.9% en el grupo pulpectomía con ZOE paste. La tasa de éxito radiográfica al final del estudio fue del 43.2% en ambos grupos.		
Conclusión: Después de 36 meses de evaluación, la efectividad del método LSTR con CTZ paste y la pulpectomía con ZOE paste fue similar para el tratamiento de dientes primarios con necrosis pulpar.		
País: Brasil		
Estudio: ensayo controlado aleatorizado		
Referencias: 30 referencias		
6.	Título: COMPARISON OF MODIFIED TRIPLE ANTIBIOTIC PASTE IN TWO CONCENTRATIONS FOR LESION STERILIZATION AND TISSUE REPAIR IN PRIMARY MOLARS: AN IN VIVO INTERVENTIONAL RANDOMIZED CLINICAL TRIAL	
Autor: Karthika Shankar, et al.		
Objetivo: Comparar la eficacia de dos concentraciones de pasta de antibiótico triple modificado para la esterilización de lesiones y reparación de tejidos en molares primarios.		
Población: Niños de 4 a 10 años con molares primarios cariados		
Resultado: Después de 3 meses, las tasas de éxito clínico fueron del 84.4% y 90.6% para los grupos I y II, respectivamente. La evaluación radiográfica mostró un 78.1% para el grupo I y un 90.6% para el grupo II. Ambas concentraciones de MTAP utilizadas tuvieron tasas de éxito similares sin diferencia estadísticamente significativa.		
Conclusión: Tanto las concentraciones de 1 mg/mL como de 1 g/mL de MTAP utilizadas en la esterilización de lesiones y reparación de tejidos en molares primarios tuvieron tasas de éxito similares sin diferencia estadísticamente significativa.		
País: India		
Estudio: Ensayo clínico aleatorizado		
Referencias: 26 referencias		
7.	Título: IS THERE EVIDENCE FOR THE USE OF LESION STERILIZATION AND TISSUE REPAIR THERAPY IN THE ENDODONTIC TREATMENT OF PRIMARY TEETH? A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSES	
Autor: Maysa Lannes Duarte, et al.		
Objetivo: Evaluar si la técnica de esterilización de lesiones y reparación de tejidos (LSTR) dio lugar a resultados de éxito clínico y radiográfico similares en comparación con la pulpectomía en los dientes primarios.		
Población: Dientes primarios con necrosis pulpar		
Resultado: El metaanálisis no encontró diferencia significativa entre el LSTR y la pulpectomía en términos de éxito clínico y radiográfico. La calidad de la evidencia fue moderada a baja según el esquema GRADE.		
Conclusión: No se pudo confirmar ninguna diferencia entre los enfoques de LSTR y pulpectomía. La calidad de la evidencia fue moderada a baja.		
País: No especificado		
Estudio: Metaanálisis, revisión sistemática		
Referencias: 31 referencias		
8.	Título: LESION STERILIZATION TISSUE REPAIR (LSTR) APPROACH OF NON-VITAL PRIMARY MOLARS WITH A CHLORAMPHENICOL-TETRACYCLINE-ZOE ANTIBIOTIC PASTE: A SCOPING REVIEW	
Autor: Arturo Garrocho-Rangel, et al.		
Número de referencias: 11 artículos incluidos en la revisión sistemática.		
Objetivo: Explorar las aplicaciones clínicas actuales del pasto antibiótico cloranfenicol tetraciclina ZOE (CTZ) como agente de terapia de reparación de lesiones y esterilización tisular (LSTR).		
Población: Dientes primarios con necrosis pulpar		
Resultado: Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre el CTZ y la pulpectomía convencional, los pastos antibióticos y los materiales de llenado intracanal en términos de resultados clínicos, radiográficos, actividad antimicrobiana y biocompatibilidad del tejido periapical.		
Conclusión: El CTZ ha demostrado excelentes tasas de éxito clínico y buenos resultados radiográficos, con efectos antimicrobianos adecuados; sin embargo, su biocompatibilidad ha sido cuestionada. Se recomienda a los odontopediatras		



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

contemporáneos considerar cuidadosamente el pasto CTZ como una alternativa endodóntica para dientes primarios con necrosis pulpar.		
País: No especificado	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 29 referencias
9.	Título: FUNCTIONAL DENTAL PULP REGENERATION: BASIC RESEARCH AND CLINICAL TRANSLATION	
Autor: Z.L. (Zhang Li), et al.		
Objetivo: Resumir los avances en la regeneración pulpar funcional desde la perspectiva de las fuentes celulares aplicables, biomateriales naturales/sintéticos, factores de crecimiento y enfoques regenerativos, así como proponer estrategias optimizadas para la eficiencia y seguridad en la regeneración pulpar		
Población: No aplica		
Resultado: Se presentan avances significativos en la regeneración pulpar funcional, destacando las fuentes celulares, biomateriales y factores de crecimiento utilizados en diferentes enfoques regenerativos		
Conclusión: Se espera que la regeneración pulpar se convierta en una realidad clínica con un impacto significativo en el tratamiento de enfermedades pulpar y periapicales, así como en la regeneración de dientes completos y otros tejidos en el futuro.		
País: China	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 149 referencias
10.	Título: THE ROLE OF INFLAMMATION MODULATION IN DENTAL PULP REGENERATION	
Autor: SH Zaky, et al.		
Objetivo: Explorar el papel de la modulación de la inflamación en la regeneración de la pulpa dental.		
Población: No aplica		
Resultado: Se discute la importancia de la modulación de la inflamación en la regeneración de la pulpa dental, destacando cómo la inflamación puede ser un paso necesario para la salud y regeneración de los dientes.		
Conclusión: A pesar de los avances en la comprensión de la biología pulpar, los enfoques actuales de regeneración pulpar pueden no imitar de manera efectiva el desarrollo original del tejido pulpar. Se destaca la necesidad de seguir investigando para ofrecer alternativas clínicas viables a los tratamientos desvitalizantes actuales.		
País: Estados Unidos	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 65 referencias
11.	Título: SCAFFOLDS FOR DENTIN-PULP COMPLEX REGENERATION	
Autor: Diana B. Sequeira, et al.		
Objetivo: discutir estrategias centradas en andamios para la regeneración del complejo dentinopulpar, resumiendo y evaluando el estado actual de la investigación en este campo.		
Población: No aplica		
Resultado: estudios enfocados en mejorar los andamios naturales y sintéticos para lograr las condiciones necesarias para la regeneración de un complejo dentinopulpar funcional.		
Conclusión: desarrollar una estrategia regenerativa utilizando andamios avanzados, cargados o no con células madre o factores de crecimiento, para estimular la regeneración de la pulpa y la dentina después de lograr un nicho adecuado.		
País: Portugal	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 155 referencias
12.	Título: INFLUENCING FACTORS OF PULP-DENTIN COMPLEX REGENERATION AND RELATED BIOLOGICAL STRATEGIES	
Autor: Jielin Zou, et al.		
Objetivo: Revisar los factores que influyen en la regeneración del complejo pulpa-dentina y analizar estrategias biológicas relacionadas para promover la regeneración del complejo pulpa-dentina.		
Población: No aplica		
Resultado: los factores que influyen son células madre, moléculas de bioseñalización y biomateriales.		
Conclusión: La regeneración del complejo pulpa-dentina depende de dos estrategias: el trasplante de células madre y el andamio de células madre.		
País: China	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 87 referencias
13.	Título: PULP STEM CELLS DERIVED FROM HUMAN PERMANENT AND DECIDUOUS TEETH: BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THERAPEUTIC APPLICATIONS	
Autor: Xin Shi, et al.		
Objetivo: explorar las características biológicas y las aplicaciones terapéuticas de las células madre de pulpa derivadas de dientes humanos permanentes y temporales.		
Población: las células madre de pulpa derivadas de dientes permanentes y temporales en humanos.		
Resultado: la identificación de marcadores celulares, la capacidad de diferenciación de las células, y el potencial terapéutico de estas células en la medicina regenerativa		
Conclusión: comprender las características biológicas de las células madre de pulpa para su aplicación clínica en medicina regenerativa y la ingeniería de tejidos.		
País: China.	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 147 referencias
14.	Título: THE RESISTANCE MECHANISMS OF BACTERIA AGAINST CIPROFLOXACIN AND NEW APPROACHES FOR ENHANCING THE EFFICACY OF THIS ANTIBIOTIC	
Autor: Shariati et al		
Objetivo: Analizar los mecanismos de resistencia bacteriana contra ciprofloxacino y proponer enfoques para mejorar la eficacia de este antibiótico.		
Población: No aplica		
Resultado: Uso de nanopartículas, productos naturales, bacteriófagos y terapia fotodinámica para potenciar la acción del ciprofloxacino.		
Conclusión: Aborda los mecanismos de resistencia bacteriana contra ciprofloxacino y propone nuevas estrategias para mejorar su eficacia.		
País:	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 244 referencias
15.	Título: AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE MATERIAIS ENDODÔNTICOS EM CÉLULAS-TRONCO DA POLPA DENTÁRIA / TOXICITY EVALUATION OF ENDODONTIC MATERIALS IN DENTAL PULP STEM CELLS	



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Autor: Carlos S.A., et al.		
Objetivo: Evaluar la toxicidad de materiales endodónticos sobre células madre de pulpa dental		
Población: Células madre de la pulpa de dientes permanentes humanos (DPSC).		
Resultado: Todos los materiales endodónticos evaluados mostraron potencial tóxico para las células.		
Conclusión: Los materiales endodónticos evaluados mostraron potencial tóxico para las células madre de la pulpa dental.		
País: Brasil	Estudio: Estudio experimental	Referencias:
16.	Título: MINIMUM CONTACT TIME AND CONCENTRATION OF SODIUM HYPOCHLORITE REQUIRED TO ELIMINATE ENTEROCOCCUS FAECALIS	
Autor: Bonnie Retamozo, et al.		
Objetivo: determinar el tiempo mínimo de contacto y la concentración necesaria para eliminar efectivamente E. faecalis de los túbulos dentinarios de dientes bovinos infectados.		
Población: cilindros de dentina preparados a partir de dientes bovinos infectados con E. faecalis.		
Resultado: la irrigación con NaOCl al 5.25% durante 40 minutos fue el único régimen capaz de eliminar completamente E. faecalis.		
Conclusión: la eliminación de E. faecalis puede ser desafiante y que ciertas concentraciones de NaOCl pueden ser necesarias para lograr una desinfección efectiva.		
País: Estados Unidos	Estudio: Estudio experimental	Referencias: 38 referencias
17.	Título: IRRIGANTS AND IRRIGATION ACTIVATION SYSTEMS IN ENDODONTICS	
Autor: Brenda Gomes, et al.		
Objetivo: revisar las características de las alternativas clásicas y actuales de las sustancias de riego y los sistemas de activación de riego en odontología.		
Población: No aplica		
Resultado: presenta las propiedades ideales de los irrigantes, los tipos de irrigantes, la acción mecánica y química del riego, y las ventajas y desventajas de los diferentes irrigantes.		
Conclusión: la elección del irrigante adecuado es importante para el éxito del tratamiento endodóntico y que diferentes irrigantes tienen diferentes propiedades y ventajas.		
País: Brasil	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 160 referencias
18.	Título: DIVERSE ENTEROCOCCUS FAECALIS STRAINS SHOW HETEROGENEITY IN BIOFILM PROPERTIES	
Autor: Scott D. Schaffer, et al.		
Objetivo: Para probar la hipótesis de que existen diferencias en las biopelículas entre las cepas de E. faecalis,		
Población: biopelículas in vitro y las características de la matriz de cinco cepas y aislados clínicos de E. faecalis genéticamente diversos adaptados en laboratorio (OG1RF, V583, DS16, MMH594 y VA1128).		
Resultado: Ninguna de las biopelículas se dispersó mediante tratamientos únicos de (meta)periodato de sodio, DNasa o Proteínasa K solo, pero la biomasa de biopelículas de OG1RF y DS16 se eliminó parcialmente mediante un tratamiento secuencial de (meta)periodato de sodio y DNasa.		
Conclusión: Este estudio destaca la existencia de heterogeneidad en las propiedades de las biopelículas entre diversas cepas de E. faecalis, lo que puede tener implicaciones para el diseño de nuevas estrategias de tratamiento anti-biopelículas.		
País: EEUU	Estudio: Estudio experimental	Referencias: 76 referencias
19.	Título: BIOCERAMICS IN ENDODONTICS: UPDATES AND FUTURE PERSPECTIVES	
Autor: Xu Dong, et al.		
Objetivo: proporcionar una revisión actualizada y perspectivas futuras sobre el uso de biocerámicos en odontología, con un enfoque en su aplicación en endodoncia.		
Población: No se aplica.		
Resultado: la necesidad de demostrar mejor la relación estructura-función de varias biocerámicos, lo cual es de gran importancia para promover el desarrollo de materiales.		
Conclusión: Se ha demostrado que los biocerámicos como el MTA poseen una excelente bioactividad. Sin embargo, ninguno de los materiales biocerámicos es completamente ideal y siempre tienen sus limitaciones individuales en aplicaciones prácticas.		
País: China	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 320 referencias
20.	Título: IN VITRO BIOCOMPATIBILITY AND BIOACTIVITY OF CALCIUM SILICATE-BASED BIOCERAMICS IN ENDODONTICS (REVIEW)	
Autor: Wencheng Song, et al.		
Objetivo: revisar la biocompatibilidad y bioactividad de los biocerámicos a base de silicato de calcio en endodoncia.		
Población: No se aplica.		
Resultado: discuten los resultados de varios estudios que evalúan la biocompatibilidad, comportamiento celular y efectos de los biocerámicos en diferentes contextos endodónticos.		
Conclusión: se centra en la importancia de comprender el comportamiento celular y los mecanismos de los biocerámicos para garantizar su aplicación adecuada en endodoncia		
País: China.	Estudio: Revisión narrativa	Referencias: 290 referencias

4.2. Discusión

La técnica de Esterilización y Reparación de Lesiones y Tejidos (LSTR) ha demostrado ser efectiva en el tratamiento de lesiones y reparación de tejidos dentales, pero aún hay muchos aspectos que no están claros sobre su efectividad y seguridad a largo plazo. La LSTR es una técnica endodóntica

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

que se centra en la esterilización y reparación de lesiones y tejidos dentales utilizando una mezcla de antibióticos y otras sustancias. Sin embargo, la literatura sobre esta técnica es limitada, y se necesitan más estudios para evaluar su efectividad y seguridad.

La LSTR presenta prometedores resultados clínicos, como la eliminación de lesiones y reparación de tejidos dentales, pero también puede tener efectos secundarios, como la toxicidad a nivel celular. El metronidazol, un antibiótico utilizado en la LSTR, puede causar daño colateral molecular al interactuar con el ADN bacteriano de manera no selectiva. El ciprofloxacino, otro antibiótico utilizado en la LSTR, puede inhibir la enzima ADN girasa y la topoisomerasa IV, lo que puede afectar la replicación y reparación del ADN de las bacterias.

La elección de los antibióticos y otros componentes de la LSTR es crucial para evitar efectos secundarios y asegurar la eficacia del tratamiento. La pasta CTZ, una variante de la pasta triantibiótica, ha demostrado ser efectiva en el alivio de la sintomatología infecciosa, la integridad dental y periodontal, y la reparación tisular a nivel de la furca y del periápice.

La regeneración pulpar es un proceso complejo que implica la restauración de tejidos pulpares dañados o necróticos en el diente. La estimulación de los odontoblastos para secretar CCL2 y la liberación de CGRP por las terminaciones nerviosas simpáticas pueden jugar un papel importante en este proceso. La utilización de andamios tridimensionales para facilitar la migración celular y el ingreso de nutrientes también es importante.

En cuanto a los antibióticos, el metronidazol, ciprofloxacino, minociclina, tetraciclina y cloranfenicol han sido estudiados en diferentes concentraciones y combinaciones. Sin embargo, se necesitan más estudios para evaluar su eficacia y seguridad a largo plazo.

La irrigación en el tratamiento de endodoncia es fundamental para eliminar residuos del instrumento y bacterias planctónicas. La solución salina es inerte, pero no es un desinfectante endodóntico adecuado. El hipoclorito de sodio al 5.25% es un irrigante activo que puede reducir significativamente las bacterias intracanales.

5. CONCLUSIONES

La técnica de Esterilización y Reparación de Lesiones y Tejidos (LSTR) es una técnica endodóntica que se centra en la esterilización y reparación de lesiones y tejidos dentales utilizando una mezcla de antibióticos y otras sustancias. Aunque ha demostrado ser efectiva en el tratamiento de lesiones pulpar parciales y totales en dientes primarios, existen limitaciones y carencias en la literatura sobre su seguridad y eficacia a largo plazo.

Se han publicado varios estudios que han evaluado la LSTR, pero estos han sido limitados por la pequeña muestra de pacientes y la falta de seguimiento a largo plazo. La comparación con otras técnicas endodónticas, como la pulpectomía, también es limitada. La bibliografía también destaca la importancia de considerar los microorganismos presentes y el grado de reparación tisular en las piezas dentales primarias al elegir una terapéutica determinada.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

En cuanto a los materiales utilizados en la LSTR, se han destacado los antibióticos como metronidazol, ciprofloxacino, minociclina, tetraciclina y cloranfenicol, que actúan inhibiendo la síntesis de proteínas en las bacterias, pero también tienen efectos secundarios a nivel celular, ya que son fármacos elaborados para la eliminación de microorganismos tienen reacciones adversas en nuestras células. También se ha mencionado el eugenol, que tiene propiedades antiinflamatorias, pero también es citotóxico.

En cuanto a la reparación pulpar, se han descrito los procesos de regeneración (inducción de la formación de nuevos tejidos pulpares a partir de células madre) y revascularización (limpieza del conducto y promoción de hemorragia controlada para atrapar células madre y factores de crecimiento). Se han mencionado también las células madre SHED, DPSC, SCAP y PDLSC como prometedoras en medicina regenerativa y terapias de ingeniería de tejidos. También se describe que el uso de biomateriales debe ser la nueva terapia para seguir basada en la evidencia científica para el tratamiento de terapias pulpares en odontopediatría que busquen regeneración pulpar o revascularización.

REFERENCIAS

AGARWAL, S. R.; BENDGUDE, V. D.; KAKODKAR, P. Evaluation of Success Rate of Lesion Sterilization and Tissue Repair Compared to Vitapex in Pulpally Involved Primary Teeth: A Systematic Review. **Journal of Conservative Dentistry: JCD**, v. 22, n. 6, p. 510, 2019. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_76_20

BADAWY, S.; YANG, Y. Q.; LIU, Y.; MARAWAN, M. A.; ARES, I.; MARTINEZ, M. A.; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M. R.; WANG, X.; ANADÓN, A.; MARTÍNEZ, M. Toxicity induced by ciprofloxacin and enrofloxacin: oxidative stress and metabolism. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 51, n. 9, p. 754–787, 2021. <https://doi.org/10.1080/10408444.2021.2024496>

CASTRO, M.; LIMA, M.; LIMA, C.; MOURA, M.; MOURA, J.; MOURA, L. Lesion sterilization and tissue repair with chloramphenicol, tetracycline, zinc oxide/eugenol paste versus conventional pulpectomy: A 36-month randomized controlled trial. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 33, n. 4, p. 335–345, 2023. <https://doi.org/10.1111/IPD.13056>

CINTRA, L. T. A.; GOMES, M. S.; DA SILVA, C. C.; FARIA, F. D.; BENETTI, F.; COSME-SILVA, L.; SAMUEL, R. O.; PINHEIRO, T. N.; ESTRELA, C.; GONZÁLEZ, A. C.; SEGURA-EGEA, J. J. Evolution of endodontic medicine: a critical narrative review of the interrelationship between endodontics and systemic pathological conditions. **Odontology**, v. 109, n. 4, p. 741–769, 2021. <https://doi.org/10.1007/S10266-021-00636-X>

DONG, X.; XU, X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. **Bioengineering** (Basel, Switzerland), v. 10, n. 3, 2023. <https://doi.org/10.3390/BIOENGINEERING10030354>

DUARTE, M. L.; PIRES, P. M.; FERREIRA, D. M.; PINTOR, A. V. B.; DE ALMEIDA NEVES, A.; MAIA, L. C.; PRIMO, L. G. Is there evidence for the use of lesion sterilization and tissue repair therapy in the endodontic treatment of primary teeth? A systematic review and meta-analyses. **Clinical Oral Investigations**, v. 24, n. 9, p. 2959–2972, 2020. <https://doi.org/10.1007/S00784-020-03415-0>

FIGUEROA-BANDA, R. A.; FIGUEROA-CASTELLANOS, K. F.; CHÁVEZ-OBLITAS, E. A.; GUILLEN-NUÑEZ, M. E.; AYQUI-CUEVA, F.; DEL-CARPIO-M, B. A.; BELLIDO-VALLEJO, K. L.; GÓMEZ, B. Theoretical Study at the Molecular Mechanics Level of the Interaction of Tetracycline and Chloramphenicol with the Antibiotic Receptors Present in *Enterococcus faecalis* (Q839F7) and



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

Streptococcus mutans (Q8DS20). **Antibiotics** (Basel, Switzerland), v. 11, n. 11, 2022.
<https://doi.org/10.3390/ANTIBIOTICS11111640>

GARROCHO-RANGEL, A.; JALOMO-ÁVILA, C.; ROSALES-BERBER, M. Á.; POZOS-GUILLÉN, A. Lesion Sterilization Tissue Repair (LSTR) Approach of Non-Vital Primary Molars with A Chloramphenicol-Tetracycline-ZOE Antibiotic Paste: A Scoping Review. **The Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 45, n. 6, p. 369–375, 2021. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.6.1>

GOMES, B. P. F. A.; AVEIRO, E.; KISHEN, A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. **Brazilian Dental Journal**, v. 34, n. 4, p. 1–33, 2023. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305577>

JESKE, A. H. **Contemporary dental pharmacology**. [S. l.: s. n.], 2024. Vol. 2.
https://books.google.com/books/about/Contemporary_Dental_Pharmacology.html?hl=es&id=IdFx0AEACAAJ

MANES URIBE, C.; RESTREPO, M.; DIEGO MEJÍA, J. Técnica LSTR con pasta CTZ para el tratamiento de la necrosis pulpar en molares primarios. Reporte de caso. **Revista de Odontopediatría Latinoamericana**, v. 13, 2023. <https://doi.org/10.47990/ALOP.V13I.568>

MIURA, C. A. S.; SÁ, M. S.; LIMA, R. S.; MACHADO, M. A. A. M.; TELLES, P. D. S. Avaliação da toxicidade de materiais endodônticos em células-tronco da polpa dentária. **ROBRAC**, 2010.
<http://files.bvs.br/upload/S/0104-7914/2010/v19n50/a1547.pdf>

RETAMOZO, B.; SHABAHANG, S.; JOHNSON, N.; APRECIO, R. M.; TORABINEJAD, M. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 3, p. 520–523, 2010. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2009.12.005>

ROMERO-MIGUEL, D.; LAMANNA-RAMA, N.; CASQUERO-VEIGA, M.; GÓMEZ-RANGEL, V., DESCO, M.; SOTO-MONTENEGRO, M. L. Minocycline in neurodegenerative and psychiatric diseases: An update. **European Journal of Neurology**, v. 28, n. 3, p. 1056–1081, 2021.
<https://doi.org/10.1111/ENE.14642>

SAIN, S. J. R. S. A.; GEORGE, S.; ISSAC, J. S.; JOHN, S. A. Lesion Sterilization and Tissue Repair- Current Concepts and Practices. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 11, n. 5, p. 446–450, 2018. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10005-1555>

SCHAFFER, S. D.; HUTCHISON, C. A.; ROUCHON, C. N.; MDLULI, N. V.; WEINSTEIN, A. J.; MCDANIEL, D.; FRANK, K. L. Diverse *Enterococcus faecalis* strains show heterogeneity in biofilm properties. **Research in Microbiology**, v. 174, n. 1–2, p. 103986, 2023.
<https://doi.org/10.1016/J.RESMIC.2022.103986>

SEQUEIRA, D. B.; DIOGO, P.; GOMES, B. P. F. A.; PEÇA, J.; SANTOS, J. M. M. Scaffolds for Dentin-Pulp Complex Regeneration. **Medicina** (Kaunas, Lithuania), v. 60, n. 1, 2023.
<https://doi.org/10.3390/MEDICINA60010007>

SHANKAR, K.; RAMKUMAR, H.; DHAKSHINAMOORTHY, S.; PAULINDRARAJ, S.; JAYAKARAN, T. G.; BOMMAREDDY, C. S. Comparison of Modified Triple Antibiotic Paste in Two Concentrations for Lesion Sterilization and Tissue Repair in Primary Molars: An In Vivo Interventional Randomized Clinical Trial. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 14, n. 3, p. 388–392, 2021.
<https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10005-1951>

SHARIATI, A.; ARSHADI, M.; KHOSROJERDI, M. A.; ABEDINZADEH, M.; GANJALISHAHI, M.; MALEKI, A.; HEIDARY, M.; KHOSHNOOD, S. The resistance mechanisms of bacteria against ciprofloxacin and new approaches for enhancing the efficacy of this antibiotic. **Frontiers in Public Health**, v. 10, 2022. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2022.1025633>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA
 Irving Pablo Fernandez Calle, Jenny Claudia Apaza Cayo, Carla Barrios Malaga, Eva Fernández Coca,
 Marivel Irene Condori Escobar, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona

SHI, X.; MAO, J.; LIU, Y. Pulp stem cells derived from human permanent and deciduous teeth: Biological characteristics and therapeutic applications. **Stem Cells Translational Medicine**, v. 9, n. 4, p. 445–464, 2020. <https://doi.org/10.1002/SCTM.19-0398>

SINGH, K.; REDDY, A.; ARYA, A.; SRIDHAR, V.; RANJAN, M.; BULBULE, N. Lesion Sterilization Tissue Repair: A Review. **Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences**, v. 16, n. Suppl 1, p. S75–S77, 2024. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_411_23

SINGH, S.; KHANNA, D.; KALRA, S. Minocycline and Doxycycline: More Than Antibiotics. **Current Molecular Pharmacology**, v. 14, n. 6, p. 1046–1065, 2021. <https://doi.org/10.2174/1874467214666210210122628>

SMILACK, J. D. Tetraciclina, sulfamidas y metronidazol. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 74, n. 7, p. 727–729, 1999. <https://doi.org/10.4065/74.7.727>

SONG, W.; LI, S.; TANG, Q.; CHEN, L.; YUAN, Z. In vitro biocompatibility and bioactivity of calcium silicate-based bioceramics in endodontics (Review). **International Journal of Molecular Medicine**, v. 48, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.3892/IJMM.2021.4961>

UREÑA, J. L. Microbiología oral. **Libro**, v. 3, p. 49–58, apr. 2002. https://books.google.com/books/about/Microbiologia_oral_2_Ed.html?hl=es&id=yYaGAAAACAAJ

XIE, Z.; SHEN, Z.; ZHAN, P.; YANG, J.; HUANG, Q.; HUANG, S.; CHEN, L.; LIN, Z. Functional Dental Pulp Regeneration: Basic Research and Clinical Translation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 16, 2021. <https://doi.org/10.3390/IJMS22168991>

ZAKY, S. H.; SHEHABELDIN, M.; RAY, H.; SFEIR, C. The role of inflammation modulation in dental pulp regeneration. **European Cells & Materials**, v. 41, p. 184–193, 2021. <https://doi.org/10.22203/ECM.V041A13>

ZOU, J.; MAO, J.; SHI, X. Influencing factors of pulp-dentin complex regeneration and related biological strategies. **Zhejiang Da Xue Xue Bao. Yi Xue Ban = Journal of Zhejiang University. Medical Sciences**, v. 51, n. 3, p. 350–361, 2022. <https://doi.org/10.3724/ZDXBYXB-2022-0046>