



UNIVERSIDAD DE IXTLAHUACA CUI

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CIRUJANO DENTISTA

TÍTULO DE LA TESIS

*Revascularización pulpar con células madre a dientes
traumatizados inmaduros: Revisión de literatura.*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA

DULCE ARIADNA CRUZ JIMÉNEZ

ASESOR: E en E. NANCY AIDÉ HERNÁNDEZ VALDÉS

Ixtlahuaca, México, Octubre 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

1. Antecedentes	1
Tipos de células madre en la cavidad bucal	3
Banco de células madre en odontología	4
Crioconservación	4
Aislamiento de las células madre	5
Técnica de trasplante células madre	7
Protocolo para revascularización	9
Valoración clínica del resultado de revascularización	11
2. Planteamiento del problema	13
3. Justificación	14
4. Objetivos	16
4.1 Objetivo principal:	16
4.2 Objetivos específicos:	16
5. Materiales y métodos	17
6. Resultados	18
7. Discusión	23
8. Conclusiones	26
9. Referencias	27
10. Anexos	31

1. Antecedentes

La enfermedad pulpar se presenta a causa de caries o por trauma dento alveolar; se dice que la caries dental sin tratar en dientes permanentes es el trastorno de salud más frecuente y afecta a 2,300 millones de personas, por otra parte, un 20% de la población sufre algún tipo de trauma dental en cualquier momento de su vida por factores dentales o ambientales (1). La pulpa dental es vulnerable a traumatismos e infecciones resultantes de diversos irritantes ambientales y su capacidad de autorreparación es limitada, lo que puede llevar al diente frente a un cuadro de pulpitis o necrosis pulpar (2).

Las células fueron vistas y descritas por vez primera por A. Van Leeuwenhoek (1632-1723) personaje que se dedicó a investigarlas por medio de unos cristales de aumento (3). Ernst Haeckel biólogo, médico y filósofo alemán; expuso por primera vez el término “Stammzelle” para denominar al organismo unicelular que fue el antepasado común de todos los organismos multicelulares (3). Investigador Ruso Alexander Maximov (1874-1928) quien en 1909 utilizo el término “Stamzelle” para nombrar a la célula precursora, reconociendo que tenía propiedades de diferenciación, autorrenovación y plasticidad (3). Fue hasta el año de 1961 cuando Otsby y Hjortdal demostraron por vez primera el procedimiento de revascularización, haciendo alusión sobre el crecimiento de un tejido conectivo fibroso dentro del conducto radicular en un diente con necrosis pulpar o con lesión periapical; de aquí se han descrito múltiples protocolos de atención con el fin de obtener un resultado biológico en el conducto radicular (4,5).

La rizogénesis es un proceso fisiológico que permite el desarrollo radicular completo de los dientes; en ocasiones puede existir la incompleta formación de la raíz de un diente, a esta condición se le denomina rizogénesis incompleta, que puede ser ocasionada por un traumatismo dental, iatrogenia, caries y alteraciones anatómicas de las piezas dentales (6).

Un traumatismo dental es una lesión en los dientes, hueso y tejidos de sostén, en consecuencia a un impacto físico producido en contra de estos (7); las lesiones

traumáticas dentales (TDIs) son comunes en niños y adolescentes, además forman parte del primer motivo de cita dental en el 40% de niños en edad preescolar (8). Cerca del 20% de los niños sufren en sus dientes temporales lesiones traumáticas y más del 15% lesionan sus dientes permanentes (9).

El término “Ingeniería Tisular” fue introducido en 1987 por Fung, área científica interdisciplinaria con base en la biología y la ingeniería en la medicina regenerativa que se dedica a la construcción de tejidos artificiales y su función terapéutica para mejorar, restaurar, sustituir o incrementar las actividades funcionales de los tejidos orgánicos (patología de células, tejidos y órganos dañados) por factores intrínsecos y extrínsecos (3,10).

La regeneración del tejido pulpar se está convirtiendo en una realidad después del gran hallazgo de las células madre mesenquimales (MSC) que residen en los tejidos pulpares y pertenecen al avance e innovación clínica (11). El descubrimiento de la presencia de células madre en la pulpa dentaria datan del año 2000 y después se observaron en el ligamento periapical, papila apical y otros tejidos dentales, sustentan la posibilidad de regenerar los tejidos dentarios perdidos producto de necrosis pulpar (12).

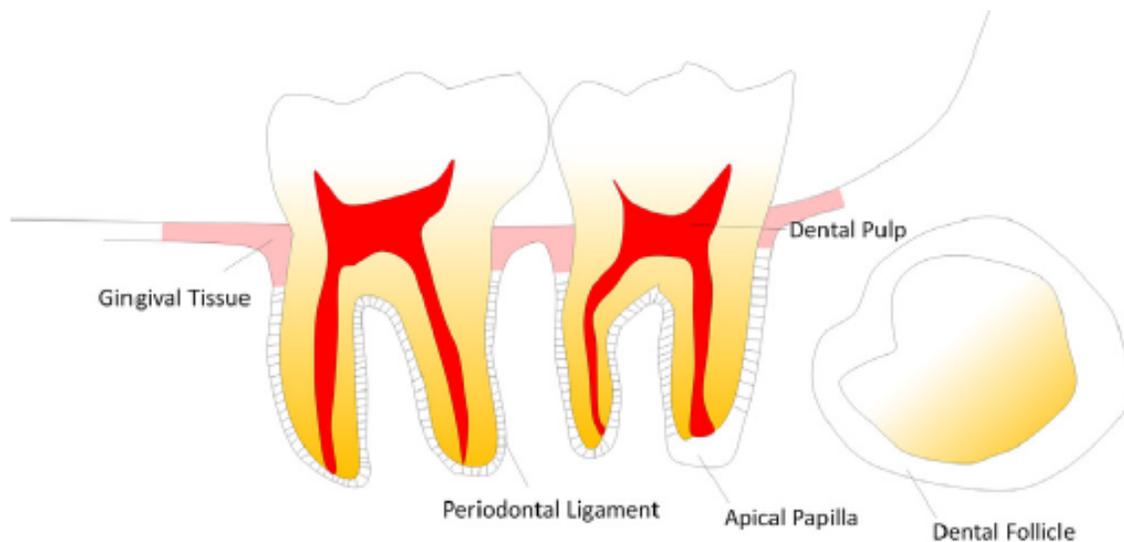
La revascularización se define a manera de restaurar la vascularización de un órgano o tejido (13). La revascularización, cómo tal, es una importante opción para dientes no vitales con ápices abiertos e incluso avulsionados; con el objetivo de lograr el cierre apical y un engrosamiento de las paredes radicales, objetivo que no se logra con ningún otro procedimiento hablando de un tratamiento de endodoncia convencional (14).

El procedimiento de regeneración pulpar se puede intentar en la mayoría de los casos, pero si después de 3 meses no se observa ningún signo de regeneración, es recomendable continuar con el protocolo del tratamiento de una endodoncia tradicional (15).

Tipos de células madre en la cavidad bucal

En la cavidad oral tenemos 5 sitios principales con células madre; como en el tejido gingival, ligamento periodontal, papila apical, pulpa dental y folículo dental (**véase imagen 1**). Análogamente existen 4 tipos de células madre que cumplen con las características para ser empleadas en la regeneración pulpar: tenemos a células madre de pulpa de dientes temporales; células madre de pulpa de dientes permanentes; células madre presentes en espacios periodontales y por último las células madre de la mucosa bucal (14).

Imagen 1. Sitios con presencia de células madre en cavidad oral



Representación esquemática de sitios con presencia de células madre en la cavidad oral. Fuente: Imagen extraída de Demarco FF. What is the clinical applicability of regenerative therapies in dentistry? 2017;359-67.

Estudios especializados han demostrado que los tejidos dentales son una rica fuente de células madre para aplicación en la medicina, especialmente en áreas de inmunología y regeneración (16).

Por último, existen un tipo de células madre mesenquimales que son aisladas en el curso de la extirpación quirúrgica de un quiste periapical, las cuales presentaron

una diferenciación más potente inclinada hacia la neurogénesis y la osteogénesis, que se pueden aplicar a enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad del parkinson y en la terapia de regeneración ósea (17).

Banco de células madre en odontología

Existe un procedimiento de almacenamiento de células madre adquiridas de los dientes temporales (SHED) y muelas del juicio de los pacientes, al que se le conoce como banco de células madre dentales, nos ayuda a aprovechar el potencial de las células madre para terapias regenerativas (16).

El banco de células es una tecnología esencial para almacenar células madre de la pulpa dental (DPSC) en condiciones óptimas hablando clínicamente, con un daño disminuido de las células y tejidos para posteriormente poder aplicarlas cuando se requiera (18).

Los tejidos que contienen células madre se adquieren del paciente y se pueden criopreservar durante muchos años para conservar su capacidad regenerativa (16). Si fuese necesario las células madre dentales, que son bien toleradas por el sistema inmunitario, pueden aislarse del diente o tejido para crioconservarse para futuras terapias regenerativas (16).

Crioconservación

La crioconservación es el proceso de mantener la capacidad de las células de forma congelada y almacenadas a temperaturas extremadamente bajas en las que no se producen reacciones bioquímicas; sin embargo, al exponerse a estas condiciones de almacenaje se induce estrés durante su crioconservación, lo que a consecuencia produce una criolesión; esto puede ocurrir ya sea por acción mecánica directa debido a la formación de cristales de hielo o por efecto secundario debido a los cambios en la presión osmótica; como prevención a esta lesión se emplean crioprotectores, entre ellos el más utilizado es el dimetilsulfóxido (DMSO), que penetra la membrana citoplasmática de las células y evita la formación de los

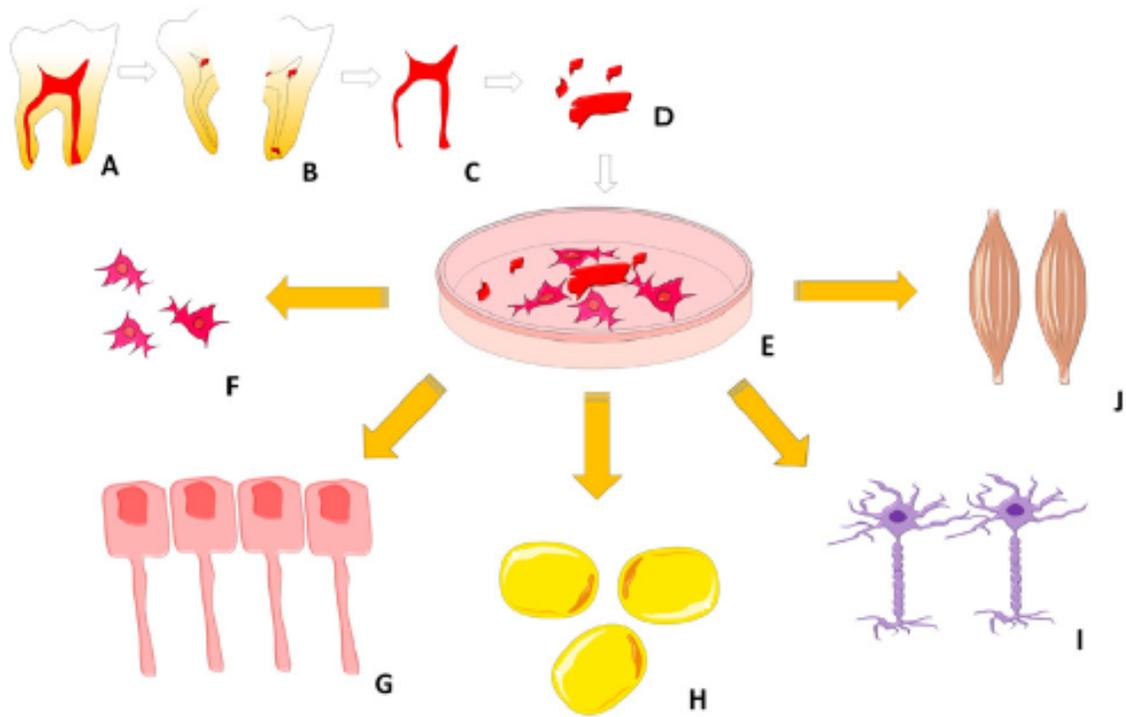
cristales de hielo, pero este producto provoca efectos citotóxicos, por lo que es necesario estipular la concentración requerida para la conservación de las células, a esto último se reconoce utilizar el 10% o menos como mínimamente tóxico; pero se sigue estudiando la concentración adecuada de dimetilsulfóxido para lograr una crioconservación sin consecuencias a nivel celular (18).

Aislamiento de las células madre

Para obtener las células madre primero debemos elegir cual será nuestro tejido donante (médula ósea, tejido adiposo, pulpa dental o tejido periodontal, etc.) se cuenta con dos técnicas:

1. La primera técnica nos dice que el tejido se extrae del tejido donante transportándolo a bajas temperaturas en una solución estéril y con antibióticos y/o antifúngicos a un laboratorio que realice la extracción del tejido con materiales estériles (19). Se debe someter la muestra a un proceso de digestión enzimática que se refiere a la aplicación de enzimas como la colagenasa I y la dispasa en contacto directo con el tejido donado para así lograr separar el tejido y terminar obteniendo una suspensión celular; así las células madre liberadas se pueden adherir rápido y fácilmente a la placa de cultivo, es decir, que en esta técnica se examina la suspensión en busca de marcadores de expresión por citometría de flujo (19,20).
2. La segunda técnica también llamada técnica de explante, nos lleva a que el tejido no sufra ninguna modificación en su disociación celular, pero el punto en contra a esta técnica es que el tejido obtenido se fractura en pequeñas partes y esto afecta y complica al momento de realizar el depósito en la placa de cultivo (**véase imagen 2**) (19).

Imagen 2. Aislamiento de células madre del tejido pulpar por técnica de explante



Representación esquemática del aislamiento de células madre del tejido pulpar mediante técnica de explante. Nota: A: tercer molar extraído; B: parte del diente; C: extracción del tejido pulpar; D: pulpa seccionada en trozos pequeños; E: células madre mesenquimales que migran del tejido pulpar cultivado por la técnica del explante; F: capacidad de autorrenovación de las células madre; G: células odontoblásticas; H: células adiposas; I: células neurales; J: células musculares. Fuente: Imagen extraída de Demarco FF. What is the clinical applicability of regenerative therapies in dentistry? 2017;359–67.

Los experimentos in vivo se pueden dividir en tres tipos, xenotrasplante que es un trasplante de células o tejido de una especie a otra; el alotrasplante que es un trasplante de un órgano, tejido o de células entre dos sujetos no idénticos genéticamente pero de la misma especie; y por último el autotrasplante que es el trasplante de tejido de la misma persona (20).

Técnica de trasplante células madre

Los primeros estudios de prueba con trasplante de DPSC y SHED con estructura tradicionales, como hidroxiapatita/ fosfato tricálcico, han indicado su potencial para regenerar ectópicamente un complejo similar a la dentina y la pulpa (2). Hasta la fecha sólo el trasplante exógeno de células madre mesenquimales (MSC) principalmente células madre pulpares, ha logrado la regeneración pulpar in situ en estudios tanto preclínicos y clínicos (2).

Los estudios han examinado el potencial de regeneración de la pulpa del trasplante de MSC exógenas a través de 4 métodos principales de aplicación, que se superponen de alguna manera:

- 1) Trasplante de MSC simple con andamiaje orgánico por ejemplo; colágeno o de origen sintético que podría ser el ácido poliglicólico (PLGA) (2).
- 2) Cotrasplante de MSC con células endoteliales microvasculares con el objetivo de proporcionar vascularización extra con o sin andamios biodegradables (2).
- 3) Trasplante de MSC pretratadas o combinadas con factores de crecimiento (2).
- 4) Trasplante sin andamios con láminas, agregados y gránulos de células autoorganizadas; las DPSC y SHED humanas fueron las células base de MSC más utilizadas (2).

En conjunto, estos hallazgos muestran el inmenso potencial del trasplante de células madre mesenquimales exógenas; particularmente el trasplante de células madre pulpares, para la reconstrucción de la estructura histológica compleja de la pulpa in situ con células altamente organizadas (2).

Las células de tipo SHED son poderosas en la regeneración de tejidos se pueden atribuir al hecho de que provienen de individuos menores de edad, siendo así las células madre jóvenes más capaces de regenerarse que las adultas (2).

La evaluación posterior de los resultados debe proceder en tres direcciones:

- 1) Células madre de la pulpa se activan en respuesta a microambientes inflamatorios in vivo para formar dentina reparadora (2).
- 2) Aunque no se han observado efectos adversos de la implantación de DPSC o SHED, se debe controlar la estabilidad a largo plazo de la eficacia terapéutica (2).
- 3) Existe la necesidad de desarrollar la infraestructura esencial para la aplicación clínica más generalizada de la regeneración de pulpa basada en células madre (2).

El trasplante de células madre mesenquimales con la ayuda de andamios de biomateriales o moléculas de señalización se ha utilizado como una importante estrategia de ingeniería de tejidos (21).

El usar células autólogas es lo más ideal para la terapia de trasplante de células madre porque evita problemas de seguridad, como el posible rechazo inmunitario y la transmisión de enfermedades entre los donantes y receptores (21). La selección de células madre apropiadas para el trasplante de células es fundamental para una regeneración pulpar exitosa (21).

Protocolo para revascularización

Los pasos sugeridos para la técnica de revascularización actual son los siguientes: primero evaluar el caso y obtener el consentimiento informado del paciente; diente anestesiado y aislado con dique de hule realizar acceso a cámara pulpar seguido de irrigación con éste paso se logra la remoción y desinfección de todo el tejido necrótico y bacteriano, es importante para lograr el mejor resultado; la remoción mecánica con pieza de mano esta contraindicada. Determinar longitud de trabajo, sustancia irrigadora hipoclorito de sodio al 5.25% (agente antimicrobiano; disuelve tejido orgánico e inorgánico), irrigar hasta 2mm antes del foramen apical, estos dos milímetros permitan el espacio suficiente para la formación del nuevo tejido (14).

El protocolo clínico de la endodoncia regenerativa anexa una excelente irrigación del canal con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) previo a la inducción del coágulo sanguíneo con el fin de liberar los factores de crecimiento, resulta ser muy efectivo el uso de EDTA para promover la diferenciación de células madre a células de tipo odontoblásticas (12).

Lo correcto es iniciar la irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25%, seguido de solución salina (Cloruro de Sodio) para evitar una posible interacción y finalmente utilizar clorhexidina al 2%, para evitar la formación de un precipitado conocido como PCA (paracloroanilina) que es un conocido carcinógeno (22).

Las células madre son llevadas al canal radicular mediante la inducción de un coágulo sanguíneo por sobre instrumentación y permiten la maduración del diente inmaduro necrótico, mejorando su pronóstico (12).

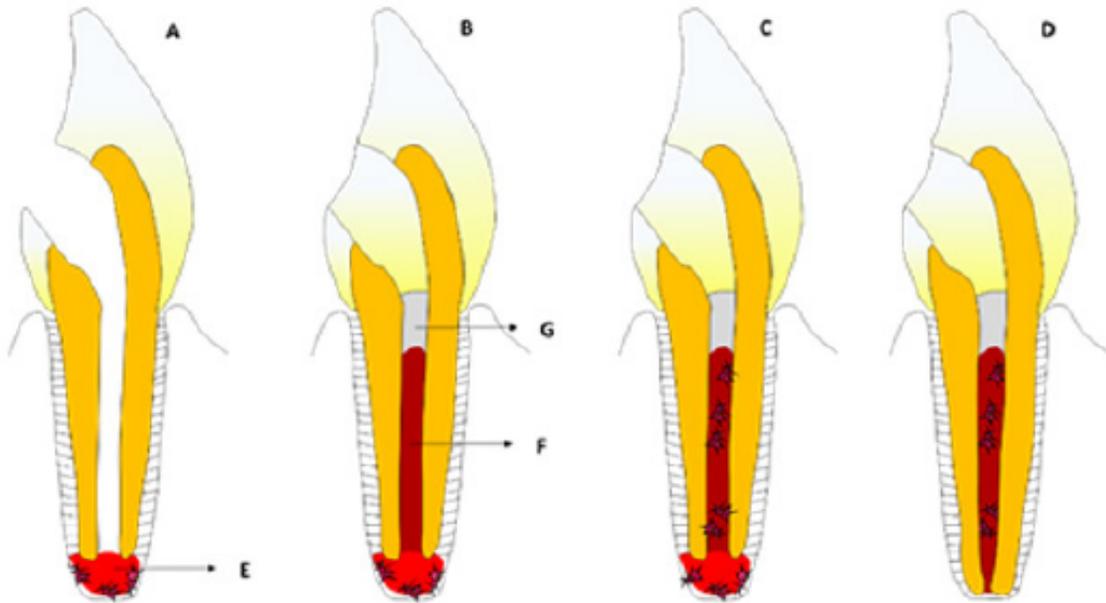
La pasta intraconducto se coloca con el fin de disminuir la carga bacteriana que podría estar presente en los conductos; los componentes normalmente usados en la pasta son Ciprofloxacino, Metronidazol y Minociclina a 250mg cada uno, sin embargo la Minociclina se eliminó del mercado por causar pigmentación de la corona clínica de los dientes y se puede reemplazar por Cefaclor (14). La pasta antibiótica debe ser introducida con la ayuda de un léntulo y empacada con una torunda de algodón (14).

El hidróxido de calcio es bien visto para utilizarlo, sin embargo algunos autores señalan que el alto pH 12.5 tiene potencial de toxicidad lo cual podría causar daños a las células regeneradoras que se encuentran en el ápice, su uso es indicado cuando el paciente mencione ser alérgico a alguno de los medicamentos de la fórmula que compone la pasta triantibiótica o biantibiótica (14).

Cita control es transcurrido los 7 días post tratamiento, luego de remover la restauración temporal, la medicación intraconducto se elimina por irrigación con 20 ml de hipoclorito de sodio (14). Se demostró que la clorhexidina no permite la formación del andamio natural a nivel del ápice, el cual es un paso muy importante en el éxito de la revascularización; el andamiaje es parte fundamental en la revascularización, ya que genera un tejido base el cual induce y guía la formación de tejido nuevo regenerado (14). El anadamiaje se lleva a cabo con la formación de un coágulo, sangrado provocado con una lima calibre #20 sobreinstrumentada fuera del ápice a 2mm y limitando a 3mm antes de la unión amelo-cementaria (**véase imagen 3 y 4**) (14).

Finalmente se sella con agregado de trióxido mineral (MTA) hasta llegar a la unión amelo-cementaria y se coloca una torunda de algodón estéril húmeda sobre el material y se sella de forma provisional (14).

Imagen 3. Revascularización del conducto radicular

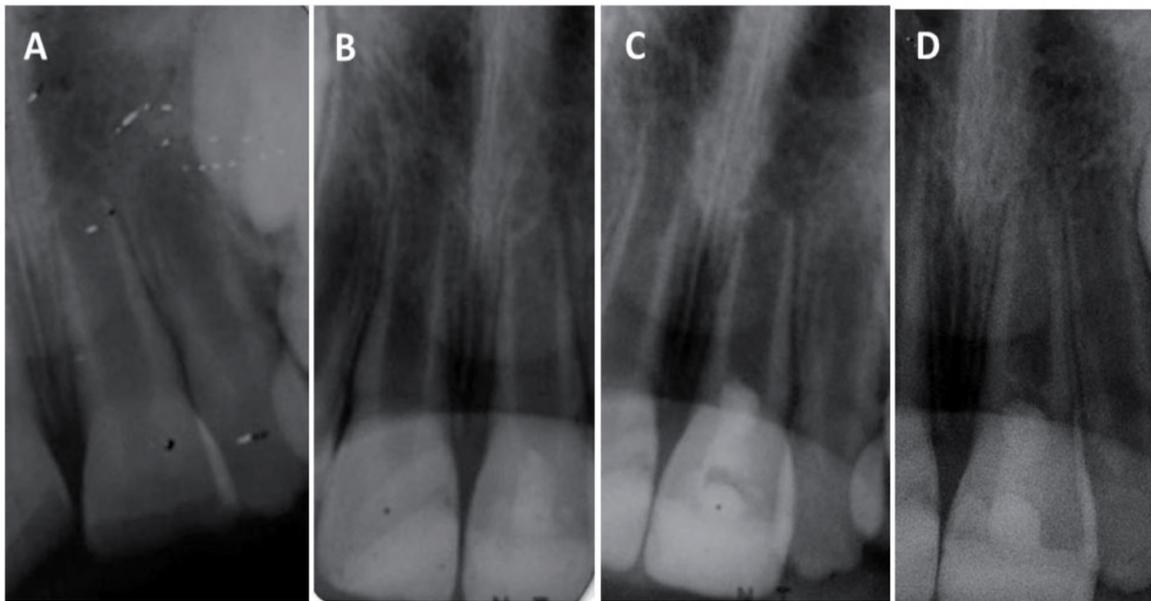


Dibujo esquemático del principio de revascularización del conducto radicular. A) Diente permanente necrótico con ápice incompleto, B) Formación de coágulo sanguíneo y aplicación de tapón MTA; C) Migración de células madre de papila apical; D) Continuación del desarrollo radicular; E) Papila apical con presencia de células madre; F) Coágulo sanguíneo; G) Tapón de MTA. Fuente Imagen extraída de Demarco FF. What is the clinical applicability of regenerative therapies in dentistry? 2017;359–67.

Valoración clínica del resultado de revascularización

No se puede confiar solo de los resultados observados radiográficamente de la salud de los tejidos perirradiculares, del tejido de la pulpa (o similar a la pulpa), se deberá demostrar el crecimiento continuado de la raíz, así como en longitud y grosor de sus paredes; pero también ante las pruebas de vitalidad pulpar (calor, frío y electricidad) y claro que ausencia de signos y síntomas (13).

Imagen 4. Tratamiento de regeneración pulpar a diente 21 que sufrió luxación extrusiva y fractura de la corona



Radiografía inicial (A); radiografía después de la inserción de pasta triple antibiótica (B); después de estimular el coágulo sanguíneo, colocación de membrana reabsorbible y MTA (C); control a los 10 meses (D). Fuente: Imagen extraída de Pereira A, Carolina A, Laurindo C Alternativas clínicas para el tratamiento de dientes traumatizados con rizogénesis incompleta : una visión actualizada (2016) 26(4) 271-280.

2. Planteamiento del problema

La mayoría de los estudios señalan que la lesión más frecuente en la dentición permanente es la fractura de la corona no complicada y en la dentición temporal es la luxación; mientras que en la dentición decidua en especial se observa lesiones periodontales, entre tanto en dentición permanente es más común diagnosticar las fracturas dentales (23,24). Las causas más comunes del trauma dental son: caídas (26% - 82%), lesiones deportivas (29.36%), luchas y empujones (10%) con motivo de agresión física (25). Las lesiones de la dentición decidua suelen ocurrir en casa en un rango de edad de entre los 8 a los 12 años, mientras que las lesiones de la dentición permanente pueden acontecer en un lapso de edad de 7 a 65 años (25). Estas lesiones traumáticas pueden llegar a influir en la calidad de vida del paciente: estética, problemas psicológicos y funcionales (masticación, fonética, respiración) por lo tanto, también problemas sociales en los niños y adolescentes (8).

Ante la acción de desconocimiento para tratar ya sea una invasión bacteriana a la pulpa dental, un golpe traumático o una lesión de larga duración, se produce un daño tisular irreversible a la pulpa dental (26). El mantenimiento de la vitalidad pulpar, es especial, en pacientes jóvenes con formación radicular incompleta, la terapia se convierte en un desafío para el odontólogo; los tratamientos de endodoncia regenerativa pueden propiciar la resolución de la periodontitis apical y permitir la maduración continua de la raíz (27). Recientemente, ha atraído la mirada la terapia de regeneración pulpar debido a los resultados prometedores en la regeneración de la pulpa, tras emplear células madre de diversos orígenes (21). La regeneración de la pulpa ha sido una terapia médica aprobada por la Asociación Dental Americana (ADA) desde enero de 2011 (21).

Con base a la evidencia científica disponible, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los beneficios del tratamiento pulpar con células madre a dientes traumatizados jóvenes con ápices inmaduros para lograr una revascularización pulpar?

3. Justificación

Las lesiones dentales traumáticas son el segundo motivo de atención odontológica y la caries dental ocupa el primer lugar, ya que han aumentando formidablemente por los cambios producidos en la vida moderna (23,28). El tratamiento del conducto radicular es una alternativa atractiva frente a la extracción dental, sin embargo, presenta ciertas limitaciones como son: propiedades físicas y mecánicas del diente, lo cual provoca que sean propensos a fracturarse y también a la desvitalización del diente, eliminando las respuestas inmunitarias y de reparación innatas de una pulpa vital (26).

La endodoncia regenerativa actual emplea pastas antibióticas (metronidazol, ciprofloxacino, cefaclor o minociclina), hidróxido de calcio y agregado de trióxido mineral, por si solos estos materiales no inducen la regeneración pulpar; de aquí surge la necesidad de emplear algún método o estrategia que si renueve el tejido de la pulpa, es aquí donde las células madre entran como las candidatas con las características apropiadas (2).

Una vez que los dientes erupcionan en la cavidad oral, transcurren aproximadamente tres años para su maduración, es decir, para la completa formación radicular y apical; durante este periodo los órganos dentarios permanentes jóvenes se encuentran con ápices inmaduros, es decir con rizogénesis incompleta (29). De acuerdo con Díaz y cols. el tratamiento para la rizogénesis incompleta resulta ser complicado para el odontólogo porque no hay un protocolo de tratamiento que regenere totalmente los tejidos del complejo dentino-pulpar y la función de los dientes inmaduros (6).

Los dientes con formación radicular incompleta que poseen pulpas necróticas con o sin enfermedad periapical, representan múltiples retos para lograr un tratamiento exitoso; por presentar paredes delgadas del conducto radicular, aumentan el riesgo de fractura y limitan la preparación biomecánica con instrumentos endodóncicos, ya que debilitan más las paredes del diente (30). Son dientes de niños y adolescentes, pero no están exentos de sufrir algún tipo de agresión como la caries, la exposición

pulpar por procedimientos operatorios incorrectos y traumatismos que llevan a la necesidad de realizar tratamientos pulpares conservadores (29).

4. Objetivos

4.1 Objetivo principal:

- Evaluar mediante una revisión sistemática de la literatura los beneficios de una terapia de revascularización pulpar con base en las células madre a dientes con ápices inmaduros de pacientes jóvenes que han sufrido algún trauma dental.

4.2 Objetivos específicos:

- Realizar una búsqueda sistemática dentro de las bases de datos Pub Med, MEDLINE, Scielo y Google Académico.
- Comprender la calidad de los artículos con base en sus características metodológicas.
- Interpretar los resultados más relevantes de cada uno de los artículos seleccionados.
- Sintetizar la información con el fin de responder la pregunta de investigación.

5. Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda computarizada sistemática y cualitativa de artículos científicos publicados en las bases electrónicas: Pub Med, MEDLINE, Scielo, Google Académico, desde 1980 a 2021 con los siguientes operadores booleanos usados por separado y en combinación: (((stem cells in dentistry[MeSH Terms]) OR pulp revascularization[MeSH Terms]) OR regenerative endodontics[MeSH Terms]) AND dental trauma[MeSH Terms]) AND incomplete root formation[MeSH Terms]. La búsqueda fue realizada por un revisor independiente siguiendo las directrices de PRISMA y PICO; se aplicó la misma estrategia de búsqueda en cada una de las bases de datos, se eliminaron resultados duplicados, se examinaron resúmenes de los resultados y se identificó a los artículos que cumplían con los criterios de selección iniciales como son: artículos en idioma inglés, open access y publicados desde 1980 a 2021; se excluyó los artículos: descriptivos, editoriales, cartas al editor, memorias de eventos científicos y artículos que no investigaron las propiedades de las células madre en la regeneración pulpar; duplicados, acceso restringido y que no se encontraron en idioma inglés, así como estudios in vitro y artículos en los que no se uso células madre.

Los artículos fueron seleccionados mediante evaluación de resúmenes, títulos que cumplan con los criterios de selección iniciales, los artículos se evaluaron de acuerdo a su puntuación metodológica para identificar artículos de calidad aceptable de acuerdo con la escala de medición: Newcastle-Ottawa modificada para revisión de la literatura.

La calidad mínima de los artículos fue evaluada por la presencia de un grupo control y un grupo experimental; un valor de p: 0.01 a 0.05; la selección de los artículos fue realizada por los investigadores y después se discutieron las selecciones finales. Además, se realizó una búsqueda secundaria manual de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para poder identificar cualquier artículo que cumpla con todos los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, pero que no se encontrará en las búsquedas electrónicas.

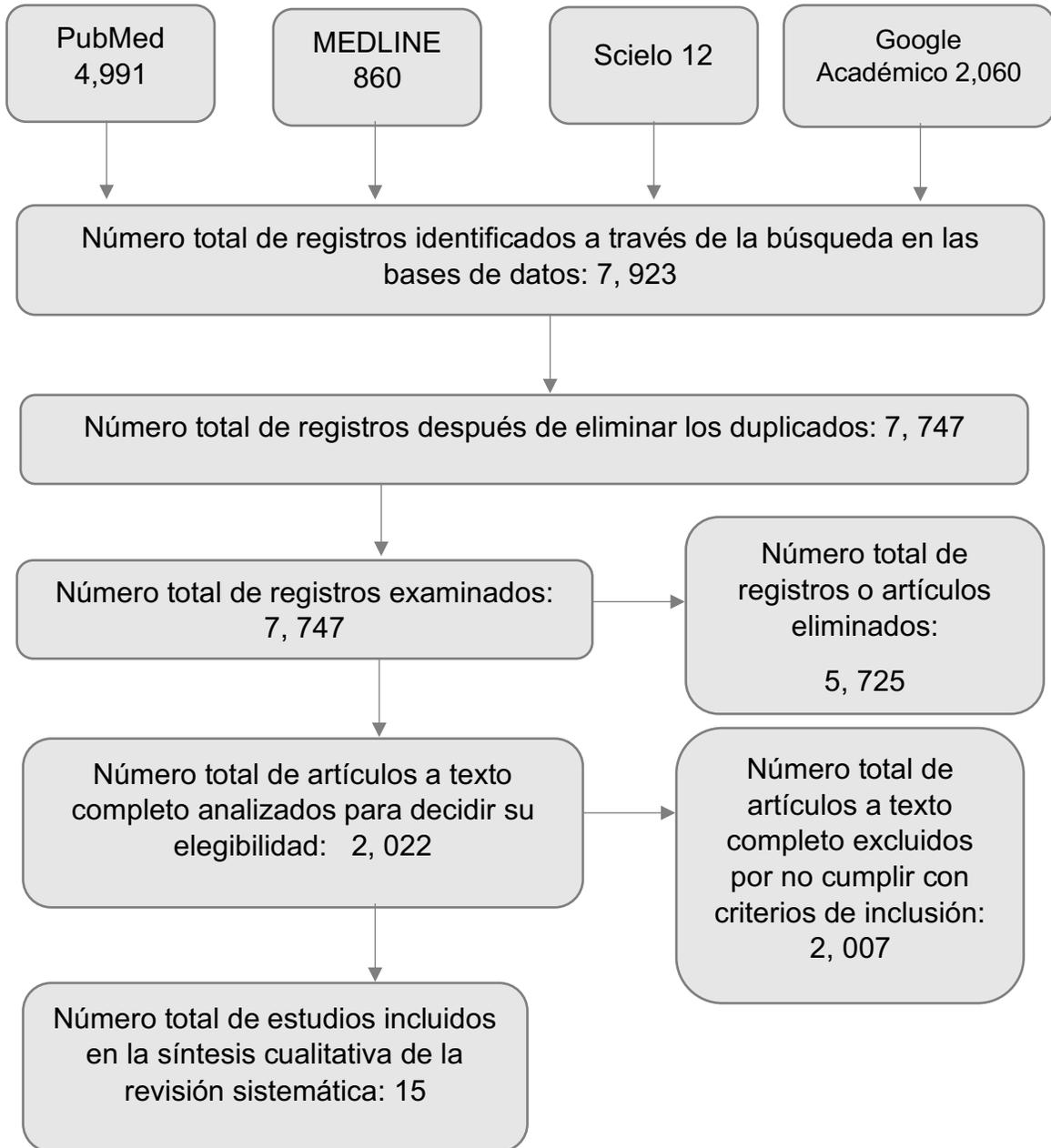
6. Resultados

La búsqueda dio como resultado 7,923 artículos iniciales a partir de las bases de datos electrónicas, de los cuáles 176 fueron eliminados por ser duplicados y tan solo 7,747 considerados artículos únicos. Después de la evaluación de títulos y resúmenes quedaron 2,022 artículos para evaluación de texto completo, después de la aplicación de criterios de exclusión e inclusión y eliminación, únicamente se seleccionaron un total de 15 artículos que sí cumplieron con las características y que formaron la base de esta revisión sistemática **(véase imagen 5)**.

Finalmente se hizo una búsqueda manual de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados, con el objetivo de identificar si alguno cumplía con los criterios de inclusión y exclusión dando como resultado que no se paso por alto ningún artículo seleccionado **(véase tabla 1)**.

Por otra parte, se aplicó la escala newcastle-ottawa modificada para evaluar la calidad de los artículos seleccionados **(véase tabla 2)**, de los cuales finalmente sólo 3 artículos obtuvieron la máxima puntuación, así mismo, se presenta la evaluación de la validez de cada artículo en esta revisión sistemática de la literatura **(véase tabla 3)**.

Imagen 5. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de la revisión sistemática.



Fuente: Diseño del autor.

Tabla 1. Artículos seleccionados de las bases de datos electrónicas.

Base de datos	Operadores boléanos	Número de resultados	Número de artículos seleccionados
Pub Med	((stem cells in dentistry[MeSH Terms]) OR pulp revascularization[MeSH Terms]) OR regenerative endodontics[MeSH Terms] AND dental trauma[MeSH Terms] AND incomplete root formation[MeSH Terms	4,991	7
MEDLINE	((stem cells in dentistry[MeSH Terms]) OR pulp revascularization[MeSH Terms]) OR regenerative endodontics[MeSH Terms] AND dental trauma[MeSH Terms] AND incomplete root formation[MeSH Terms	860	0
Scielo	((stem cells in dentistry[MeSH Terms]) OR pulp revascularization[MeSH Terms]) OR regenerative endodontics[MeSH Terms] AND dental trauma[MeSH Terms] AND incomplete root formation[MeSH Terms	12	2
Google académico	((stem cells in dentistry[MeSH Terms]) OR pulp revascularization[MeSH Terms]) OR regenerative endodontics[MeSH Terms] AND dental trauma[MeSH Terms] AND incomplete root formation[MeSH Terms	2,060	6
Total		7,923	15

Fuente: Diseño del autor.

Tabla 2. Calidad de los artículos según escala newcastle-ottawa modificada para revisión de la literatura.

Artículo	Representatividad de cohorte expuesta (*)	Selección		Comparabilidad Comparabilidad (**)	Resultado		Total (7*)
		Selección de cohorte no expuesta (*)	Determinación de la exposición (*)		Evaluación del resultado (*)	Adecuación del seguimiento (*)	
1. Sumit Gaur, Rupali Agnihotri	-	*	*	**	-	-	4
2021							
2. Ling He	-	*	*	-	-	-	2
2017							
3. Adlin S. Rosaian	-	-	-	--	-	-	0
2020							
4. Tomasz Staniewski	-	*	-	**	-	-	3
2021							
5. Felipe Perozzo DALTOE	*	*	-	**	-	-	4
2014							
6. Tarek Mohamed	*	*	*	**	*	*	7
2015							
7. Karim M.	*	*	*	**	-	*	6
2015							
8. Giampiero Rossi-Fedele	-	-	*	**	*	*	5
2019							
9. Luiz Alexandre Chisini	*	*	*	**	*	*	7
2019							
10. A. Wikström	-	-	-	**	*	*	4
2021							
11. Yu-Po Chen	*	*	*	**	-	*	6
2015							
12. Moreno-Hidalgo	*	*	*	**	-	-	5
2013							
13. S. Eramo	*	*	-	--	-	-	2
2017							
14. Faisal T. Alghamdi	*	*	*	**	-	*	6
2020							
15. Adam S. Kharchi	*	*	*	**	*	*	7
2020							

Fuente: Diseño del autor.

*Calidad y comparabilidad evaluada de cada artículo como se describe en la **imagen 6** véase en apartado anexos.

Tabla 3. Evaluación de la validez de los artículos incluidos en esta revisión sistemática de la literatura.

Título	Autor	Objetivo Principal	Muestra	Abstract	Introducción	Materiales Y Metodos	Resultados	Discusión Y Conclusión	Cointervenciones	Ciego Doble ciego O examinador	Prueba de confiabilidad
1.Application of Adipose Tissue Stem Cells in Regenerative Dentistry: A Systematic Review	Sumit Gaur, Rupali Agnihotri 2021	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
2.Treatment of Necrotic Teeth by Apical Revascularization: Meta-analysis	Ling He 2017	X	✓	X	X	✓	✓	✓	X	XX	✓
3.Regenerative Capacity of Dental Pulp Stem Cells: A Systematic Review	Adlin S. Rosaian 2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
4. Therapeutic Potential of Dental Pulp Stem Cells According to Different Transplant Types	Tomasz Staniowski 2021	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
5.Can SHED or DPSCs be used to repair/ regenerate non-dental tissues? A systematic review of <i>in vivo</i> studies	Felipe Perozzo DALTOÉ 2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
6.Clinical and Radiographic Outcomes of Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth after Revascularization/Revitalization Therapy	Tarek Mohamed 2015	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	✓ (ANO-VA)
7.Stem Cell Transplantation for Pulpal Regeneration: A Systematic Review	Karim M. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	✓
8.Limited Evidence Suggests Benefits of Single Visit Revascularization Endodontic Procedures – A Systematic Review	Giampiero Rossi-Fedele 2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
9.Bone, Periodontal and Dental Pulp Regeneration in Dentistry: A Systematic Scoping Review	Luiz Alexandre Chisini 2019	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
10.What is the best long-term treatment modality for immature permanent teeth with pulp necrosis and apical periodontitis?	A. Wikström 2021	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
11.Is revascularization of immature permanent teeth an effective and reproducible technique?	Yu-Po Chen 2015	X	X	✓	X	✓	✓	✓	X	XX	X
12.Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis	Moreno-Hidalgo 2013	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	X	XX	X
13.Dental pulp regeneration via cell homing	S. Eramo 2017	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
14.Regenerative Endodontic Therapy in the Management of Immature Necrotic Permanent Dentition: A Systematic Review	Faisal T. Alghamdi 2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X
15.Regenerative endodontic procedures, disinfectants and outcomes: a systematic Review	Adam S. Kharchi 2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	XX	X

Fuente: Diseño del autor.

7. Discusión

La revisión sistemática de éste proyecto nos presenta resultados beneficiosos al usar como tratamiento la terapia de regeneración pulpar con base a células madre a dientes permanentes con rizogénesis incompleta, los cuales a continuación se mencionan: desarrollo continuo de la raíz, alargamiento y engrosamiento de la pared radicular y el cierre apical (31,32). Los siguientes autores Adam S. Kharchi, Tarek Mohamed A. y Luiz Alexandre Chisini en sus estudios reportan beneficios similares con la terapia regeneradora endodóntica a los que se concluyeron en este trabajo. **Adam S. Kharchi** reportó en su estudio eliminación de los síntomas clínicos, reducción de la presencia de patología radiográfica y aumento de la longitud y el ancho de la raíz (33). **Tarek Mohamed A.** en su estudio, nos presenta que el 90% (18/20) de los casos de revascularización tuvieron resolución completa de lesiones periapicales a 12 meses de seguimiento y todos los casos tuvieron éxito clínico, sin signos ni síntomas de infección activa (32). De la misma manera **Luiz Alexandre Chisini** en su estudio mostró que la regeneración de la pulpa dental se logró mediante revascularización; dicha terapia proporcionó solo tejido reparado similar a la pulpa (34).

Igualmente se encontró que los principales diagnósticos que permiten el tratamiento endodóntico regenerativo en dientes permanentes inmaduros incluyen necrosis pulpar por trauma, caries o anomalías dentales, pulpitis irreversible, defectos periodontales y óseos, raíz inmadura, agrandamiento apical del foramen, fracturas radiculares, periodontitis apical (enfermedad periapical) y casos de retratamiento endodóntico (31). En cuanto a las células madre, la revisión identificó la presencia de células de tejido pulpar de dientes temporales (SHED), células madre de tejido adiposo, células del ligamento periodontal, células mesenquimales derivadas de médula ósea y células de tejido pulpar de dientes permanentes y temporales (DPSC) (34,35). Los andamios más utilizados en los estudios revisados se incluyen en apartado anexos (**véase imagen 7. Andamios**) (34,36–40).

Los resultados de los artículos seleccionados en esta revisión sistemática mostraron que la regeneración pulpar y de otros tejidos, como el ligamento periodontal, el cemento y el hueso, pueden tratarse de manera efectiva a través de estudios in vivo (36). Se descubrió que la versatilidad de usar diferentes tipos de injertos de células madre, incluido el autotrasplante, el alotrasplante y el xenotrasplante, son un factor beneficioso en el tratamiento de regeneración pulpar (37). La importancia de los factores de crecimiento y las moléculas de señalización en la formación de nuevos vasos sanguíneos también se presentan como datos importantes ya que ayudan a lograr una revascularización pulpar (37).

El período de seguimiento de los estudios en humanos fue de 18 a 24 meses, ya que la regeneración de la periodontitis apical y la maduración de las raíces lleva tiempo. La población estudiada tenía edades comprendidas entre los 6 y los 18 años con dientes permanentes inmaduros (31,32).

El potencial regenerativo de las DPSC y las células SHED en tejidos no dentales ha sido ampliamente discutido, pero los estudios in vivo han demostrado que estas células pueden formar vasos sanguíneos, huesos, nervios, miocardio y piel (35). Los autores enfatizaron la necesidad de radiografías estandarizadas para cuantificar los cambios en los resultados clínicos y radiográficos después de realizar un tratamiento de revascularización y/o revitalización (32). Aunque se han asociado resultados positivos con el uso de hipoclorito de sodio (NaOCL) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como soluciones de irrigación de conductos radiculares, los estudios en animales presentan enfermedades inducidas experimentalmente, mientras que los estudios en humanos presentan la patología bien establecida (31).

Esta revisión sistemática tiene como principal limitación que la mayoría de los estudios reportados son series de casos, lo que significa que los autores solo comparten casos exitosos y favorables. Además, el número limitado de estudios in vivo en humanos analizados y la diversidad de estudios incluidos dificultan determinar los pasos, materiales o tipos de células y andamios más apropiados para diversos diagnósticos en los que se puede realizar la terapia de revascularización

pulpar. El éxito o el fracaso de una técnica de restauración debe considerarse de varias características relacionadas con la técnica y el paciente. Aunque la revascularización es una alternativa favorable, la eficacia de la regeneración endodóntica debe evaluarse más a fondo a través de ensayos clínicos aleatorizados para establecer un protocolo oficial para este procedimiento y proporcionar un mayor nivel de evidencia científica (41,42).

8. Conclusiones

En la odontología moderna se ha hablado de las células madre pulpares porque tienen capacidad pluripotente (capacidad de diferenciarse en cualquier tipo de tejido o célula correspondiente a los 3 linajes embrionarios: endodermo, ectodermo y mesodermo) y tienen gran potencial para regenerar, sumando a esto son células de fácil acceso, ya que podrían recolectarse de dientes extraídos con fines de ortodoncia o de dientes sometidos a tratamientos de endodoncia (37,43). En esta revisión se termina aprobando la terapia de regeneración endodóncica haciendo uso de células madre en conjunto de andamios, para beneficiar y favorecer a la revascularización del tejido pulpar, a un desarrollo continuo de la raíz, alargamiento y engrosamiento de la pared radicular y el cierre apical; sin olvidar la enorme importancia que tiene una correcta desinfección del conducto radicular con pasta de dos o tres antibióticos (metronidazol, ciprofloxacino, minociclina o cefaclor) y la irrigación adecuada también cumple un rol indispensable con hipoclorito de sodio al 5.25% y EDTA al 17% (39,40).

Los resultados de esta revisión resaltan la importancia y el gran beneficio de la revascularización del conducto radicular y describen a la terapia de regeneración endodóncica basada en células madre como exitosa. Además, la evaluación de varios fármacos utilizados en la apexificación proporciona información valiosa sobre los métodos de tratamiento óptimos para dientes permanentes con formación radicular incompleta.

Este trabajo contribuye al conocimiento existente al proporcionar una evaluación integral del estado actual de la regeneración endodóncica utilizando células madre pulpares. Los resultados de esta revisión sirven como un recurso valioso para dentistas e investigadores, ofreciendo orientación en el tratamiento óptimo de dientes permanentes con formación radicular incompleta.

9. Referencias

1. J.A Duran, A.B Guzman, E.C Flores. Tratamiento de regeneracion endodontica en pulpa vital y necrotica, utilizando fibrina rica en plaquetas y Biodentine: reporte de caso. Revista multidisciplinaria de la Universidad de El Salvador. 2021;4(1):39–49.
2. B sui, C. Chen, X. Kou. Regeneracion pulpar funcional mediada por celulas madre pulpares. Revista de investigacion dental. 2019;98(1):27–35.
3. Regeneración ósea como un ejemplo de ingeniería tisular en odontología, con énfasis en el desarrollo de los andamios. Odontoestomatología. 2020 Dec 12;22(36).
4. Dager S, Lao N, Pérez U, Cosme R, Deyá N. Endodontic regeneration with stem cells. MEDISAN. 2014 Dec;18(12):1726–37.
5. Ulloa MB, Latina U, Rica DC, Rica C, Alfaro CG, Latina U, et al. Revascularización en un molar inferior, con un tercio de formación radicular. 2019;87–97.
6. Díaz FX, Hernández AC, García GD, Tenorio F. Manejo de dientes con rizogénesis incompleta. :2.
7. Andrés H, Zaldívar N. Traumatismos dentarios : un acercamiento imprescindible. 2017;56(265):113–8.
8. Soares TRC, Jural LA, Sant’ana I, Luiz RR, Antunes LAA, Risso P de A, et al. Risk factors for different types of traumatic injuries in primary teeth. Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr. 2020;20:1–7.
9. Bücher K, Metz I, Pitchika V, Hickel R, Kühnisch J. Flowable composite as a direct restoration technique for primary molars. Eur J Paediatr Dent. 2017;18(3):247–50.
10. Retana-Lobo DDS, MSD C. Dental Pulp Regeneration: Insights from Biological Processes. Odovtos - International Journal of Dental Sciences. 2017 Nov 16;20(1):10–6.
11. Liang Z, Kawano S, Chen W, Sadrkhani MS, Lee C, Kim E, et al. Minced Pulp as Source of Pulpal Mesenchymal Stem Cells with Odontogenic Differentiation Capacity. J Endod. 2018 Jan 1;44(1):80–6.
12. Bucchi C. Tratamiento del Diente Permanente Necrótico. Un Cambio de Paradigma en el Campo de la Endodoncia Treatment of the Necrotic Permanent Tooth. A Paradigm Shift in Endodontics. Vol. 14, Int. J. Odontostomat. 2020.

13. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. Vol. Capítulo 16. Elsevier Science; 2011. 602–616 p.
14. Barzuna M, GC. revascularizacion en un molar inferior, con un tercio de formacion radicular. ODONTOLOGIA VITAL. 2019;30:87–97.
15. Cohen, Stephen, Hargreaves, Kenneth M, Berman, LouisH. Cohen. Vías de la Pulpa + ExpertConsult. Vol. Capítulo 17. 2011. 620–652 p.
16. Paz AG, Maghaireh H, Mangano FG. Stem cells in dentistry: Types of intra- and extraoral tissue-derived stem cells and clinical applications. Vol. 2018, Stem Cells International. Hindawi Limited; 2018.
17. Zhou LL, Liu W, Wu YM, Sun WL, Dörfer CE, Fawzy El-Sayed KM. Oral Mesenchymal Stem/Progenitor Cells: The Immunomodulatory Masters. Vol. 2020, Stem Cells International. Hindawi Limited; 2020.
18. Kwack KH, Lee HW. Clinical Potential of Dental Pulp Stem Cells in Pulp Regeneration: Current Endodontic Progress and Future Perspectives. Vol. 10, Frontiers in Cell and Developmental Biology. Frontiers Media S.A.; 2022.
19. Carla M, Valle C, Isabel L, Martínez L. Células madre y su aplicación en Estomatología Stem cells and their application in Dentistry. 2019;2(2):137–52.
20. Stanowski T, Zawadzka-Knefel A, Skośkiewicz-Malinowska K. Therapeutic potential of dental pulp stem cells according to different transplant types. Vol. 26, Molecules. MDPI; 2021.
21. Kim SG. A cell-based approach to dental pulp regeneration using mesenchymal stem cells: A scoping review. Vol. 22, International Journal of Molecular Sciences. MDPI; 2021.
22. Rivas Escobar P, Torres Ramos G, López Ramos RP. Revascularización en incisivo permanente joven no vital post traumatismo dental: Reporte de caso. Revista de Odontopediatría Latinoamericana. 2021 Jul 1;11(2).
23. Batista Sánchez T, Oniel Tamayo Ávila J, Soto Segueo M, Paz Gil L. Traumatismos dentarios en niños y adolescentes/ Dental Trauma in Children and Adolescents. Correo Científico Médico de Holguín [Internet]. 2016 [cited 2022 Oct 17];20(4):741–56. Available from: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/991>
24. Pederielli S, Mirelli C, Pozzi F, Gianni AB, Biagi R. Dental trauma at a university dental clinic in milan including the sars-cov-2 period. Dent J (Basel). 2021 Dec 1;9(12).
25. Lincoln L, Herrada M, Felipe J, Añaños H. Traumatismos dentales en dentición. 2012;22(1):42–9.

26. Zaky SH, Shehabeldin M, Ray H, Sfeir C. The role of inflammation modulation in dental pulp regeneration. *Eur Cell Mater.* 2021;41:184–93.
27. Conde MCM, Chisini LA, Sarkis-Onofre R, Schuch HS, Nör JE, Demarco FF. A scoping review of root canal revascularization: relevant aspects for clinical success and tissue formation. Vol. 50, *International Endodontic Journal.* Blackwell Publishing Ltd; 2017. p. 860–74.
28. Luiza A, Silva C. Traumatismo severo en diente permanente joven : reporte de un caso Traumatismo severo en dientes permanentes jóvenes : reporte de caso. 2020;1–5.
29. Norma de la Caridad Tellez Tielves, Analina Afre Socorro, Idania Diaz Cabeza. Efectividad de la terapia laser e hidroxido de calcio en la apicoformacion. *Revista de Ciencias Medicas de Pilar del Rio.* 2021;25(1):1–8.
30. Becerra Buitrago DP. Manejo de revascularizacion/ revitalizacion pulpar en un segundo premolar inferior izquierdo con absceso apical cronico: reporte de caso.
31. Rossi-Fedele G, Kahler B, Venkateshbabu N. Limited evidence suggests benefits of single visit revascularization endodontic procedures – a systematic review. *Brazilian Dental Journal.* 2019 Nov 1;30(6):527–35.
32. Saoud TMA, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and radiographic outcomes of traumatized immature permanent necrotic teeth after revascularization/revitalization therapy. *Journal of Endodontics.* 2014;40(12):1946–52.
33. Kharchi AS, Tagiyeva-Milne N, Kanagasingam S. Regenerative Endodontic Procedures, Disinfectants and Outcomes: A Systematic Review. *Prim Dent J.* 2020 Dec 1;9(4):65–84.
34. Chisini LA, Conde MCM, Grazioli G, Martin ASS, de Carvalho RV, Sartori LRM, et al. Bone, periodontal and dental pulp regeneration in dentistry: A systematic scoping review. *Brazilian Dental Journal.* 2019 Mar 1;30(2):77–95.
35. Daltoé FP, Mendonça PP, Mantesso A, Deboni MCZ. Can SHED or DPSCs be used to repair/regenerate non-dental tissues? A systematic review of in vivo studies. Vol. 28, *Brazilian oral research.* 2014.
36. Gaur S, Agnihotri R. Application of adipose tissue stem cells in regenerative dentistry: A systematic review. Vol. 11, *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry.* Wolters Kluwer (UK) Ltd.; 2021. p. 266–71.

37. Staniowski T, Zawadzka-Knefel A, Skośkiewicz-Malinowska K. Therapeutic potential of dental pulp stem cells according to different transplant types. Vol. 26, *Molecules*. MDPI; 2021.
38. Fawzy El-Sayed KM, Jakusz K, Jochens A, Dörfer C, Schwendicke F. Stem cell transplantation for pulpal regeneration: A systematic review. Vol. 21, *Tissue Engineering - Part B: Reviews*. Mary Ann Liebert Inc.; 2015. p. 451–60.
39. Wikström A, Brundin M, Lopes MF, el Sayed M, Tsilingaridis G. What is the best long-term treatment modality for immature permanent teeth with pulp necrosis and apical periodontitis? Vol. 22, *European Archives of Paediatric Dentistry*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2021. p. 311–40.
40. Eramo S, Natali A, Pinna R, Milia E. Dental pulp regeneration via cell homing. Vol. 51, *International Endodontic Journal*. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 405–19.
41. Chen YP, Jovani-Sancho M del M, Sheth CC. Is revascularization of immature permanent teeth an effective and reproducible technique? *Dental Traumatology*. 2015 Dec 1;31(6):429–36.
42. Moreno-Hidalgo MC, Caleza-Jimenez C, Mendoza-Mendoza A, Iglesias-Linares A. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis. Vol. 47, *International Endodontic Journal*. 2014. p. 321–31.
43. Rosaian AS, Rao GN, Mohan SP, Vijayarajan M, Prabhakaran RC, Sherwood A. Regenerative capacity of dental pulp stem cells: A systematic review. Vol. 12, *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2020. p. S27–36.
44. Pereira AC, Carolina A, Laurindo C. Alternativas clínicas para el tratamiento de dientes traumatizados con rizogénesis incompleta : una visión actualizada. 2016;26(4):271–80.

10. Anexos

Imagen 6. Escala para medir calidad de los artículos Newcastle-Ottawa modificada para Revisión de la Literatura.

Criteria	Acceptable (star awarded):	Unacceptable (star not awarded):
<i>Representativeness of exposed cohort</i>	Population-based	Hospital-based
<i>Selection of non-exposed cohort</i>	Same setting as exposed cohort	Different setting from exposed cohort
<i>Ascertainment of exposure</i>	Secure records or directly measured	Self-reported information
<i>Comparability</i>	Excluded or adjusted for prior outcome in analysis	No exclusion of prior outcome in previous pregnancy
	Adjusted for age, race, smoking and interpregnancy interval	Did not adjust for age, race, smoking and interpregnancy interval
<i>Outcome of interest</i>	Secure records or directly measured	Self-reported information
<i>Adequacy of follow-up</i>	Adjusted for missing data or follow-up > 1 month.	No statement regarding missing data. No follow-up after birth.

Fuente: Extraída de Ítems de Newcastle-Ottawa Scale para revisión sistemática de la literatura.

Imagen 7. Andamios

ANDAMIOS
<i>Gelfoam (esponja estéril)</i>
<i>PLGA (membrana de polímero poliglicólico-poliláctico)</i>
<i>Hueso bovino (BioOss)</i>
<i>PRF (plasma rico en factores)</i>
<i>PRP (plasma rico en plaquetas)</i>
<i>Componentes de la dentina (amelogenina)</i>
<i>Factores de crecimiento</i>
<i>Células endoteliales</i>
<i>Fibroblastos básicos (VEGF-2 y bfgf)</i>
<i>Membrana de colágeno (atelocolágeno, una mezcla de colágeno tipo I y III)</i>
<i>Coágulo de sangre</i>

Fuente: Diseño del autor. Andamios más utilizados como coadyuvantes en la terapia de regeneración pulpar con células madre.