



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

TÍTULO DEL TFG

URGENCIAS ODONTOLÓGICAS :

**TRATAMIENTO DE DIENTES PERMANENTES
NECRÓTICOS CON ÁPICE INMADURO :**

Una revisión sistemática.

Presentado por: Sabrina DOUIRI

Tutor/es : Gracia GALÁN GIL

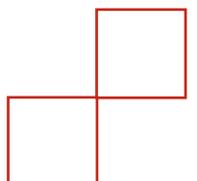
CURSO 2021/2022

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

universidadeuropea.com





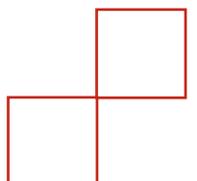
**Universidad
Europea** VALENCIA

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

universidadeuropea.com



Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento,

En primer lugar, a mis padres por su constante apoyo y paciencia, que me han acompañado durante la realización de este trabajo, y han sido un gran punto de motivación y entusiasmo, gracias por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Una mención muy especial a mis abuelos por su apoyo incondicional desde el comienzo de mi carrera.

Así mismo agradecer, a mis amigos y compañeros, en especial a Margaux Danneels, Agathe Beck y Julie Cipriani, por apoyarme día a día en todo momento desde hace 5 años, y también a Kenza el Alaoui que ha sido una de las mejores personas que he conocido durante mi carrera.

Gracias a mis primos, que son realmente como hermanos, a mis tíos y tías, por estar siempre ahí, por ser un pilar fundamental, apoyándome en todo lo que necesito.

Me gustaría agradecer a todas las personas que han hecho posible este trabajo. En especial, a mi tutora Gracia Galán Gil, por su constante ayuda y profesionalismo, así como por sus orientaciones siempre acertadas. También a mis profesoras de TFG, Amparo Aloy Propsper y Mónica Isabel Perdomo Lovera, que han mostrado una gran paciencia y empatía, gracias por haberme acompañado desde el principio de este año y tomado el tiempo necesario para guiarme con todo.

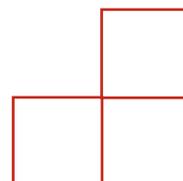
Gracias a todos por haber contribuido a que las dificultades de este trabajo sean mucho más fáciles de superar.

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

universidadeuropea.com



Índice

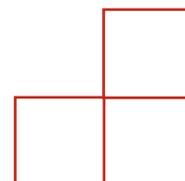
Listado de símbolos y siglas	1
Listado de tablas y figuras	2
Resumen/ Abstract	4
Palabras clave	4
Introducción	6
I. Conceptos	6
II. Aspectos patológicos	9
III. Aspectos terapéuticos	11
IV. Técnicas terapéuticas	13
Justificación	19
Hipótesis y objetivos	21
Materiales y métodos	22
Resultados	27
Discusión	44
Conclusión	52
Bibliografía	53
Anexos	61

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

universidadeuropea.com



Listado de símbolos y siglas

Ca(OH)₂ o HC : Hidróxido de calcio

ER : Endodoncia regenerativa

REP : Procedimiento de endodoncia regenerativa (revascularización pulpar)

MIC : Medicación intraconducto

NaOCl : Hipoclorito de Sodio

MTA : Mineral Trióxido Agregado

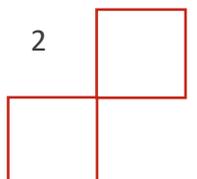
UAC : Unión amelo cementaria

TPA : Triple pasta antibiótica

DAP : Doble pasta antibiótica

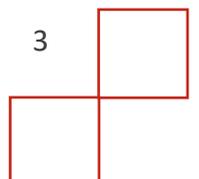
Índice de figuras

Figura 1. Estadios de Nolla del desarrollo de piezas dentarias permanentes	7
Figura 2. Esquema sobre el desarrollo de los tejidos dentinarios	8
Figura 3. Elección del tratamiento adecuado según el caso, en dientes permanentes inmaduros	11
Figura 4. Técnica de aplicación del sello apical con MTA	15
Figura 5. Diagrama de flujo.....	28



Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de las propiedades y desventajas del Ca(OH) ₂	14
Tabla 2. Tabla de las propiedades y desventajas del MTA	15
Tabla 3. Tablas de las propiedades de Ca(OH) ₂ vs MTA	16
Tabla 4. Tablas de las ventajas y desventajas de la RE.....	18
Tabla 5. Tabla de la búsqueda sistemática	25
Tabla 6. . Artículos excluidos en fase de full-text con el motivo de exclusión.....	29
Tabla 7. Guía de CASPE	31
Tabla 8. La escala de Newcastle-Ottawa (NOS)	32
Tabla 9. Tablas de resultados	37



Resumen

Introducción : En la actualidad, hay diferentes tratamientos para tratar los dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro, entre los cuales tenemos la revascularización pulpar y la apicoformación. El objetivo de esta revisión sistemática es la evidencia científica de la eficacia de la revascularización pulpar y apicoformación para el manejo de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro. Además de compararlos y determinar cuál proporciona los mejores resultados clínicos y radiográficos.

Materiales y métodos : La búsqueda se realizó a través de PubMed y Scopus hasta febrero 2022 para seleccionar ensayos clínicos aleatorizados y estudios observacionales que compararon los tratamientos de revascularización pulpar y apicoformación evaluando los resultados clínicos y radiográficos. Se recopilaron un total de 351 artículos de las 2 bases de datos. Después de los criterios de exclusión, 3 estudios fueron incluidos en el estudio. Además, se escogieron cuatro estudios más a través de citas de otros estudios relevantes, quedando así un total de 7 estudios utilizados para esta revisión sistemática y de los cuales se evaluó el riesgo de sesgo. Así, se establecieron comparaciones de los resultados clínicos y radiográficos de cada uno de los tratamientos.

Resultados : Todos los estudios escogidos se clasificaron como de "alta calidad". La comparación de la revascularización pulpar con la apicoformación a nivel clínico y radiográfico no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El éxito clínico y radiográfico oscila entre 76.47% y 100% para la revascularización pulpar, 77.3% y 100%, 80.77% y 100% para la apicoformación con CaOH₂ y MTA, respectivamente.

Conclusión : En la presente revisión sistemática, los resultados evaluaron que tanto las técnicas de revascularización pulpar como las de apicoformación tenían las mismas tasas de éxito y supervivencia y demostraron ser eficaces en el tratamiento de los dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro.

Palabras clave

Revascularización pulpar, apicoformación , dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro, necrosis pulpar, apicoformación con hidróxido de calcio, barrera apical de agregado de trióxido mineral.

Abstract

Background : Pulp affectation produced by different aetiologies in permanent teeth with immature apex, produces a change in tooth colour and root development stops. The tooth then presents very thin walls that could lead to a future fracture of the necrotic tooth. Currently, there are different treatments to treat necrotic permanent teeth with immature apex, among which we have pulp revascularization and apexification. The aim of this systematic review is to analyse the scientific evidence of the efficacy of both techniques for the management of necrotic permanent teeth with immature apex. In addition to comparing them and determining which provides the best clinical and radiographic results.

Materials and methods: The literature was screened through PubMed and Scopus until February 2022 to select randomized clinical trials and observational studies that compared pulp revascularization and apexification treatments evaluating clinical and radiographic results. A total of 351 articles were retrieved from the 2 databases. Following exclusion criteria, 3 studies were selected for the study. In addition, 4 more studies were chosen through references of other relevant studies, thus leaving a total of 7 studies used for this systematic review and of which the risk of bias was evaluated. Thus, comparisons of the clinical and radiographic results of each of the treatments were established.

Results: All selected studies were classified as "high quality". The comparison of pulp revascularization with apexification at the clinical and radiographic level did not show statistically significant differences between the treatments. The clinical and radiographic success ranges between 76.47% and 100% for pulpal revascularization, 77.3% and 100%, 80.77% and 100% for apicoformation with CaOH₂ and MTA, respectively.

Conclusion : In the present systematic review, the results evaluated that both pulp revascularization and apexification techniques had the same success and survival rates and proved to be effective in the treatment of necrotic permanent teeth with immature apex.

Keywords

Pulp revascularization, apexification, necrotic permanent teeth with immature apex, pulp necrosis, calcium hydroxide apexification, mineral trioxide aggregate apical barrier

INTRODUCCIÓN

I. Conceptos

El manejo de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduros es un tema controvertido y imprevisible a nivel clínico ya que la raíz del diente todavía no ha terminado su desarrollo. La dificultad de su tratamiento radica en la imposibilidad de crear un buen cierre apical, además la pared de la dentina es muy fina pudiendo así provocar futuras fracturas de la raíz. Podemos distinguir varias causas de necrosis pulpar dentro de ellas, traumatismos, anomalías dentales y caries. A lo largo de los años se han desarrollado diferentes técnicas para el manejo del tratamiento de los dientes permanentes necróticos, empezando con apicoformaciones y más recientemente la terapias regenerativas más conocidas como revascularización o revitalización pulpar. Antes de iniciar cualquier tratamiento es muy importante entender correctamente el desarrollo dentinario y la composición de las estructuras dentales, especialmente el desarrollo radicular en la práctica de la endodoncia (1).

1. Embriología : Odontogénesis

El desarrollo de los dientes comienza a partir de brotes epiteliales que se originan en la zona anterior de los maxilares y siguen avanzando hasta alcanzar la zona posterior. Los tejidos germinativos que promueven la formación de las piezas dentarias son : El epitelio ectodérmico y el ectomesénquima. Este último es el que contribuye en la formación del complejo dentinopulpar y induce así la odontogénesis a partir de la cual se desarrollan los dientes en un proceso progresivo :

- Estado yema
- Estado casquete
- Estado campana : Diferenciación
- Formación de la raíz
- Tejidos de soporte : cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar.

Nolla estableció una serie de estadíos (0 a 10) del desarrollo de los dientes, donde el estadío 10 es la formación completa de la constricción apical (1,2).



Figura 1. Fuente : Elaboración propia. Estadíos de Nolla del desarrollo de piezas dentarias permanentes (2).

2. Embriología pulpar : Desarrollo de las estructuras radiculares

Cuando erupciona un diente, la raíz no esta totalmente formada, la longitud de la raíz en este momento esta entre la mitad y los 2/3 del desarrollo completo. La longitud final de la raíz y el cierre apical varían en función de erupción dentaria y el sexo del paciente. Generalmente se puede resumir que los varones tardan más tiempo en formar cada uno de sus dientes tanto en longitud como en grosor de las paredes. (3) Esta última se forma cuando el epitelio dental externo e interno se fusionan formando así el rodete cervical, que se convierte posteriormente en la vaina radicular epitelial de Hertwig. Al proliferarse apicalmente cada vez mas ira englobando la papila dental hasta quedar un foramen apical por lo cual pasan todos los nervios y vasos pulpares. El diámetro del foramen apical maduro mide entre 0.3mm y 0,6mm (3).

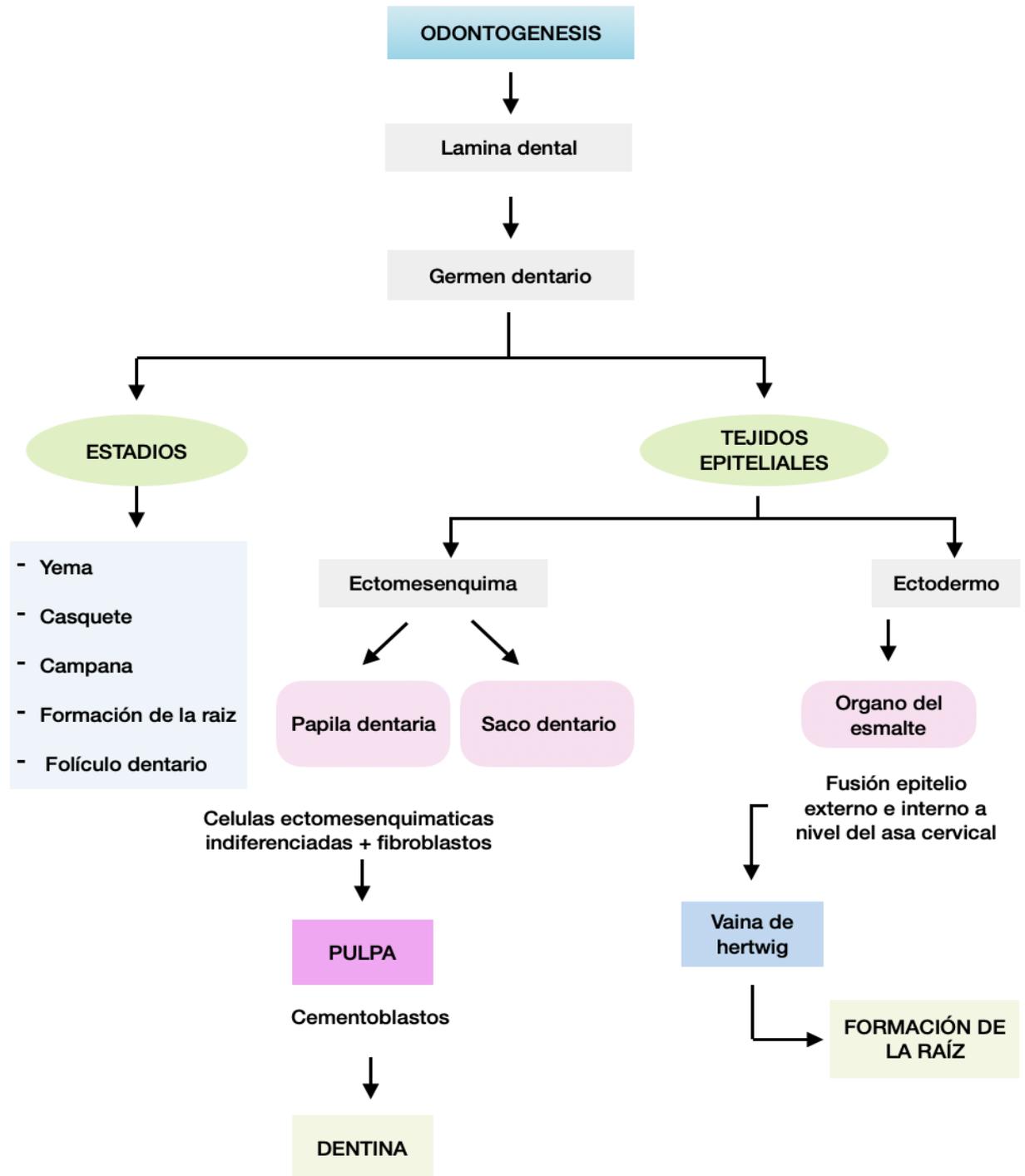
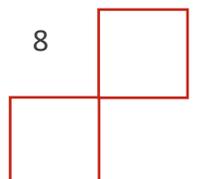


Figura 2. Fuente : Elaboración propia. Esquema sobre el desarrollo de los tejidos dentinarios (3).



II. Aspectos patológicos

○ **Causas de la necrosis pulpar**

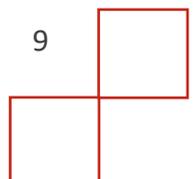
Según numerosos estudios realizados, la etiología de la necrosis pulpar refiere que las causas más comunes son la caries dentales, traumatismos dentales y en ocasiones anomalías dentales tal y como : dens invaginatus y dens evaginatus. La necrosis pulpar tiende a interferir en el crecimiento radicular normal del diente provocando así un diente con ápice abierto (4).

Los traumatismos dentales pueden ser complicados o no complicados, y dependiendo de la intensidad del traumatismo el flujo sanguíneo que llega a la pulpa puede verse comprometido de manera completa o parcial, y si no se restablece correctamente ocurre la necrosis pulpar desencadenando una posible falta de desarrollo radicular (5,6).

La caries dental es una enfermedad multifactorial que involucra diferentes tipos de bacterias, y estas últimas pueden penetrar en la pulpa y causar inflamación a nivel del tejido pulpar. Si las bacterias no se eliminan, producirán una muerte del tejido pulpar por el desarrollo de la inflamación crónica. Los estímulos repetidos o la inflamación a largo plazo reducen la capacidad de la pulpa de repararse. Así, la necrosis pulpar se diseminará a la totalidad del conducto radicular (7,8).

○ **Síntomas de la necrosis pulpar**

La necrosis pulpar en sí no ocasiona dolor ni molestias porque supone la muerte del complejo pulpar por lo cual el diente deja de tener cualquier tipo de sensibilidad. Pero, antes de llegar a la necrosis, los dientes pueden presentar sensibilidad frente a diferentes tipos de estímulos como bebidas frías o alimentos fríos o calientes, comidas o dulces muy azucarados. Estas reacciones inflamatorias se deben a una pulpitis en el tejido pulpar y la no resolución de



estas últimas desencadena la necrosis. La necrosis puede causar la decoloración de la corona debido a la degradación de los tejidos internos del diente. El tiempo que tarda en producirse una necrosis pulpar depende de diferentes factores como la virulencia bacteriana y la capacidad reactiva del huésped. La evolución de la necrosis pulpar en sentido corona-apical, suele conllevar en muchas ocasiones a una periodontitis apical (9).

○ **Tipos de necrosis pulpar**

Existen dos tipos de necrosis pulpar :

- Necrosis por coagulación o aséptica : Cuando hay disminución o bloqueo total de la circulación sanguínea. Es asintomática (9,10).
- Necrosis séptica o gangrena por colonización bacteriana y gran cantidad de exudado inflamatorio y además una gran vascularización. A diferencia de la aséptica, este tipo de necrosis provoca un dolor repentino y muy intenso (9,10).

○ **Diagnóstico de la necrosis pulpar**

En la mayoría de los casos, se detecta la necrosis pulpar por presencia de una coloración distinta de la corona del diente durante el examen clínico. Sino, por una historia de un dolor intenso que de repente cesó. Cuando se sospecha una necrosis hay que diagnosticarla mediante radiografías dentales, donde generalmente hay un aumento en el grosor habitual del ligamento periodontal. Además, se deben realizar pruebas de vitalidad aplicando frío, cambios de temperatura o eléctricas al diente para averiguar si responde favorablemente al estímulo, si no hay reacción a los estímulos, el diente está necrótico (9,10).

III. Aspectos terapéuticos

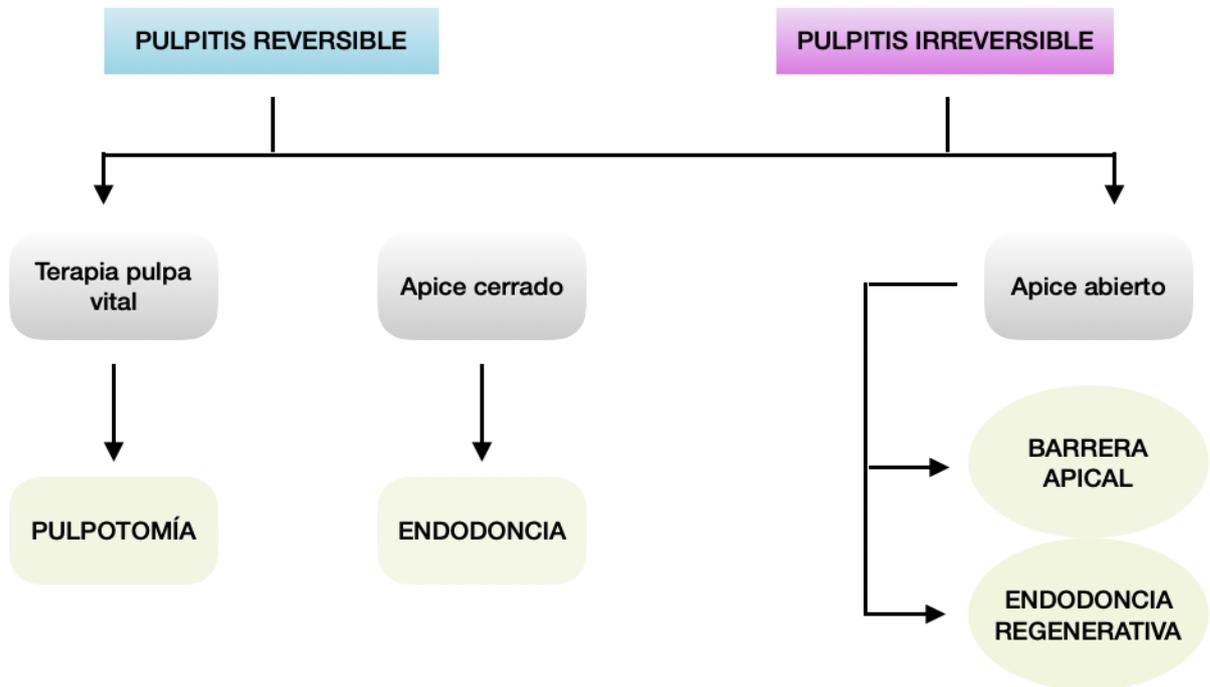
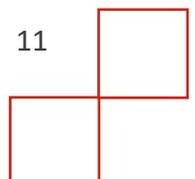


Figura 3. Fuente : Elaboración propia. Elección del tratamiento adecuado según el caso, en dientes permanentes inmaduros (11).

El resultado ideal del tratamiento es promover el desarrollo adecuado y continuo de la raíz con un buen cierre apical y así restablecer el funcionamiento correcto del complejo dentino-pulpar. Además, se busca una reducción de la sintomatología que padece el paciente y del riesgo de fractura radicular. Es imprescindible mantener los dientes permanentes con ápice inmaduro y con necrosis en boca, más bien para sus funciones tanto estéticas, masticatorias como mantenimiento del hueso y el alveolo ya que esta contraindicada la colocación de implantes hasta el completo desarrollo craneofacial (12).

Existen dos tipos de técnicas terapéuticas según el nivel de desarrollo radicular y el grado de afectación pulpar :



- Apicoformación : Cuando hay necrosis pulpar.
- Apicogénesis : Su objetivo es mantener la vitalidad pulpar para conseguir un cierre apical completo, puede ser temporal o permanente. Se realiza este proceso con distintas técnicas dependiendo del grado de afectación pulpar : Pulpotomía, pulpotomía parcial, recubrimiento pulpar directo (3,11).

El tratamiento de los dientes permanentes con ápice inmaduro que presentan necrosis pulpar constituye un gran reto para los profesionales de la odontología, por tener unas paredes dentinales muy débiles y un gran riesgo de fractura corona-radicular que conlleva a un pronóstico desfavorable. Además, cabe mencionar, la presencia de un ápice abierto, y el riesgo en la fase de instrumentación que podría debilitar aun más las paredes dentinales, así como las dificultades de la correcta limpieza de los conductos como el posterior sellado por falta de constricción a nivel apical (3,11,13,15).

La apicoformación con hidróxido de calcio Ca(OH)_2 fue el proceso terapéutico alternativo de elección para lograr un cierre apical adecuado y permitir un desarrollo radicular normal que podría permitir la realización de una técnica endodóntica convencional a posteriori (3,13–15).

Actualmente, y conforme se fueron observado complicaciones en este proceso, se destacó la posibilidad de realizar otro tipo de tratamiento que permite controlar y mejorar las limitaciones que presenta la técnica de apicoformación y así conseguir resultados óptimos. Este proceso se denomina : Regeneración endodóntica (RE) (3,13–15).

IV. Técnicas terapéuticas

Hoy en día se aplican diferentes técnicas terapéuticas :

IV.I Apicoformación con Hidróxido de calcio Ca(OH)_2

Cuando se producen daños irreversibles en la pulpa por necrosis, durante el periodo de desarrollo dentario, provocando así consecuencias a nivel del crecimiento fisiológico de la raíz dental, hay que proceder con una intervención terapéutica con la técnica denominada apicoformación. Esta última tiene como objetivo promover la formación de una barrera apical calcificada que proporcione un tope y permita un sellado apical adecuado, facilitando así el relleno del conducto con material de obturación, en este caso el hidróxido de calcio (3,13,14,16,17).

Esta técnica fue desarrollada por Frank entre 1964 y 1966 y alcanzó gran popularidad pasando a denominarse “técnica de Frank”. El Ca(OH)_2 es el medicamento intraconducto utilizado con mayor frecuencia por sus propiedades alcalinas. Al ser compatible con vehículos hidrosolubles como: solución fisiológica, agua destillada, hipoclorito de sodio, clorhexidina. Se ha comprobado que al mezclarlo con estas sustancias, los resultados siguen siendo iguales y que no se ha provocado ningún cambio en cuanto a su función. Por tal razón, se han prefabricado sobres de hidróxido de calcio a los cuales se les añadía este tipo de sustancias para reducir su solubilidad en fluidos tisulares, facilitar el majeo y aportarle mayor radiopacidad (3,13,14,16,17).

Tabla 1. Tabla de las propiedades y desventajas del Ca(OH)_2 (16,17).

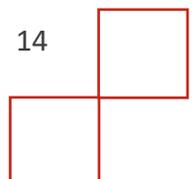
PROPIEDADES	DESVENTAJAS
Estimulación de la calcificación, y inicia los procesos reparativos por la activación osteoblastica	Varia en el tiempo del tratamiento
Antibacteriano potente y disuelve el tejido pulpar	No fortalece las paredes dentales delegadas
Facil de manipular	Falta de crecimiento radicular y alteraciones de las propiedades mecánicas por cambios en la estructura de la dentina
Reduce la inflamación y sella los conductos	Difícil seguimiento

Fuente : Elaboración propia.

IV.II Formación tapón/barrera apical con MTA

Desde 1999 fue aprobado y se ha empezado a emplear un nuevo material en Endodoncia, el Agregado de Trióxido Mineral (MTA), biocompatible y antibacteriano, buen sellador en la cámara pulpar, el sistema del conducto radicular y los espacios periradiculares como tapón apical en los tratamientos de apicoformación. La preparación de los conductos es parecida a la del tratamiento de apicoformación con Ca(OH)_2 . Para obtener resultados óptimos y una desinfección intracanal total, es aconsejable mantener un medicamento intraconducto con Ca(OH)_2 durante una semana. Esta técnica sigue siendo preferible a la de la apicoformación con Ca(OH)_2 , ya que presenta menos riesgo de fractura radicular y requiere menos tiempo (3,17).

En la actualidad, existen otros materiales que se pueden emplear para producir una barrera o tapón apical como los silicatos de calcio, entre ellos el Biodentine; y según algunos estudios clínicos el Biodentine presenta un resultado favorable y refieren una mejor manipulación al momento de ingresar y



formar el tapón apical en el conducto radicular, pero en este estudio no se ha tenido en cuenta el uso de este último (3,17).

Tabla 2. Tabla de las propiedades y desventajas del **MTA** (17).

PROPIEDADES	DESVENTAJAS
Buena biocompatibilidad	Difícil manejo
Buen sellado apical favorece la regeneración ósea	Falta de desarrollo radicular fisiológico
Tiempo de sellado razonable (4h)	Riesgo de sobreobturación
Menos riesgo de fractura	

Fuente : Elaboración propia.

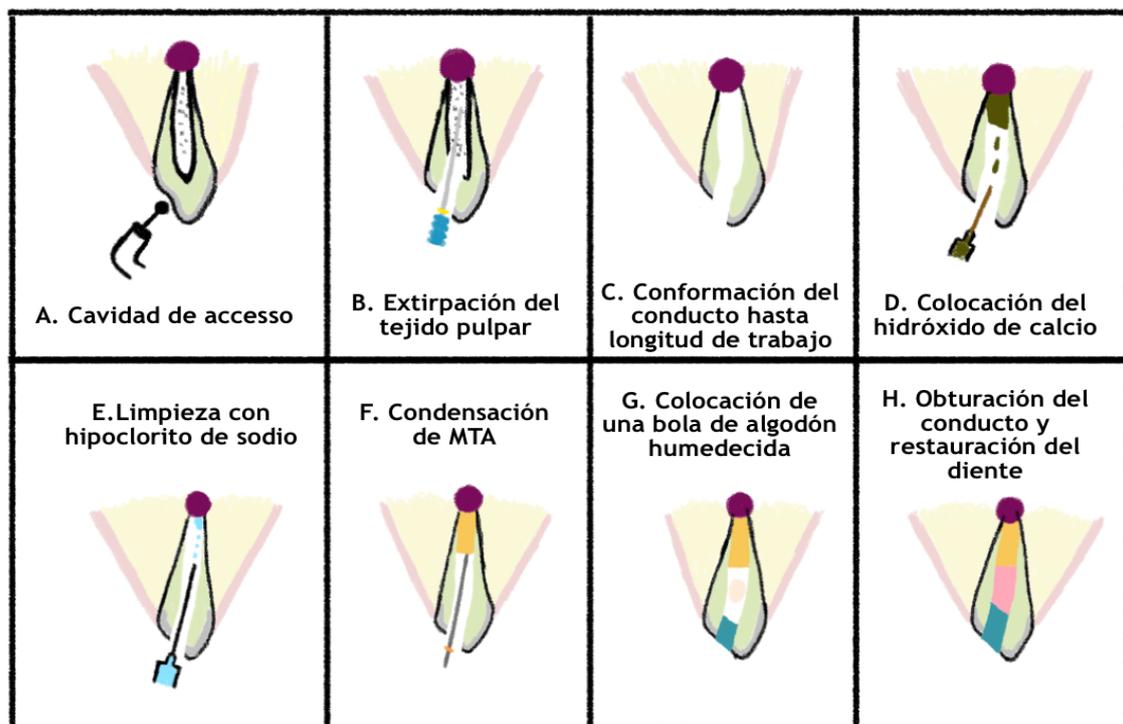


Figura 4. Formación de tapón apical con MTA. **Fuente :** Elaboración propia (17).

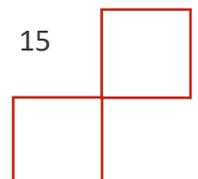


Tabla 3. Tabla de las propiedades de **Ca(OH)₂** vs **MTA** (17).

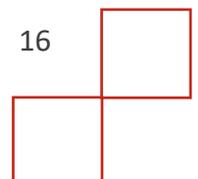
	Ca(OH) ₂	MTA
Filtración	SI	NO
Tiempo de fraguado	NO FRAGUA	LENTO (4H)
Facilidad de manejo	SI	NO
Barrera calcificada apical	SI	SI
Coste del material	BAJO/MODERADO	ELEVADO
N° de sesiones	VARIAS	POCAS
Retirada del material	SI	NO
Complicaciones apicales	- Perdida de control del paciente - Fracturas	- Grosor del tapón - Sobreobtusión

Fuente : elaboración propia.

IV.III Endodoncia regenerativa

La endodoncia regenerativa, también llamada revitalización/revascularización es una terapia biológica que tiene por objetivo recuperar o reemplazar los tejidos dentales dañados o perdidos, incluyendo dentina, estructuras radiculares y células del complejo dentino-pulpar. La endodoncia regenerativa sigue los principios de la triada de ingeniería de tejidos : células madre, factores de crecimiento y un andamio proteico (13,15,18).

La ventaja por excelencia y que distingue la endodoncia regenerativa de otras técnicas como la apicoformación es el hecho de que genera un desarrollo continuo y favorece la continuación del desarrollo radicular, produciendo así el refuerzo de las paredes dentinales. Esta última se centra en el uso de abundante solución irrigadora y la aplicación de antimicrobianos que permitan conservar el máximo tejido remanente pulpar del tercio apical. Entre los medicamentos



usados para la desinfección lo más común es introducir una mezcla compuesta por metronidazol, ciprofloxacina y minociclina : Triple pasta antibiótica, aunque también está extendido el uso de Ca(OH)_2 (13,15,18–28).

Para el éxito de la regeneración endodóntica se hace un desbridamiento del conducto y la colocación de la triple pasta antibiótica dentro del conducto, se induce el sangrado para poder ofrecer células madre multipotentes en el conducto radicular y también proporcionar factores de crecimiento para la proliferación y diferenciación de las células madre y andamio proteico. Es aconsejable el uso de anestésico local sin vasoconstrictor. Una vez que inducido el sangrado en el conducto radicular, se forma un coágulo de sangre a nivel de la unión amelo cementaría (UAC), entonces se cubre con una capa de 3-4 mm de MTA o Biodentine y por fin la posterior la restauración del diente más frecuentemente con ionómero de vidrio. Es imprescindible la correcta desinfección del conducto radicular (13,15,18–28).

Para el éxito de esta técnica, se destacan tres puntos claves :

- La desinfección del canal
- La existencia de una estructura que sirva como andamiaje para el crecimiento de tejido.
- Un material sellador que permita aislar la apertura cameral del medio (3,15,21).

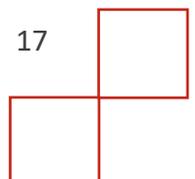
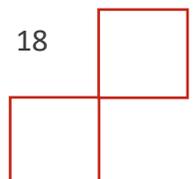


Tabla 4. Tabla de las ventajas y desventajas de la RE (21–23,25,28).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Regeneración del complejo dentino-pulpar recuperando así sus funciones	Varias citas y tiempos largos
Desarrollo radicular fisiológico	No todos los estudios reportan resultados favorables para el continuo desarrollo radicular
Curación del proceso periodontal apical	Falta de cierre apical
Menos riesgo de fracturas corona-radicales	Decoloración es una complicación común

Fuente : elaboración propia.



Justificación

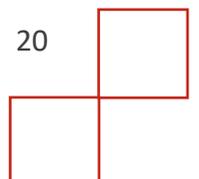
La primera alternativa en odontología siempre opta por un tratamiento conservador que pueda aprovechar del efecto regenerador del diente en vez de reemplazar el tejido vital con materiales odontológicos biocompatibles. Sin embargo, el tratamiento de los dientes permanentes inmaduros necróticos es hoy un tema cuestionable a nivel clínico ya que son dientes que presentan un ápice abierto con poco espesor de las paredes de la dentina haciendo que el tratamiento sea bastante impredecible (1,11,29–31).

Estos pacientes tienden a sufrir caries y traumatismos dentales y acaban con necrosis pulpar, se pueden tratar con apicoformación usando hidróxido de calcio o MTA, teniendo como objetivo el sellado adecuado del ápice, evitando así complicaciones como fracturas, que pueden llevar a la extracción del diente necrótico como ultima alternativa. La otra opción será realizar una revascularización pulpar, desinfectando los conductos radiculares con pasta triantibiótica o hidróxido de calcio, es imprescindible la formación de un coágulo e sangre que permitirá que se sostenga el nuevo tejido formado, y por fin se sella el ápice con MTA (1,11,29–33).

En la actualidad existen 4 revisiones (34–37) sobre el tratamiento de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro, con las técnicas de revascularización pulpar y apicoformación, sin embargo en uno de estos estudios se enfocan en animales, y en los otros 3 se centran en comparar la revascularización y la apicoformación con estudios que analizan los resultados de cada técnica independientemente, con el objetivo de saber cuál presenta mejores resultados mientras que en el presente trabajo de investigación se pretende evaluar estudios que comparan la revascularización y la apicoformación en un mismo estudio, con el fin de conocer cual tiene la mejor eficacia en cuanto al desarrollo fisiológico de la longitud radicular y del grosor de las paredes dentinales en un diente humano.



Esta revisión sistémica va a ofrecer a los profesionales mayor claridad frente a la falta de conocimiento sobre el manejo del tratamiento, con revascularización o técnicas tradicionales de apicorformación, en dientes permanentes con ápice inmaduro, que han sufrido una necrosis pulpar por caries o traumatismos dentales.



HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

La hipótesis del trabajo considera que la revascularización y la técnica de apicoformación son efectivas, a la hora de conseguir el desarrollo radicular en los dientes permanentes inmaduros necróticos.

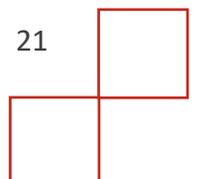
2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Comparar la efectividad de los tratamientos endodóncicos de revascularización pulpar y apicoformación en dientes permanentes necróticos con ápice abierto.

2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar y comparar el cambio en la longitud y espesor de la raíz entre los tratamientos endodóncicos de revascularización y apicoformación.
2. Identificar el éxito/fracaso de la revascularización y apicoformación según la etiología de la necrosis pulpar y/o otros factores desencadenantes.
3. Determinar los beneficios de la revascularización y apicoformación en cuanto al desarrollo fisiológico y la formación de una barrera apical.
4. Conocer los materiales recomendados para la realización de los tratamientos de apicoformación y revascularización pulpar.



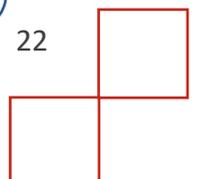
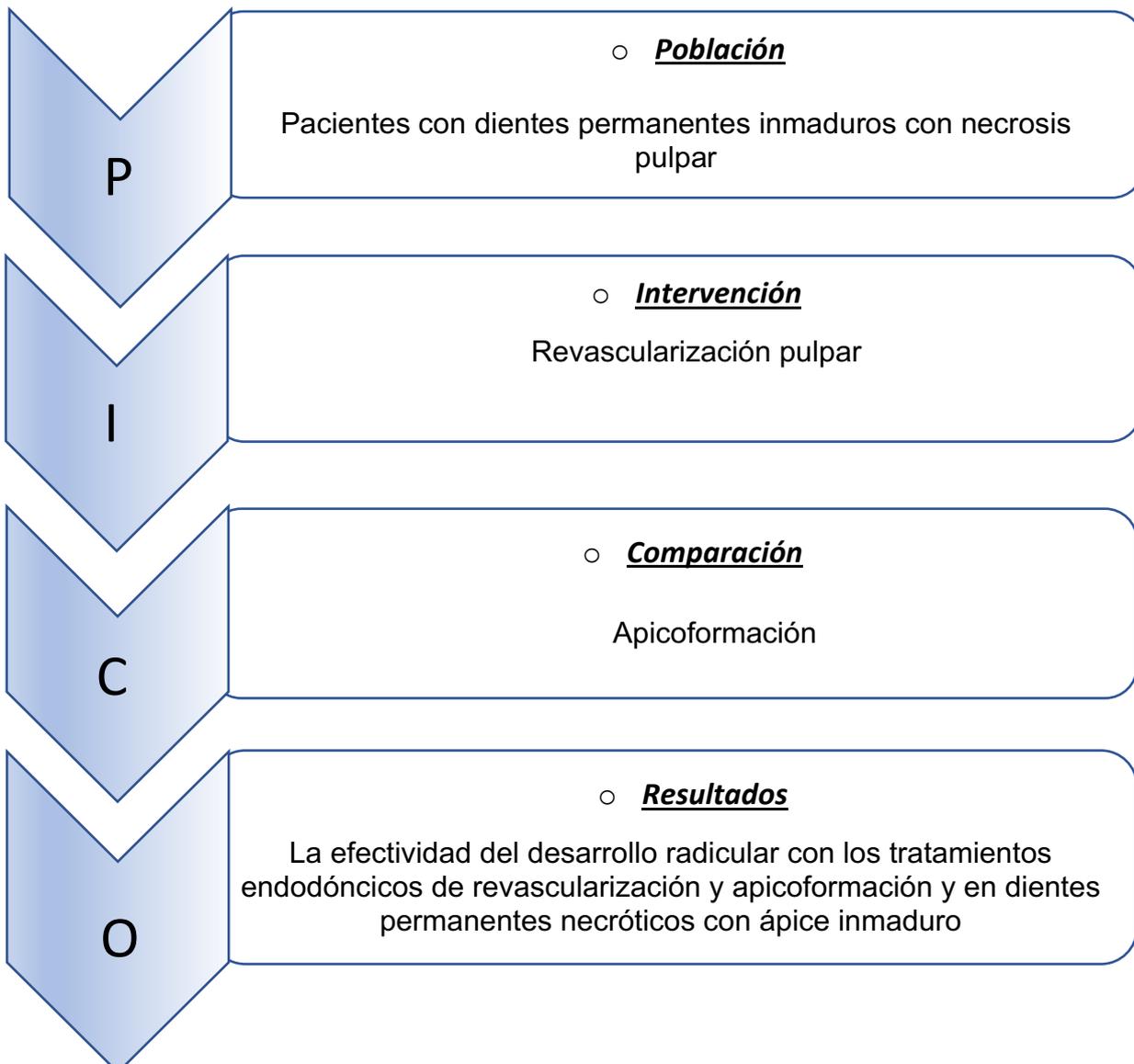
MATERIALES Y METODOS

3.1 Criterios de elegibilidad

3.1.1 Diseño del estudio

Se realizó una revisión sistemática mediante el cual se analizaron artículos de diferentes motores de búsqueda y bases de datos. Esta revisión sistemática se realizó siguiendo la guía Prisma (38), elementos de informes preferidos para red sistemáticas y metaanálisis.

3.1.2 Pregunta del estudio



Pregunta de investigación

¿ En los dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro, la revascularización tiene una eficacia mayor en comparación con la técnica de apicoformación, en cuanto a grado de desarrollo radicular ?

• Criterios de inclusión

Para acotar los resultados de la búsqueda, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión :

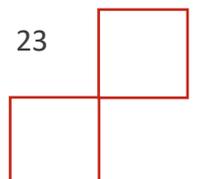
- Antigüedad de los artículos : 2011-2022
- Estudios realizados sobre humanos
- Estudios que comparan las técnicas de revascularización pulpar y apicoformación.
- Tipo de estudio : ensayos clínicos, estudios observacionales.

• Criterios de exclusión

De la misma manera se aplicaron los siguientes criterios de exclusión :

- Estudios que incluyen otros tratamientos : : apicogénesis, pulpotomías, pulpectomías ...etc
- Estudios que no hayan separado los datos por grupos
- Tiempo de seguimiento menor a 3 meses
- Dientes que hayan recibido anteriormente un tratamiento endodóntico
- Dientes que presentan pulpitis irreversible
- Estudios que no aporten datos sobre el grado de desarrollo radicular.

La idioma no ha sido un criterio de selección de los artículos.



3.2 Fuentes de información y estrategia de la búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica a principios de noviembre 2021 en diferentes motores de búsqueda relacionados con las ciencias de la salud : Pubmed y Scopus Para obtener los resultados óptimos de la búsqueda se establecieron una serie de términos Mesh : “ Apexification”, “Regenerative endodontics”, “Pulp revitalization”, “Pulp revascularization”, “Immature permanent teeth”, “Treatment options”, “Necrotic pulp”, los resultados obtenidos no han sido concluyentes. Por lo cual la búsqueda sistemática ha sido más específica y concisa en las bases de datos.

En cada una de las bases de datos se realizaron diferentes combinaciones de los descriptores con la finalidad de obtener los mejores resultados.

Tras aplicar los diferentes filtros : año de publicación y marcadores booleanos utilizando principalmente “AND” y “OR”, además el tipo de artículo, donde han sido eliminadas las revisiones.

Por lo tanto, a continuación se establecieron tablas con los descriptores y marcadores booleanos utilizados en las distintas búsquedas, además se reflejan los filtros aplicados, los artículos obtenidos, los que han sido seleccionados para formar parte del estudio.

3.2.1 Artículos obtenidos en bases de datos

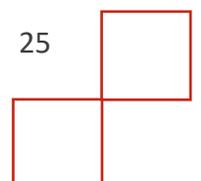
Tabla 5. Búsqueda sistemática.

BASE DE DATOS	BÚSQUEDA	FILTROS	RESULTADOS <u>SIN</u> FILTROS	RESULTADOS <u>CON</u> FILTROS	FECHA
PUBMED	((apexification) OR (revascularization)) AND (necrotic immature permanent teeth)	<i>10 años Estudios sobre humanos</i>	185	108	24/11/2021
SCOPUS	((apexification) OR (revascularization)) AND (necrotic immature permanent teeth)	<i>10 años Estudios sobre humanos Tipo de documento : Artículo</i>	166	75	16/12/2021
BÚSQUEDA CRUZADA	Bibliografía de otros artículos relevantes para el estudio	<i>10 años Estudios sobre humanos Tipo de estudio</i>	-	8	28/01/2022

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Proceso de selección de los estudios

El proceso de selección de los artículos ha sido realizado por 1 revisor, mediante la eliminación de todos los artículos duplicados, seguido de una lectura crítica del título de los artículos y como segundo paso se ha leído el resumen de cada artículo para asegurarse de su relevancia para el estudio. Después de esta etapa se han leído los artículos completos y así han sido descartados varios artículos por no cumplir con los criterios de inclusión/ exclusión, y los que se



seleccionaron cumplen todos los criterios de elegibilidad anteriormente establecidos.

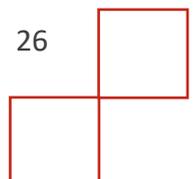
3.4 Extracción de los datos

Las variables relevantes para el estudio han sido recopiladas de cada uno de los artículos elegidos según el autor, año de publicación, el tipo de estudio (cohorte, ensayo controlado aleatorizado) el número de pacientes, la edad de los pacientes (años), el tipo de dientes (anteriores o posteriores), la etiología de la necrosis pulpar, si el paciente ha sido tratado bajo anestesia o no y si se ha usado el dique de goma, el diagnóstico de la necrosis pulpar (clínico o radiográfico), si presentan o no una lesión periapical inicial, el tipo de solución irrigadora empleada (hipoclorito de sodio, solución salina fisiológica, EDTA, clorhexidina), el tipo de medicación intraconducto (TPA, vitapex, ionómero de vidrio, hidróxido de calcio), el aumento de la longitud radicular (%), el aumento en el espesor radicular (%), el descenso del diámetro apical (%), las razones de fracaso de una técnica u otra, la formación de una barrera calcificada, la decoloración coronal (%), el número de casos clínicos y radiográficos de éxito (%), los materiales utilizados en cada técnica, y el seguimiento (meses).

Estas variables han sido recogidas independientemente en cada uno de los artículos y fueron discutidas a través de la discusión.

3.5 Valoración de calidad y evaluación de riesgo de sesgos

Para la valoración de los sesgos en el presente trabajo de investigación, se ha usado la guía de CASPE y la escala de Newcastle-Ottawa (NOS) (39,40).

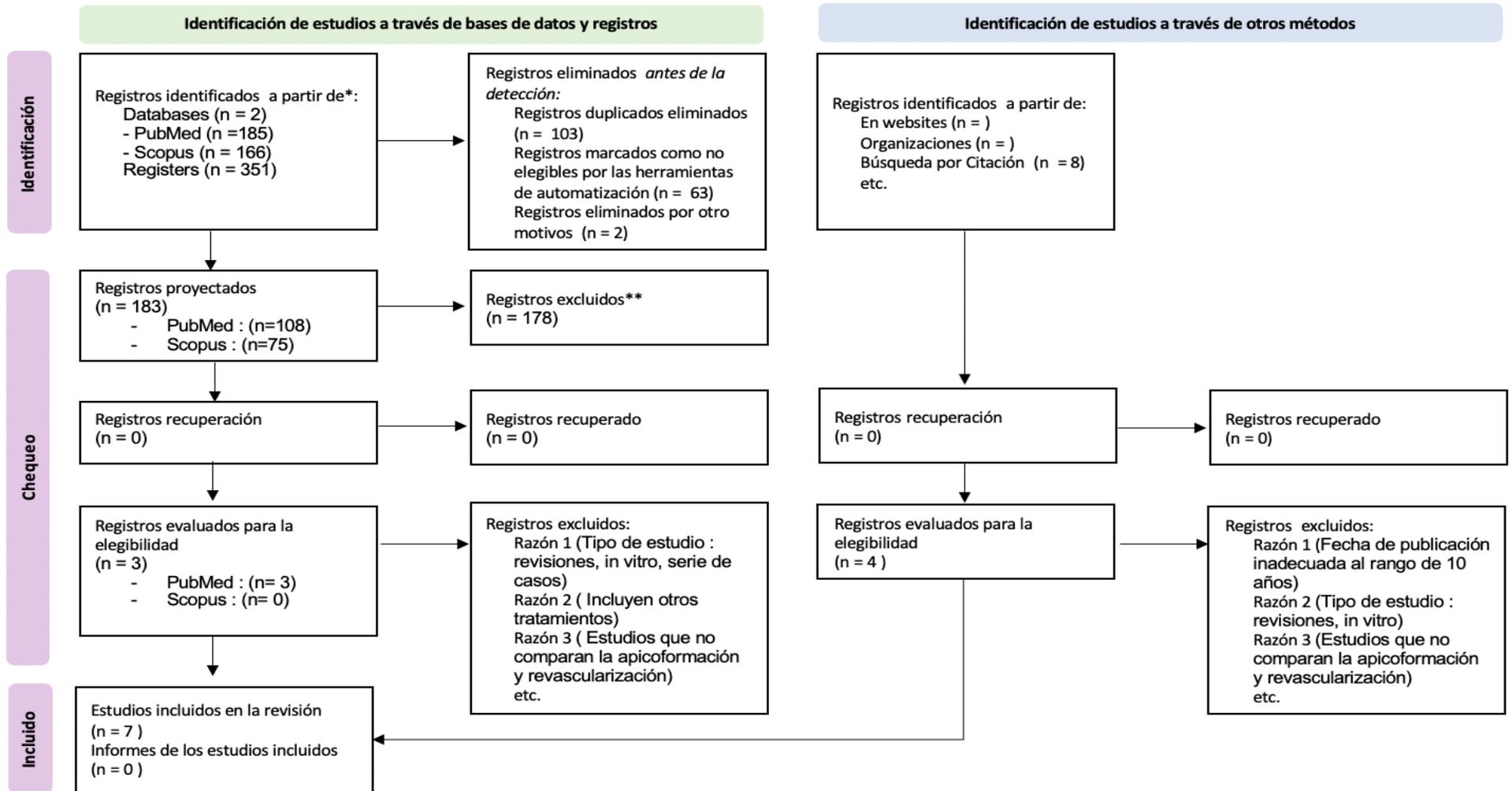


RESULTADOS

1. Selección de estudios. Flow Chart

La búsqueda sistemática realizada arrojó 351 artículos. Se obtuvieron un total de 185 en PubMed y 166 en Scopus. Después de eliminar los duplicados : 103 coincidieron en PubMed y Scopus; quedaron 248 estudios. Otros 63 de los artículos fueron descartados por ser marcados como inelegibles, y 2 más por otras razones, con un total de 175 artículos excluidos. Los criterios de inclusión se aplicaron a los títulos y resúmenes, dejando así un total de 183 artículos : 108 en PubMed y 75 en Scopus. Luego, los artículos de texto completo fueron evaluados aplicando los criterios de exclusión : se han eliminado todas las revisiones bibliográficas, caso reporte, revisiones sistemáticas, estudios in vitro y estudios sobre animales, además de todos los artículos que han incluido otras técnicas como la pulpotomía o apicoformación en su estudio, y también todos los artículos que no compararon la revascularización y la apicoformación en un mismo estudio. Los artículos que no han respetado los criterios establecidos fueron descartados, quedando así 3 artículos en Pubmed y ninguno en Scopus. Posteriormente, se buscaron manualmente palabras clave a partir de artículos potencialmente relevantes, se identificarón 8, de los cuales se cogieron 4 para el estudio. Por lo tanto, se incluyeron un total de 7 estudios relevantes para la revisión sistemática (3 de PubMed y 4 de búsqueda manual).

Figura 5. Diagrama de flujo según PRISMA 2020 que ilustra el proceso de búsqueda y selección de la literatura. La figura representa el proceso de búsqueda de los estudios, criterios de selección y razones de exclusión.



*Considere, si es factible hacerlo, informar el número de registros identificados en cada base de datos o registro buscado (en lugar del número total en todas las bases de datos /registros).

**Si se utilizaron herramientas de automatización, indique cuántos registros fueron excluidos por un humano y cuántos fueron excluidos por las herramientas de automatización.

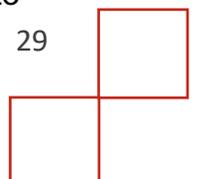
Tabla 6. Artículos excluidos en fase de full-text con el motivo de exclusión.

Fuente: Elaboración propia.

Artículos excluidos	Motivo de exclusión
<i>Saoud y cols (41)</i> <i>Nagata y cols. (42)</i> <i>Chen y cols (43)</i> <i>Ashiry y cols (44)</i> <i>Aly y cols (45)</i> <i>Li y cols (46)</i> <i>Beslot-Neveu y cols (47)</i>	No comparan las técnicas de revascularización pulpar y apicoformación.
<i>Jamshidi y cols. (48)</i>	Tipo de estudio : In vitro.
<i>Anthrayose y cols. (49)</i> <i>Beslot-Neveu y cols. (47)</i>	Presenta variables diferentes a las que se quieren estudiar en esta revisión.

2. Análisis de las características de los estudios revisados

Esta revisión presenta 4 estudios retrospectivos de cohorte y 2 ensayos controlados aleatorizados publicados entre 2012 y 2020. Las características de los 367 pacientes en total, como la edad (desde 6 hasta 46 años), el sexo, la etiología (por traumatismos, anomalías dentales, caries), el tipo de diente tratado (anterior o posterior) y el tiempo de seguimiento (varia de 3 hasta aproximadamente 50 meses), se presentaron en todos los estudios. La mayoría de los artículos tienen un informe completo de los datos de resultados. El diagnóstico de la necrosis pulpar se ha realizado clínicamente y radiográficamente. La comparación se realizó entre la apicoformación con hidróxido de calcio o MTA y el tratamiento de revascularización pulpar mediante la inducción de sangrado. Estos estudios tratan de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro. En todos los casos, el tratamiento se realizó



bajo anestesia local con o sin vasoconstrictor, y se estableció en aislamiento absoluto con dique de goma en todos los tratamientos. En la mayoría de los estudios, la solución de irrigación fue el hipoclorito de sodio, seguido por el EDTA, en el estudio de *Lin y cols.* (50) se utilizó también suero fisiológico, y en *Pereira y cols.* (51) se empleó clorhexidina en gel. Aparte de *Lin y cols.* ninguno de los estudios incluidos evaluó la formación de una barrera calcificada como resultado relevante. *Lin y cols.* y *Pereira y cols.* y *Alobaid y cols.* (50–52) son los únicos estudios que presentaban una decoloración de la corona como efecto adverso de la revascularización, no había ningún caso de decoloración coronal en la técnica de apicoformación. Teniendo en cuenta los resultados generales de los estudios no se ha observado una diferencia significativa entre las dos técnicas de revascularización pulpar y apicoformación (**Tabla 9.** : Variables generales).

3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgos

La calidad de una revisión sistemática depende de los artículos elegidos, por lo tanto, nos parece muy importante proporcionar una evaluación de la calidad metodológica, ya que los estudios pueden tener un nivel de calidad diferente. Además, se evaluaron las intervenciones, las posibles limitaciones, la adecuación de los datos, los métodos estadísticos y las conclusiones para fortalecer la evidencia científica de los hallazgos. Se ha considerado la verificación STROBE que consta de 22 preguntas para la evaluación de calidad metodológica de los estudios observacionales usados en esta revisión sistemática, y la escala de NewCastle-Ottawa (NOS) para evaluar la calidad de los estudios no randomizados.

De la misma manera fue evaluado el riesgo de sesgos empleando la guía CASPE para ensayos clínicos que consta de 11 preguntas, con el fin de definir si los estudios son de alto, bajo o medio riesgo de sesgos. La mayoría de los estudios evaluados presentan 7 para *Alobaid et al.* (51) y 8 estrellas para los demás estudios y por lo tanto, fueron considerados de alta calidad.

Tabla 7. Guía de CASPE para la evaluación de riesgo de sesgos en ensayos controlados aleatorizados.

	Lin y cols. 2017 (50)	Nagy y cols. 2014 (53)
P1 : ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?	SI	SI
P2 : ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?	SI	SI
P3 : ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?	SI	SI
P4 : ¿Se mantuvo el cegamiento a: - Los pacientes. - Los clínicos. - El personal del estudio	NO	SI
P5 : ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?	SI	NO
P6 : ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	SI	SI
P7 : ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?	SI	SI
P8 : ¿Cuál es la precisión de este efecto?	NO SÉ	NO SÉ
P9 : ¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local?	SI	SI
P10 : ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?	SI	SI
P11 : ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?	SI	SI

Tabla 8. La escala de Newcastle-Ottawa (NOS) para evaluar la calidad de los estudios no randomizado

	Alobaid y cols. 2014 (51)	Silujjai y cols. 2017 (30)	Chen y cols. 2016 (54)	Jeeruphan y cols. 2012 (55)	Pereira y cols. 2021 (52)
1. <u>Selection</u>	*	*	*	*	*
1.1 Representativeness of the exposed cohort					
1.2 Selection of the non exposed cohort	*	*	*	*	*
1.3 Ascertainment of exposure	*	*	*	*	*
1.4 Demonstration that outcome of interest was not present at start of stud	*	*	*	*	*
2. <u>Comparability</u>	*	**	**	**	**
2.1 Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis					
3. <u>Outcome</u>	*	*	*	*	*
3.1 Assessment of outcome					
3.2 Was follow-up long enough	*	*	*	*	*
3.3 Adequacy of follow-up	*	*	*	*	*

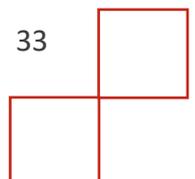
4. Síntesis resultados

4.1 El cambio en la longitud y espesor radicular entre la revascularización pulpar y la apicoformación

En la mayoría de los resultados obtenidos en los estudios, no hay una diferencia significativa entre los tratamientos de revascularización y apicoformación, que sea evaluable clínicamente o radiográficamente. El diagnóstico del estado de la pulpa necrótica ha sido realizado clínicamente y radiográficamente con un seguimiento de hasta cuatro años. En cuanto a la longitud radicular se ha observado un aumento de un rango de 3 ± 2 % y 81.16 % en la revascularización pulpar y 0.4% y 26.47%, 0% y 8.55 ± 8.97 % en la apicoformación con CaOH₂ y con MTA, respectivamente. El cambio del espesor radicular ha demostrado un aumento de un rango de 1.8 ± 1.3 % y 82.60 % en la revascularización pulpar y de 0% a 1.52% en la apicoformación con CaOH₂ mientras que con MTA puede llegar hasta 14.14% ((30,50–55).

4.2 El éxito y el fracaso de la revascularización pulpar y la apicoformación según la etiología de la necrosis pulpar y/o otros factores desencadenantes

En los estudios han sido evaluados tanto dientes anteriores como posteriores con o sin lesiones periapicales, las etiologías mencionadas han sido traumatismos, dens evaginatus y caries. Según *Lin y cols.* (50) la etiología ejerce una gran influencia sobre los resultados de la revascularización pulpar. En este mismo estudio(51,54,55), los dientes que padecen dens evaginatus han tenido un mejor pronóstico que los dientes traumatizados. Los resultados mostraron que para los casos causados por dens evaginatus, la revascularización pulpar aumentó significativamente la longitud y el grosor de la raíz en comparación con el tratamiento de apicoformación. Para los casos causados por trauma, solo el aumento del grosor radicular mostró una diferencia significativa con la



revascularización en comparación con la apicoformación. Según *Alobaid y cols.*, *Jeeruphan y cols.* y *Chen y cols.* (51,54,55) no hay una diferencia significativa entre el éxito de la revascularización o apicoformación. Por el otro lado, *Silujjai y cols.*, *Lin y cols.*, *Nagy y cols.* (30,50,53) afirman que la revascularización tiene mayor éxito en el aumento de la longitud y espesor de la raíz, y una mayor tasa de supervivencia del diente en comparación con las técnicas de apicoformación con MTA o Ca(OH)₂. Según *Silujjai y cols.* (30), las tasas de éxito de la apicoformación y revascularización fueron del 80,77% y 76,47% respectivamente. *Alobaid y cols.* (51) afirma que la mayoría de los casos fueron clínicamente exitosos durante el período de seguimiento 87 % en total, con 15 casos exitosos (79 %) en el grupo revascularización y 12 casos exitosos (100 %) en el grupo apicoformación. La razón del fracaso depende de una técnica u otra, varios estudios han afirmado que al realizar una apicoformación la fractura del diente es una de las causas principales el fallo. Por otro lado, en los casos de revascularización, la razón más común es la reinfección del diente. *Nagy y cols.*(53) opina que el fracaso en la apicoformación con MTA está estrechamente relacionado con las raíces muy delgadas y quebradizas. *Pereira y cols.* (52) afirma que las dos causas de fracaso es la reimplantación, la fractura del esmalte con luxación extrusiva.

4.3 Los beneficios de la revascularización pulpar y la apicoformación en cuanto al desarrollo fisiológico y la formación de una barrera apical

Conforme a la mayoría de los estudios, los resultados mostraron que no hay una diferencia significativa en cuanto en cuanto al desarrollo fisiológico.

Según *Lin y cols.* (50), el grupo tratado con la revascularización pulpar mostró un aumento significativo en la longitud de la raíz ($1,64 \pm 1,43$ mm frente a $0,60 \pm 1,06$ mm) y el grosor de la raíz ($0,24 \pm 0,25$ mm frente a $0,08 \pm 0,21$ mm), pero una disminución del tamaño del diámetro apical menos significativa ($1,49 \pm 0,96$ mm frente a $1,85 \pm 0,67$ mm) en comparación con la apicoformación.

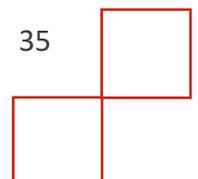
En cuanto a los cambios radiográficos, la medida del espesor radicular mostró una mayor diferencia entre los grupos de tratamiento con $1,4 \% \pm 3,2 \%$ para los pacientes tratados con apicoformación frente a $10,2 \% \pm 4,0 \%$ para el grupo de la revascularización pulpar, afirma *Alobaid y cols.* (51).

Silujjai y cols. (30) consta que el aumento de la longitud de la raíz, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con $9,51 \%$ (revascularización) y del $8,55 \%$ (apicoformación con MTA).

El análisis de los resultados radiográficos de *Jeeruphan y cols.* (55) indicó un aumento significativo con el tratamiento de revascularización en el grosor de la raíz a nivel del tercio apical. El tratamiento con el protocolo de revascularización produjo aumentos significativamente mayores en el espesor de la raíz ($28,2 \%$) en comparación con los dientes tratados con apicoformación con MTA ($0,00 \%$) o apicoformación con hidróxido de calcio. Los dientes tratados con revascularización mostraron un aumento significativamente mayor en la longitud de la raíz ($14,9 \%$) en comparación con los dientes tratados con apicoformación con MTA ($6,1 \%$) o apicoformación con hidróxido de calcio.

Por otro lado, según *Nagy y cols.* (53), no se ha observado ningún aumento de la longitud ni espesor radicular durante el periodo de 3 a 18 meses de seguimiento para el grupo tratado con apicoformación con MTA. Por el otro lado se ha visto un aumento en la longitud y espesor radicular durante el mismo periodo de evaluación en el grupo tratado con la revascularización pulpar pero no se ha notado ninguna diferencia significativa entre la técnica de revascularización convencional y el grupo FGF (Revascularización pulpar con inducción de coágulo de sangre + andamio inyectable). En cuanto al descenso diámetro apical se ha visto una diferencia significativa entre la apicoformación (0%) y los grupos de revascularización y FGF, ya que el grupo tratado con MTA no experimentó ningún descenso del diámetro apical. *Nagy y cols.* (53) observa también y una mejora significativa en la densidad ósea periapical después de 12 meses de seguimiento en todos los grupos.

En cuanto al estudio de *Pereira y cols.* (52), el procedimiento de revascularización provocó un aumento significativo del grosor radicular en

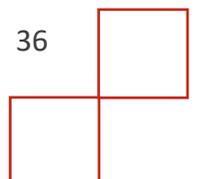


comparación con la apicoformación con 6,7 % y 0,99 % respectivamente. Al comparar el aumento de la longitud de la raíz y la disminución del diámetro apical, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Los cambios en la longitud de la raíz fueron del 6,66 % para la apicoformación y del 12,55 % para revascularización pulpar. La disminución del diámetro apical fue del 30,47% para la apicoformación y del 40,51% para el tratamiento de revascularización. *Pereira y cols.* (52) confirma que el desarrollo continuo de la raíz en el procedimiento de la revascularización fue similar a la apicoformación, excepto por el grosor radicular.

4.4 Los materiales recomendados para la realización del tratamiento de apicoformación o revascularización pulpar

En cuanto al material utilizado, *Jeeruphan y cols.* (55) afirma que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de apicoformación con hidróxido de calcio y de apicoformación con MTA.

Tabla 9. Tabla de síntesis de resultados con las variables generales y específicas. **Fuente:** Elaboración propia.



Variables generales

	 <i>Alobaid y cols.</i> (51)	<i>Jeeruphan y cols.</i> (55)	<i>Silujjai y cols.</i> (30)	<i>Pereira y cols.</i> (52)	<i>Lin y cols.</i> (50)	<i>Chen y col.</i> (54)	<i>Nagy y cols.</i> (53)
Tipo de estudio	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio prospectivo controlado aleatorizado	Estudio retrospectivo de cohorte	Ensayo controlado aleatorizado
País	Estados Unidos	Tailandia	Tailandia	Brazil	China	Taiwan	Egipto
Año	2014	2012	2017	2020	2017	2016	2014
Tipo de dientes	Anteriores y posteriores	Anteriores y posteriores	Anteriores y posteriores	Incisivos centrales y laterales superiores	Incisivos centrales y premolares	Premolares	Dientes anteriores superiores
N° de pacientes en total	31	61	46	37	118	38	29
N° de dientes	<u>REP</u> : 19 <u>Apicoformación</u> Ca(OH) ₂ : 7 MTA: 5	<u>REP</u> : 20 <u>Apicoformación</u> Ca(OH) ₂ : 19 MTA: 22	<u>REP</u> : 17 <u>Apicoformación</u> MTA: 29	<u>REP</u> : 22 <u>Apicoformación</u> : 22	<u>REP</u> : 69 <u>Apicoformación</u> : 34	<u>REP</u> : 17 <u>Apicoformación</u> : MTA : 21 Ca(OH) ₂ : 18	<u>REP</u> [coágulo de sangre] : 12 <u>REP</u> [coágulo de sangre + andamio inyectable]: 12 <u>Apicoformación</u> [Tapón apical MTA]: 12
Edad de los pacientes (años)	<u>REP</u> : 8.8 ± 1.6 <u>Apicoformación</u> Ca(OH) ₂ : 9.8 ± 2.0 MTA: 9.8 ± 2.0	<u>REP</u> : 12.9 ± 5.07 <u>Apicoformación</u> Ca(OH) ₂ : 10.5 ± 3.85 MTA: 14.6 ± 6.17	8-46	6-18	8-16	<u>REP</u> : 10.9 ± 0.98 <u>Apicoformación</u> : 10.4 ± 1.26	9-13
Etiología de la necrosis pulpar	Traumatismo (77.4%), Caries (12.9%), anomalías(9.7%)	Traumatismo (59%), Dens evaginatus (32,8) and Caries (8.2%)	Traumatismo (46.51%), Dens evaginatus (41.86) and Caries (11.63%)	Traumatismo : fractura, luxación, ambas y reimplantación	Dens evaginatus y traumatismos	Fractura por dens evaginatus	*
Diagnostico de la necrosis pulpar	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente

Lesion periapical al principio del tratamiento	Presente o ausente	Presente o ausente	*	Presente o ausente	Presente o ausente	Presente o ausente	Presente o ausente
Tipo de intervención	Revascularización pulpar (REP), Apicoformación con Ca(OH) ₂ o MTA	Revascularización pulpar (REP), Apicoformación con Ca(OH) ₂ o MTA	Revascularización pulpar (REP), Apicoformación con MTA	Revascularización pulpar (REP), Apicoformación	Revascularización pulpar y Apicoformación	Revascularización pulpar y Apicoformación	Revascularización pulpar y Apicoformación
Tipo de solución irrigadora	REP: varias concentraciones de NaOCl, clorhexidina, y/o EDTA Ca(OH) ₂ y MTA	REP: 2.5% NaOCl Ca(OH) ₂ y MTA	REP: 1.5-2.5% NaOCl y 17% EDTA Apicoformación MTA: 2.5% NaOCl	2% gel de clorhexidina y solución salina como agentes irritantes, y uso de EDTA 17% para eliminar la capa de barillo	20 mL de solución de hipoclorito de sodio al 1,5 %, solución salina fisiológica al 0,9 % y 20 mL de 17% EDTA	2,5 % Solución de hipoclorito de sodio (NaOCl)	10 ml de hipoclorito de sodio al 2,6 % Segunda visita: 10 ml de NaOCl al 2,6% seguido de 10 ml de solución salina estéril
Tipo de medicación intraconducto	REP: TAP (ciprofloxacina, metronidazole y minociclina), DAP (ciprofloxacina, metronidazole) y/o Ca(OH) ₂ Apicoformación Ca(OH)₂ y MTA: Hidroxido de calcio	REP: TAP (ciprofloxacina, metronidazole y minociclina) Ca(OH) ₂ y MTA	REP: ciprofloxacina o metronidazole y minociclina o hidroxido de calcio Apicoformación MTA: hidroxido de calcio	Hidroxido de calcio y 2% gel de clorhexidina O una mezcla de 250 mg de ciprofloxacina, 400 mg metronidazole y 50 mg de minociclina	REP: 0.1 mg/mL TPA Apicoformación: pasta vitapex y ionomero de vidrio	Ca(OH) ₂ y MTA	TAP con metronidazol, ciprofloxacina y doxycycline

Variables específicas

	<i>Alobaid y cols.</i> (51)	<i>Jeeruphan y cols.</i> (55)	<i>Silujjai y cols.</i> (30)	<i>Pereira y cols.</i> (52)	<i>Lin y cols.</i> (50)	<i>Chen y col.</i> (54)	<i>Nagy y cols.</i> (53)
N° casos clínicos de éxito (%)	<p>REP: 79%</p> <p>Apicoformación Ca(OH)2 : 100% MTA: 100% (RP = MTA = Ca(OH)2 (p=0.09))</p>	<p>REP: 100%</p> <p>Apicoformación Ca(OH)2 : 77.3% MTA: 94.7% (RP = MTA > HC (p<0.05))</p>	<p>REP: 76.47%</p> <p>Apicoformación MTA: 80.77% RP = MTA (p>0.05)</p>	<p>REP : 95.45%</p> <p>Apicoformación : 86.36%</p>	<p>REP : 81.16% Longitud radicular 82.60% Espesor radicular 65.21% cierre apical</p> <p>Apicoformación : 26.47% Longitud radicular 0% Espesor radicular 82.35% cierre apical</p>	<p>REP : Curado : 70,59% Curando : 23,53% Con patología : 5,88%</p> <p>Apicoformación Curado : 52,38% Curando : 33,33% Con patología : 14,29%</p>	<p>REP [coagulo]: 90%</p> <p>REP FGF: 80%</p> <p>Apicoformación MTA : 100%</p>
N° de casos radiográficos de éxito (%)	*	<p>REP: 100%</p> <p>Apicoformación Ca(OH)2 : 77.3% MTA: 94.7% ((RP = MTA > Ca(OH)2 (p<0.05))</p>	<p>REP: 76.47%</p> <p>Apicoformación MTA: 80.77% RP = MTA (p>0.05)</p>	<p>REP : 95.45%</p> <p>Apicoformación: 86.36%</p>	*	*	<p>REP [coagulo]: 90%</p> <p>REP FGF: 80%</p> <p>Apicoformación MTA : 100%</p>

Aumento en la longitud radicular (%)	*	<u>REP</u> : 14.9% <u>Apicoformación</u> Ca(OH)₂ : 0.4% MTA : 6.1%	<u>REP</u> : 9.51% ± 18.14% <u>Apicoformación</u> MTA : 8.55% ± 8.97%	<u>REP</u> : 12.55 ± 11.89 % <u>Apicoformación</u> : 6.66 ± 5.2 %	<u>REP</u> : 81.16% <u>Apicoformación</u> : 26.47%	* <p><u>REP [coagulo]: (%)</u> 3 meses : (3 ± 3.5) 6 meses: 5.3 ± 2.6 12 meses : 7.6 ± 4.7 18 meses : 11.8 ± 4.9</p> <p><u>REP FGF: (%)</u> 3 meses : 3 ± 2 6 meses : 6.1 ± 3 12 meses : 9.9 ± 4.9 18 meses : 12.4 ± 4.7</p> <p><u>Apicoformación</u> <u>MTA : (%)</u> 3 meses : 0% 6 meses : 0% 12 meses : 0% 18 meses : 0%</p>
Aumento en el espesor radicular (%)	<u>REP</u> : 10.2% ± 4.0% Ca(OH) ₂ y MTA*	<u>REP</u> : 28.2% <u>Apicoformación</u> Ca(OH)₂ : 1.52% MTA : 0%	<u>REP</u> : 13.75% ± 19.91% <u>Apicoformación</u> MTA : -3.30% ± 14.14% RP > MTA (p<0.05)	<u>REP</u> : 6.7 ± 11.08 % <u>Apicoformación</u> : 0.99 ± 2.25 %	<u>REP</u> : 82.60% <u>Apicoformación</u> : 0%	<p><u>REP [coagulo]: (%)</u> 3 meses : 1.8 ± 1.3 6 meses : 5.8 ± 1.2 12 meses : 8.4 ± 3.2 18 meses : 12.7 ± 4.7</p> <p><u>REP FGF: (%)</u> 3 meses : 2.3 ± 1.4 6 meses : 4.5 ± 1.6 12 meses : 8.3 ± 2.9 18 meses : 11.6 ± 3.6</p> <p><u>Apicoformación</u> <u>MTA : (%)</u></p>

							3 meses : 0 6 meses : 0 12 meses : 0 18 meses : 0
Formación de barrera calcificada	*	*	*	*	Apicoformación : 82.35% cierre apical por la formación de una barrera calcificada	*	*
Decoloración coronal	REP: 2/19 (10.5%) Apicoformación Ca(OH)₂ y MTA: 0/12 (0%)	*	*	REP : 10 casos Apicoformación : 1 caso (90% efecto adverso)	En 30/69 casos de revascularización pulpar	*	*
Razones de fracaso	Apicoformación Ca(OH)₂ y MTA: fractura no restaurable	Reinfección, diente retraumatizado y extraído	REP: 3 dientes : infección persistente y 1 : reinfectado Apicoformación MTA: 2 dientes : fractura vertical, 1 diente : fractura horizontal y 2 dientes : fractura no restaurable.	Reimplantación, fractura del esmalte + luxación extensiva	Decoloración y calcificación, morfología radicular, etiología	Limitación: tamaño de muestra pequeño debido a la baja prevalencia del dens evaginatus	MTA: Raíces delgadas y quebradizas

Seguimiento (meses)	REP: 14 ± 8.5 Apicoformación Ca(OH)2: 21.8 ± 12.0 MTA: 21.8 ± 12.0	REP: 21.15 ± 11.70 Apicoformación Ca(OH)2: 27.32 ± 30.47 MTA: 14.21 ± 7.84	REP: 35 ± 21.76 Apicoformación MTA: 49 ± 31.09	12-30 meses	3,6,12 meses	3-, 6, 12 meses	3, 6, 12, and 18 meses
Características adicionales	Anestesia local, aislamiento con dique de goma	Intervención con microscopio y aislamiento con dique de goma	Aislamiento con dique de goma <i>Criterios :</i> Curado, curando, con patología.	Uso de aislamiento con dique de goma y anestesia local Hay un mayor descenso del diámetro apical en pacientes tratados con RP que apicoformación. Apicoformación: 30.47 ± 22.3 % REP: 40.51 ± 28.3 %	Uso de aislamiento absoluto con dique de goma y anestesia	Uno de un índice periapical (PAI) como referencia a las radiografías representando diferentes estadios de periodontitis apical.	Uso de aislamiento absoluto con dique de goma y anestesia local
Conclusión de los resultados	La REP no ha sido superior a los resultados de la apicoformación que sea a nivel clínico o radiográfico.	La apicoformación con MTA y la revascularización no han aportado resultados satisfactorios a nivel del desarrollo radicular.	La REP ha demostrado mayor resultados en el aumento de la longitud y espesor radicular, y mayor tasa de supervivencia en comparación con la apicoformación con MTA Y hidroxido de calcio.	El desarrollo continuo radicular en REP ha sido muy similar a la apicoformación, a parte por el espesor radicular.	La REP y la apicoformación lograron un resultado comparable con respecto a la resolución de los síntomas y la curación apical. REP mostró un mejor resultado que la apexificación con	Los resultados obtenidos en REP y apicoformación han sido similares.	El tapón apical de MTA fue un éxito solo en la técnica de cierre apical. Los procedimientos de endodoncia regenerativa provocaron un aumento en la longitud radicular, en

					<p>respecto al aumento del grosor y la longitud de la raíz. La etiología tuvo un impacto en el resultado de RP. Los casos de dens evaginatus mostraron mejores pronósticos que los casos de trauma después de REP.</p>	<p>el grosor y el cierre apical. Pero el andamio de hidrogel artificial y el bFGF no desempeñaron ningún papel en la reparación.</p>
--	--	--	--	--	--	--

*NO estipulado claramente en el estudio

Acrónimos utilizados en la tabla :

REP : Revascularización pulpar

Ca(OH)₂: hidróxido de calcio

TAP : Pasta triple antibiótica

DAP : Doble pasta antibiótica

NaOCl : Hipoclorito de sodio

FGF : REP con coágulo de sangre + andamio inyectable

DISCUSIÓN

La efectividad del tratamiento de revascularización pulpar y apicoformación en dientes permanentes necróticos inmaduros puede ser muy similar. Según nuestro estudio, no hay una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los resultados generales a nivel clínico y radiográfico. Hasta donde sabemos, esta es la primera revisión sistemática que examina solo estudios respectivos de cohorte y ensayos clínicos aleatorizados comparativos de la revascularización pulpar y apicoformación, para evaluar los resultados radiográficos y clínicos en dientes permanentes necróticos inmaduros.

1. El cambio en la longitud y espesor radicular entre la revascularización pulpar y la apicoformación

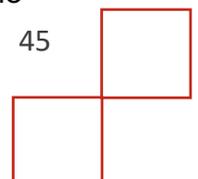
Conforme a los diferentes estudios, se han visto ventajas y inconvenientes en cada uno de los tratamientos que sea con revascularización pulpar o apicoformación con MTA o HC : *Jeeruphan y cols.* (55) compararon los tratamientos de revascularización con pasta de triple antibiótica como MIC y apicoformación con Ca(OH)_2 o MTA y encontraron una diferencia estadísticamente significativa en el grosor y longitud radicular a favor de la revascularización en comparación con la apicoformación con HC y MTA. La tasa de supervivencia ha sido del 100% de los dientes tratados, mientras que el Ca(OH)_2 y MTA mostraron una tasa de 77,2% y 95% respectivamente. *Silujjai y cols.* (30) mostraron un aumento estadísticamente diferente en el espesor de la raíz que favorece la revascularización en comparación con la apicoformación con MTA. *Alobaid y cols.* (51) no observaron una diferencia estadística entre la revascularización y la apicoformación con HC o MTA. A su vez, *Narang y cols.* (56) observaron un aumento de la longitud y el grosor radicular para la revascularización en comparación con la apicoformación con MTA. *Nagy y cols.* (53) también compararon las técnicas de apicoformación con MTA y la revascularización. La mayoría de los casos observaron evidencia radiográfica de la reparación periapical. El grupo tratado con revascularización mostró un

aumento estadísticamente significativo de la longitud y el espesor de la raíz un diámetro apical reducido a favor en comparación con MTA. A su vez, *Aggarwal y cols.* (57) compararon el proceso de apicoformación con MIC de Ca(OH)₂ y la revascularización en el mismo paciente en dos dientes diferentes, se ha visto que el diente tratado con revascularización mostró elongación de la raíz y el cierre apical, lo que no ha sido el caso para el diente tratado con HC.

Por lo tanto, parece que hay un aumento adicional, principalmente en el grosor de la raíz en los tratamientos de revascularización, sin embargo, si este aumento se debe realmente a la deposición de dentina o al tejido similar al cemento y al hueso, se necesita más investigación. Los tratamientos de apicoformación pueden presentar resultados más favorables en cuanto a la decoloración de la corona. Por otro lado, los pacientes tratados con revascularización pulpar pueden verse beneficiados con un mayor fortalecimiento radicular (30,51,53,55,56).

2. El éxito y el fracaso de la revascularización pulpar y la apicoformación según la etiología de la necrosis pulpar y/o otros factores desencadenantes

En *Nagata y cols.* (42) la etiología que han padecido la mayoría de los pacientes es la luxación lateral con un 47.8%. Como sustancias irrigadoras se han usado CHX y NaOCl igual que *Alobaid y cols.* (51). Los 2 grupos han sido tratados con TAP o CHP, en el TAP se ha reducido el dolor en percusión horizontal mientras que en el CHP se ha reducido el dolor a nivel de la percusión vertical. En este mismo estudio (42) todos los grupos han visto una mejora de la sintomatología pero en ningún diente se ha recuperado la sensibilidad pulpar. Al igual que *Alobaid y cols.* *Jeeruphan y cols.*, *Chen y cols.*, *Silujjai y cols.*, *Pereira y cols.*, *Nagy y cols.*, *Lin y cols.* (30,50–55) se ha visto un incremento en la longitud y espesor radicular. Casi todos los dientes tratados con TAP han presentado una decoloración coronal que es una desventaja comparado con CHP tal y como se ha visto en *Alobaid y cols.* *Pereira y cols.* y *Lin y cols.* (50–52). Teniendo en cuenta la tasa de éxito de la revascularización, el estudio



retrospectivo de *Jeeruphan y cols.* (55) demostró una supervivencia significativamente mayor en los dientes después del tratamiento regenerativo (100 %) en comparación con los tratados con apicoformación con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (77 %). Según los 2 estudios retrospectivos de cohortes : *Jeeruphan y cols.* y *Alobaid y cols.* (51,55) el éxito clínico de la revascularización pulpar ha sido de 78% y 100%, y radiográficamente 93% y 100%. En *Saoud y cols.* (41), 90% de los casos de revascularización han resuelto los síntomas periapicales que presentaban los pacientes en 12 meses de seguimiento. Todos los casos han sido clínicamente exitosos : 55% han completado el cierre apical en casos de revascularización pulpar y al menos 20% de descenso en diámetro apical en 12 meses de seguimiento. Los hallazgos en *Saoud y cols.* (41) respaldan la idea de que el tratamiento de revascularización/revitalización tiene una alta tasa de éxito clínico a corto plazo. El cierre apical fue el hallazgo radiográfico más predecible, seguido del engrosamiento de la pared radicular, y solo se observaron pocos cambios en la longitud de la raíz 12 meses después del tratamiento. Conforme al estudio de *Li y cols.* (46), 90% de los casos mostró resolución de las lesiones periapicales a los 12 meses de seguimiento, y todos los casos fueron clínicamente exitosos. El aumento de la área radiográfica radicular fue el hallazgo radiográfico más robusto y consistente en este estudio (del 28,13 % al 52,60 %, 74,51 % y 97,58 % a los 3, 6, 9 y 12 meses, respectivamente), y 100% de los casos mostraron al menos un aumento del 20% en la área radiográfica radicular en la visita de seguimiento de 12 meses. En contraste, *Alobaid y cols.* (51) observaron que solo 20% de los casos (3/15) cumplían con los criterios del 20% para la medición de la área radiográfica radicular en su estudio. Esta diferencia podría deberse a la etiología de la poblaciones de estudio; en *Li y cols.* (46), todos los casos fueron causados por una etiología de dens evaginatus, mientras que en el estudio de *Alobaid y cols.* (51) la etiología fue principalmente un trauma dental. Debido a que un trauma severo puede dañar la vaina radicular epitelial de Hertwig y/o la papila apical, es menos probable que los dientes traumatizados logren un desarrollo dental continuo clínicamente significativo que

los dientes cuya causa de tratamiento sea un motivo distinto. El segundo hallazgo según *Li y cols.* (46) fue una disminución del diámetro apical.

3. Los beneficios de la revascularización pulpar y la apicoformación en cuanto al desarrollo fisiológico y la formación de una barrera apical

Tal y como se han observado en *Alobaid y cols.*, *Jeeruphan y cols.*, *Chen y cols.*, *Silujjai y cols.*, *Pereira y cols.*, *Nagy y cols.*, *Lin y cols.* (30,50–55), el análisis clínico y radiográfico muestra que en todos los casos presentados se observaron un engrosamiento progresivo de las paredes dentinales, un aumento de la longitud de la raíz y estrechamiento del apical, lo que previene los riesgos de fractura. Este incremento podría deberse a que el coágulo de sangre actúa como una matriz en la que se pueden sembrar células vitales del periápice para restablecer la vascularización de la pulpa, afirma también el estudio de *Ashiry y cols.* (44).

Los hallazgos sobre la supervivencia y el éxito clínico están de acuerdo con los de *Jeeruphan y cols.* Y *Saoud y cols.* (41,55) Sin embargo, con respecto a la evidencia radiográfica de patología periapical, los dientes en *Lin y cols.* (46,50) tardaron menos tiempo en resolverse que en los estudios informados por *Saoud y cols.*, *Nagy y cols.* y *Alobaid y cols.* (51,53,55). En cuanto a *Lin et cols.* el cierre apical completo ocurrió en el 40 % de los dientes tratados (8 de 20), y todos los casos mostraron una disminución de al menos el 20 % en el diámetro apical en la visita de seguimiento a los 6 meses. La disminución promedio del diámetro apical en casos individuales desde la radiografía preoperatoria hasta el seguimiento a los 3, 6, 9 y 12 meses fue de 20,40%, 51,16%, 65,78% y 72,90%, respectivamente, por lo que el cambio observado en el diámetro apical fue comparable con los hallazgos para la área radiográfica radicular. *Saoud y cols.* (41) observaron un cambio promedio del 79 % en el diámetro apical y *Nagy y cols.* (53) observaron un cambio del 34,6 %. *Lin y cols.* y *Saoud y cols.* (41,46) presentan resultados muy similares, los hallazgos radiográficos indican que la

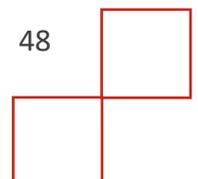
revascularización indujo un aumento en la área radiográfica radicular., cierre apical y longitud de la raíz.

4. Los materiales recomendados para la realización del tratamiento de apicoformación o revascularización pulpar

Aly y cols. (45) a su vez compara los efectos de la revascularización con MTA y Biodentine. El largo tiempo de fraguado, las malas características de manejo y la decoloración de la corona son algunos de los inconvenientes del MTA que requieren la búsqueda de un reemplazo del MTA. Biodentine se considera un sustituto ideal de MTA ya que tiene las mismas propiedades mecánicas que la dentina humana con muy baja citotoxicidad, mejor consistencia, tiempo de fraguado corto, menos decoloración y permite su condensación sin ningún desplazamiento apical. Durante el período de seguimiento, la mayoría de los casos fueron clínicamente exitosos (96 %) con 100 % para el grupo Biodentine y 91,66 % para el grupo MTA. Estos datos estaban de acuerdo con el hallazgo de Saoud y cols. (41).

A pesar del color de White MTA con los tejidos dentales, se observó decoloración dental en el 58,33 % del grupo MTA, mientras que la decoloración ocurrió solo en el 7,69 % en el grupo Biodentine, con una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. El aumento de la longitud de la raíz fue de $5,64 \pm 2,39$ % en el grupo I y de $5,02 \pm 1,65$ % en el grupo II. Estos resultados fueron comparables con la observación reportada por Saoud y cols. (41). Tanto Biodentine como MTA son materiales prometedores que crean un sellado coronal hermético para evitar la invasión de bacterias en el espacio pulpar antes de que ocurra la revascularización. Biodentine tuvo una decoloración significativamente menor en comparación con el MTA blanco, lo cual es esencial para satisfacer las necesidades estéticas del paciente.

El estudio de Lee y cols. (58) encontró que tanto el hidróxido de calcio como la apicoformación de MTA fueron efectivos como Jeeruphan y cols. y Kandemir Demirci y cols. (55,59). La elongación radicular con la formación de



barrera de tejido duro o desarrollo continuo de raíces continua después del tratamiento. Cuando los dientes de ápice abierto se trataron con hidróxido de calcio como medicación intraconducto, se observó un desarrollo radicular completo o casi completo con formación de un ápice radicular cónico y una elongación significativa de la longitud de la raíz apical mediante radiografía periapical. Sin embargo, si los dientes de ápice abierto se trataron con la colocación de MTA en el canal apical cerca del agujero apical, se encontró un ápice radicular como con una elongación significativamente menor de la longitud de la raíz apical mediante radiografía periapical.

Al contrario de *Lee y cols.* y *Jeeruphan y cols.* (55,58), *Bonte y cols.* (60) mostró que de manera similar, ambos tratamientos dan como resultado una curación periapical clínica y radiográfica en la mayoría de los casos tratados, pero el proceso de curación parece ser más rápido para la terapia de apicoformación con MTA. Un alto riesgo de fractura cervical, inducida por la obturación prolongada del conducto radicular con HC, es otro hecho importante destacado por este estudio, mientras que no se observó fractura después de la apicoformación del MTA, lo que ha sido confirmado también por *Kandemir Demirci y cols.* (59). Por estas razones, parece apropiado preferir el procedimiento MTA antes que el protocolo HC para el tratamiento de dientes necróticos inmaduros. Por otro lado, *Damle y cols.* (61) también confirma que MTA proporciona un excelente mecanismo para formar el tapón apical. El tiempo necesario para la formación de la barrera fue significativamente menor en los dientes tratados con MTA en comparación con los dientes tratados con hidróxido de calcio.

Diversos estudios demuestran la eficacia del MTA cuando se utiliza en procedimientos de apicoformación. *Pradhan y cols.* (62) encontraron que el tiempo total del tratamiento y el tiempo medio necesario para la formación de la barrera biológica fue mucho menor en los pacientes tratados con MTA pero mostraron resultados clínicos y radiográficos similares para los protocolos de apicoformación con HC y MTA. *El-Meligy y cols.* (63) observó que el protocolo

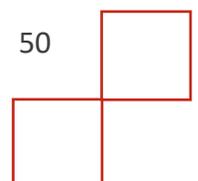
con MTA es efectivo para los procedimientos de apicoformación por ofrecer la obliteración completa del conducto radicular a la hora de su colocación inicial. Los otros estudios *Bonte y cols.*, *Damle y cols.* y *El-Meligy y cols.* (60,61,63) encontraron menos fracasos clínicos y radiográficos para MTA en comparación con HC, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, se debe enfatizar que el protocolo de la MTA exige menos citas, es menos costoso y consume menos tiempo. Además, las pastas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pueden aumentar la fragilidad de la dentina cuando se colocan durante períodos prolongados aumentando así el riesgo de fractura radicular. Estos hallazgos pueden respaldar el uso de MTA en enfoques de apicoformación (60).

Existe una evolución en los materiales endodóncicos para realizar apicoformación a través de una barrera apical y entre ellos tenemos al cemento reparador Biodentine el cual está presentando resultados clínicos y radiográficos favorables, que puede ser una alternativa eficaz al realizar una apicoformación (64,65).

Las 4 revisiones sistemáticas presentes en la literatura que tratan del mismo tema afirman que tanto las técnicas regenerativas como las de apicoformación tenían las mismas tasas de éxito y supervivencia y demostraron ser eficaces en el tratamiento de los dientes permanentes necróticos inmaduros. Las técnicas regenerativas endodónticas parecen ser superiores a las técnicas de apicoformación en términos de estimulación de la maduración radicular. Pero, que la apicoformación con MTA parece producir en general mejores tasas de éxito clínico y radiográfico entre los tratamientos de endodoncia (34–37).

Fortalezas del estudio

Este estudio investiga una gran cantidad de dientes permanentes inmaduros con necrosis pulpar y ápices abiertos utilizando resultados clínicos y radiográficos con un seguimiento de hasta 48 meses. Además, se eligieron solo estudios de 'alta calidad' y con bajo riesgo de sesgos. Otra ventaja de esta



revisión sistemática es que los estudios fueron heterogéneos en cuanto a varias características importantes, como los rangos de edad de los pacientes, los períodos de seguimiento, la presencia de síntomas y la etiología. También, se escogieron estudios que comparan los dos tratamientos de apicoformación y revascularización pulpar con el fin de saber cuál es la técnica de elección hoy en día. El número de casos incluidos se distribuyó uniformemente ya que todos los estudios elegidos en nuestra revisión fueron estudios que compararon ambas técnicas, mientras que en otros estudios el grupo de revascularización pulpar tuvo un número total de casos mucho menor en comparación con el grupo de apicoformación.

Limitaciones del estudio

Algunos estudios tienen un diseño retrospectivo, lo que podría limitar la información si los dientes tratados presentaban signos o síntomas de efectos adversos pre, intra o postoperatorios. Por lo tanto, es importante saber que la evidencia actual basada en estudios observacionales es limitada y que en consecuencia, los resultados pueden estar sesgados. Por otra parte, se necesitan más ensayos clínicos para poder completar los estudios de intervención sobre el tratamiento de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro con un buen seguimiento en tiempo, para poder evaluar la eficacia de cada una de las dos técnicas.

CONCLUSIÓN

1. El protocolo de revascularización pulpar presenta mejores resultados a nivel del engrosamiento de la pared radicular y alargamiento radicular, y además reduce también el diámetro del foramen apical, en comparación con el tratamiento de apicoformación.
2. En las tasas generales de éxito y supervivencia se observaron los dientes que padecen dens evaginatus han tenido un mejor pronóstico que los dientes traumatizados. No se pudieron correlacionar diferencias en la tasa de alargamiento y engrosamiento de la pared radicular con la naturaleza del trauma.
3. Tanto los tratamientos de revascularización pulpar como de apicoformación tuvieron las mismas tasas de supervivencia y demostraron ser beneficiosos en el tratamiento de los dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro.
4. En REP se recomienda utilizar MTA o Biodentine como cemento biocerámico mientras que en la apicoformación tradicional se utiliza hidróxido de calcio pero por las numerosas desventajas que ha mostrado, hoy en día tiene como alternativa los tapones apicales de MTA que parecen producir en general mejores tasas de éxito clínico y radiográfico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nicoloso GF, Goldenfum GM, Dal Pizzol TDS, Scarparo RK, Montagner F, de Almeida Rodrigues J, et al. Pulp revascularization or apexification for the treatment of immature necrotic permanent teeth: Systematic review and meta-analysis. Vol. 43, Journal of Clinical Pediatric Dentistry. Journal of Clinical Pediatric Dentistry; 2019. p. 305–13.
2. González Lema D, Terreros de Huc M. Evaluación de la interrelación de cronología y secuencia de erupción de canino y segundo premolar superior en pacientes entre los 9 y 12 años de edad. Medicina [Internet]. 2015;19(1):21.
3. booksmedicosorg. Endodoncia TÉCNICAS CLÍNICAS Y BASES CIENTÍFICAS.
4. Flanagan TA. What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and what treatment options are available for these teeth. Vol. 40, Australian Endodontic Journal. Blackwell Publishing; 2014. p. 95–100.
5. Chen X, Bao ZF, Liu Y, Liu M, Jin XQ, Xu X bin. Regenerative endodontic treatment of an immature permanent tooth at an early stage of root development: A case report. Journal of Endodontics. 2013 May;39(5):719–22.
6. Basha S, Noor Mohammad R, Shivalinga Swamy H. Incidence of dental trauma among obese adolescents - a 3-year-prospective study. Dental Traumatology. 2015 Apr 1;31(2):125–9.
7. Larsen T, Fiehn NE. Dental biofilm infections – an update. Vol. 125, APMIS. Blackwell Munksgaard; 2017. p. 376–84.
8. Koopaei MM, Inglehart MR, McDonald N, Fontana M. General dentists', pediatric dentists', and endodontists' diagnostic assessment and treatment strategies for deep carious lesions: A comparative analysis. Journal of the American Dental Association. 2017 Feb 1;148(2):64–74.
9. García Barbero J. Patología y terapéutica dental : operatoria dental y endodoncia. 2aed. Barcelona : Elsevier; 2015. p. 161-170.

10. <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas7Patpulpar/necratamiento.html>. 11.
11. Shabahang S. Treatment options: apexogenesis and apexification. *J Endod* 2013;39(3 Suppl):S26-9.
12. Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. *Pediatr Dent*. 2013;35(2):129–40.
13. Trope M. Treatment of the Immature Tooth with a Non-Vital Pulp and Apical Periodontitis. Vol. 54, *Dental Clinics of North America*. 2010. p. 313–24.
14. Pace R, Giuliani V, Pini Prato L, Baccetti T, Pagavino G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: Results from a case series. *International Endodontic Journal*. 2007 Jun;40(6):478–84.
15. Flanagan TA. What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and what treatment options are available for these teeth: Pulp Necrosis Immature Perm Teeth + Treatments. *Aust Endod J*. 2014;40(3):95–100
16. Luzón Caigua KL, Sánchez Robles BA, González Eras SP, Gahona Carrión DI. Apicoformación en dientes necróticos. *RECIMUNDO*. 2020 Oct 15;4(4):134–43.
17. <https://gacetadental.com/2009/03/apexificacin-con-hidrxido-de-calcio-vs-tapn-apical-de-mta-31613/>.
18. Bucchi, C. Tratamiento del Diente Permanente Necrótico. Un Cambio de Paradigma en el Campo de la Endodoncia. *International Journal of Odontostomatology*, 2020, 14(4), 670–677.
19. Yassen GH, Vail MM, Chu TG, Platt JA. The effect of medicaments used in endodontic regeneration on root fracture and microhardness of radicular dentine. *International Endodontic Journal*. 2013 Jul;46(7):688–95.
20. Ducret M, Fabre H, Celle A, Mallein-Gerin F, Perrier-Groult E, Alliot-Licht B, et al. Current challenges in human tooth revitalization. In: *Bio-Medical Materials and Engineering*. IOS Press; 2017. p. S159–68.

21. 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.
22. Hargreaves, K. M., Giesler, T., Henry, M., & Wang, Y. (2008). Regeneration potential of the young permanent tooth: what does the future hold? *Journal of Endodontics*, 34(7 Suppl), S51-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.02.032>.
23. Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: A literature review and report of a case. *Journal of Endodontics*. 2012;38(10):1428–34.
24. Chan EKM, Desmeules M, Cielecki M, Dabbagh B, Ferraz dos Santos B. Longitudinal Cohort Study of Regenerative Endodontic Treatment for Immature Necrotic Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*. 2017 Mar 1;43(3):395–400.
25. Akcay M, Arslan H, Yasa B, Kavrik F, Yasa E. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by various antibiotic pastes used in revascularization. *Journal of Endodontics*. 2014;40(6):845–8.
26. Kahler B, Mistry S, Moule A, Ringsmuth AK, Case P, Thomson A, et al. Revascularization outcomes: A prospective analysis of 16 consecutive cases. *Journal of Endodontics*. 2014 Mar;40(3):333–8.
27. Alagl A, Bedi S, Hassan K, AlHumaid J. Use of platelet-rich plasma for regeneration in non-vital immature permanent teeth: Clinical and cone-beam computed tomography evaluation. *Journal of International Medical Research*. 2017 Apr 1;45(2):583–93.
28. Huang GTJ. Apexification: The beginning of its end. Vol. 42, *International Endodontic Journal*. Blackwell Publishing Ltd; 2009. p. 855–66.
29. Wigler R, Kaufman AY, Lin S, Steinbock N, Hazan-Molina H, Torneck CD. Revascularization: A treatment for permanent teeth with necrotic pulp and incomplete root development. Vol. 39, *Journal of Endodontics*. 2013. p. 319–26.
30. Silujjai J, Linsuwanont P. Treatment Outcomes of Apexification or Revascularization in Nonvital Immature Permanent Teeth: A Retrospective Study. *Journal of Endodontics*. 2017 Feb 1;43(2):238–45.

31. Forghani M, Parisay I, Maghsoudlou A. Apexogenesis and revascularization treatment procedures for two traumatized immature permanent maxillary incisors: a case report. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2013;38(3):178.
32. Vijayran, M., Chaudhary, S., Manuja, N., & Kulkarni, A. U. (2013). Mineral trioxide aggregate (MTA) apexification: a novel approach for traumatised young immature permanent teeth. *BMJ Case Reports*, 2013, bcr2012008094–bcr2012008094.
33. Boufdil H, Mtalsi M, El Arabi S, Bousfiha B. Apexification with calcium hydroxide vs. Revascularization. *Case Rep Dent*. 2020;2020:9861609.
34. Kahler B, Rossi-Fedele G, Chugal N, Lin LM. An Evidence-based Review of the Efficacy of Treatment Approaches for Immature Permanent Teeth with Pulp Necrosis. Vol. 43, *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc.; 2017. p. 1052–7.
35. 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.
36. Nicoloso GF, Goldenfum GM, Dal Pizzol TDS, Scarparo RK, Montagner F, de Almeida Rodrigues J, et al. Pulp revascularization or apexification for the treatment of immature necrotic permanent teeth: Systematic review and meta-analysis. Vol. 43, *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*; 2019. p. 305–13.
37. Nicoloso GF, Pötter IG, Rocha R de O, Montagner F, Casagrande L. A comparative evaluation of endodontic treatments for immature necrotic permanent teeth based on clinical and radiographic outcomes: a systematic review and meta-analysis. Vol. 27, *International Journal of Paediatric Dentistry*. Blackwell Publishing Ltd; 2017. p. 217–27.
38. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. Vol. 6, *PLoS Medicine*. 2009.
39. Cabello JB. *Lectura crítica de la evidencia clínica*. Barcelona: Elsevier;2015.

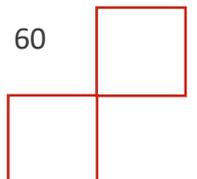
40. Wells, G. A, Shea, B., O'Connel, D. et al. The Newcastle-Ottawa scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.
41. Saoud TMA, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and radiographic outcomes of traumatized immature permanent necrotic teeth after revascularization/revitalization therapy. *Journal of Endodontics*. 2014;40(12):1946–52.
42. Nagata JY, Figueiredo De Almeida Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, de Faria DE, Campos GR, et al. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *Journal of Endodontics*. 2014;40(5):606–12.
43. Chen MYH, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *International Endodontic Journal*. 2012 Mar;45(3):294–305.
44. El Ashiry EA, Farsi NM, Abuzeid ST, El Ashiry MM, Bahammam HA. Dental pulp revascularization of necrotic permanent teeth with immature apices. *J Clin Pediatr Dent [Internet]*. 2016; 40(5):361–6.
45. Aly MM, Taha SEED, el Sayed MA, Youssef R, Omar HM. Clinical and radiographic evaluation of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate in revascularization of non-vital immature permanent anterior teeth (randomized clinical study). *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2019 Jul 1;29(4):464–73.
46. Li L, Pan Y, Mei L, Li J. Clinical and Radiographic Outcomes in Immature Permanent Necrotic Evaginated Teeth Treated with Regenerative Endodontic Procedures. *Journal of Endodontics*. 2017 Feb 1;43(2):246–51.
47. Beslot-Neveu A, Bonte E, Baune B, Serreau R, Aissat F, Quinquis L, et al. Mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide in apexification of non vital immature teeth: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2011 Jul 13;12.
48. Jamshidi D, Homayouni H, Moradi Majd N, Shahabi S, Arvin A, Ranjbar Omid B. Impact and Fracture Strength of Simulated Immature Teeth Treated with

- Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug and Fiber Post Versus Revascularization. *Journal of Endodontics*. 2018 Dec 1;44(12):1878–82.
49. Anthrayose P, Nawal RR, Yadav S, Talwar S, Yadav S. Effect of revascularisation and apexification procedures on biomechanical behaviour of immature maxillary central incisor teeth: a three-dimensional finite element analysis study. *Clinical Oral Investigations*. 2021 Dec 1;25(12):6671–9.
50. Lin J, Zeng Q, Wei X, Zhao W, Cui M, Gu J, et al. Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study. *Journal of Endodontics*. 2017;43(11):1821–7.
51. Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, Albert J, Abu-Melha AS, et al. Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: A pilot retrospective cohort study. *Journal of Endodontics*. 2014;40(8):1063–70.
52. Pereira AC, Oliveira ML, Cerqueira-Neto ACCL, Vargas-Neto J, Nagata JY, Gomes BPFA, et al. Outcomes of traumatised immature teeth treated with apexification or regenerative endodontic procedure: a retrospective study. *Australian Endodontic Journal*. 2021 Aug 1;47(2):178–87.
53. Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AAR, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. *Journal of Endodontics*. 2014 Feb;40(2):192–8.
54. Chen SJ, Chen LP. Radiographic outcome of necrotic immature teeth treated with two endodontic techniques: A retrospective analysis. *Biomedical Journal*. 2016 Oct 1;39(5):366–71.
55. Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: A retrospective study. *Journal of Endodontics*. 2012 Oct;38(10):1330–6.
56. Narang I, Mittal N, Mishra N. A comparative evaluation of the blood clot, platelet-rich plasma, and platelet-rich fibrin in regeneration of necrotic

- immature permanent teeth: A clinical study. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2015 Jan 1;6(1):63–8.
57. Aggarwal V, Miglani S, Singla M. Conventional apexification and revascularization induced maturogenesis of two non-vital, immature teeth in same patient: 24 months follow up of a case. *Journal of Conservative Dentistry*. 2012;15(1):68.
 58. Lee LW, Hsieh SC, Lin YH, Huang CF, Hsiao SH, Hung WC. Comparison of clinical outcomes for 40 necrotic immature permanent incisor treated with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate apexification/apexogenesis. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2015 Feb 1;114(2):139–46.
 59. Kandemir Demirci G, Kaval ME, Güneri P, Çalışkan MK. Treatment of immature teeth with nonvital pulps in adults: a prospective comparative clinical study comparing MTA with Ca(OH)₂. *International Endodontic Journal*. 2020 Jan 1;53(1):5–18.
 60. Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues JJ. MTA versus Ca(OH)₂ in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clinical Oral Investigations*. 2015 Dec 3;19(6):1381–8.
 61. Damle SG, Bhattal H, Loomba A. Apexification of anterior teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2012 Apr 1;36(3):263–8.
 62. Pradhan DP, Chawla HS, Gauba K, Goyal A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *J Dent Child (Chic)*. 73(2):79–85.
 63. El-Meligy OA, Avery DR. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatr Dent* 2006; 28: 248–253.
 64. Martens L, Rajasekharan S, Cauwels R. Endodontic treatment of trauma-induced necrotic immature teeth using a tricalcium silicate-based bioactive cement. A report of 3 cases with 24-month follow-up. *Eur J Paediatr Dent*. 2016 Mar;17(1):24–8.
 65. Vidal K, Martin G, Lozano O, Salas M, Trigueros J, Aguilar G. Apical Closure in Apexification: A Review and Case Report of Apexification Treatment of an

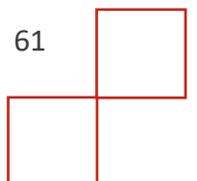


Immature Permanent Tooth with Biodentine. Journal of Endodontics. 2016 May
1;42(5):730–4.





ANEXOS



ANEXO 1 : Checklist PRISMA

Tabla 1

Lista de verificación PRISMA 2020

Sección/tema	Item n.º	Item de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
TÍTULO			
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.	Portada
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración PRISMA 2020 (tabla 2).	Pag. 4
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	Pag. 19
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	Pag. 21
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	Pag. 22
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	Pag. 24
Estrategia de búsqueda	7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	Pag. 24
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Pag. 25
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaban datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede,	Pag. 26

		los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (<i>missing</i>) o incierta.	
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuantos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Pag. 26
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (item n.85).	
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metaanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	

Tabla 1 (Continuación)

Sección/tema	Item n.8	Item de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	Pag. 26
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	
RESULTADOS			
Selección de los estudios	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (ver figura 1).	Pag. 27 Figura. 5
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	Pag. 29
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	Pag. 29
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	Pag. 30 Tabla. 7 y 8
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resuma brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	Pag. 33
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metaanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	Tabla. 9

	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	
Sesgos en la publicación	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	
Certeza de la evidencia	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	
DISCUSION			
Discusion	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	Pag. 44
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	Pag. 51
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	
	23d	Argumente las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	Pag.52
OTRA INFORMACION			
Registro y protocolo	24a	Proporcione la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	
	24b	Indique donde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningun protocolo.	
	24c	Describa y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	
Financiacion	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	
Conflicto de intereses	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	
Disponibilidad de datos, codigos y otros materiales	27	Especifique que elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y donde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	

ANEXO 2 : Formato Artículo

Tratamiento de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro: Una revisión sistemática

Sabrina Douiri, Gracia Galán Gil

Universidad Europea de Valencia. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de odontología

Correspondencia:
Paseo Alameda, 7
46010 – Valencia, Spain
Sabrinadouiri97@gmail.com

1 Resumen

2 Introducción : En la actualidad, hay diferentes tratamientos para la afectación pulpar para tratar los dientes
3 permanentes necróticos con ápice inmaduro, entre los cuales tenemos la revascularización pulpar y la
4 apicoformación. **Objetivo :** Evaluar el conocimiento actual sobre la revascularización pulpar y compararlos para
5 determinar cuál proporciona los mejores resultados clínicos y radiográficos para el manejo de dientes permanentes
6 necróticos con ápice inmaduro. **Materiales y métodos :** La literatura se proyectó a través de PubMed y Scopus
7 hasta febrero 2022 para seleccionar ensayos clínicos aleatorizados y estudios observacionales que compararon los
8 tratamientos de revascularización pulpar y apicoformación evaluando los resultados clínicos y radiográficos. De
9 los 351 artículos, se incluyeron un total de 7 estudios, de los cuales se evaluó el riesgo de sesgo. Así, se
10 establecieron comparaciones de los resultados clínicos y radiográficos de cada uno de los tratamientos.
11 Resultados : La comparación de la revascularización pulpar con la apicoformación a nivel clínico y radiográfico
12 no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El éxito clínico y radiográfico oscila
13 entre 76.47% y 100% para la revascularización pulpar, 77.3% y 100%, 80.77% y 100% para la apicoformación
14 con CaOH₂ y MTA, respectivamente. **Conclusión :** El tratamiento de revascularización parece ser mejor que la
15 apicoformación en términos de estimulación del desarrollo radicular en cuanto al espesor de la pared radicular y
16 la longitud radicular y además permite la reducción del diámetro del foramen apical pero, la apicoformación con
17 MTA parece producir en general mejores tasas de éxito clínico y radiográfico entre los tratamientos de endodoncia
18 disponibles en dientes permanentes necróticos inmaduros.

19 Palabras clave : Revascularización pulpar, apicoformación , dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro,
20 necrosis pulpar

21

I. INTRODUCCIÓN

22 El manejo de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduros es un tema controvertido y imprevisible a
23 nivel clínico ya que la raíz del diente todavía no ha terminado su desarrollo¹. La dificultad de su tratamiento radica
24 en la imposibilidad de crear un buen cierre apical, además la pared de la dentina muy fina pudiendo así provocar
25 futuras fracturas de la raíz^{1,2}. Podemos distinguir varias causas de necrosis pulpar dentro de ellas, traumatismos,
26 anomalías dentales y caries. A lo largo de los años se han desarrollado diferentes técnicas para el manejo del
27 tratamiento de los dientes permanentes necróticos, empezando con apicoformaciones y más recientemente la
28 terapias regenerativas más conocidas como revascularización o revitalización pulpar^{1,2}. Según numerosos estudios
29 realizados, la etiología de la necrosis pulpar refiere que las causas más comunes son la caries dentales,
30 traumatismos dentales y en ocasiones anomalías dentales tal y como : dens invaginatus y dens evaginatus. El

1 resultado ideal del tratamiento es promover el desarrollo adecuado y continuo de la raíz con un buen cierre apical
2 y así restablecer el funcionamiento correcto del complejo dentino-pulpar^{3,4}. Cuando se producen daños
3 irreversibles en la pulpa por necrosis, durante el periodo de desarrollo dentario, provocando así consecuencias a
4 nivel del crecimiento fisiológico de la raíz dental, hay que proceder con una intervención terapéutica con la técnica
5 denominada apicoformación que promueve la formación de una barrera apical calcificada que proporcione un
6 tope y permita un sellado apical adecuado, facilitando así el relleno del conducto con material de obturación, en
7 este caso el hidróxido de calcio^{3,4,5}. Se empezó a emplear un nuevo material en Endodoncia, el Agregado de
8 Trióxido Mineral (MTA), biocompatible y antibacteriano, buen sellador en la cámara pulpar, el sistema del
9 conducto radicular y los espacios periradiculares como tapón apical en los tratamientos de apicoformación. Esta
10 técnica sigue siendo preferible a la de la apicoformación con Ca(OH)₂, ya que presenta menos riesgo de fractura
11 radicular y requiere menos tiempo^{3,4,5}. En la actualidad, existen otros materiales que se pueden emplear para
12 producir una barrera o tapón apical como los silicatos de calcio, entre ellos el Biodentine^{3,4,5}. La endodoncia
13 regenerativa, también llamada revitalización/revascularización es una terapia biológica que tiene por objetivo
14 recuperar o reemplazar los tejidos dentales dañados o perdidos, incluyendo dentina, estructuras radiculares y células
15 del complejo dentino-pulpar⁵. Lo que distinga la endodoncia regenerativa de otras técnicas como la
16 apicoformación es el hecho de que genera un desarrollo continuo y favorece la continuación del desarrollo
17 radicular, produciendo así el refuerzo de las paredes dentinales.. Una vez que inducido el sangrado en el conducto
18 radicular, se forma un coágulo de sangre a nivel de la unión amelo cementaria (UAC), entonces se cubre con una
19 capa de 3-4 mm de MTA o Biodentine^{6,7,8}. El objetivo de este estudio es comparar la efectividad de los
20 tratamientos endodóncicos de revascularización pulpar y apicoformación en dientes permanentes necróticos con
21 ápice abierto.

22 II. MATERIALES Y METODOS

23 *A. Protocolo y registración*

24 Se siguieron los elementos de informe preferidos para las revisiones sistemáticas (PRISMA) para presentar esta
25 revisión.

26 *B. Pregunta PICO*

27 La pregunta de investigación se desarrolló de acuerdo con el formato de Población, Intervención, Comparación
28 y Resultado (PICO):¿ En los dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro, la revascularización tiene una
29 eficacia mayor en comparación con la técnica de apicoformación, en cuanto a grado de desarrollo radicular ? La
30 población fueron pacientes con dientes permanentes necróticos inmaduros; La intervención fue tratamiento de

1 revascularización pulpar; la comparación fue el tratamiento de apicoformación; y los resultados fueron la
2 efectividad del desarrollo radicular con los tratamientos endodónticos de revascularización y apicoformación y en
3 dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro.

4 ***C. Estrategia de búsqueda***

5 Se realizó una búsqueda a principios de noviembre 2021 en diferentes motores de búsqueda relacionados con
6 las ciencias de la salud : PubMed y Scopus Para obtener los resultados óptimos de la búsqueda se establecieron
7 una serie de términos Mesh : “ Apexification”, “Regenerative endodontics”, “Pulp revitalization”, “Pulp
8 revascularization”, “Immature permanent teeth”, “Treatment options”, “Necrotic pulp”, los resultados obtenidos
9 no han sido concluyentes. Por lo cual la búsqueda sistemática ha sido más específica y concisa en las bases de
10 datos. En cada una de las bases de datos se realizaron diferentes combinaciones de los descriptores con la finalidad
11 de obtener los mejores resultados. Tras aplicar los diferentes filtros : año de publicación y marcadores booleanos
12 utilizando principalmente “AND” y “OR”, además el tipo de artículo, donde han sido eliminadas las revisiones.

13 ***D. Criterios de elegibilidad***

14 Para acotar los resultados de la búsqueda, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión : (1) Antigüedad de
15 los artículos : 2011-2022, (2) Estudios realizados sobre humanos, (3) Estudios que comparan las técnicas de
16 revascularización pulpar y apicoformación, (4) Tipo de estudio : ensayos clínicos, estudios observacionales. Por
17 el otro lado, los criterios de exclusión en esta revisión son los siguientes : (1) Estudios que incluyen otros
18 tratamientos : apicogénesis, pulpotomías, pulpectomías.. etc., (2) Estudios que no hayan separado los datos por
19 grupos, (3) Tiempo de seguimiento menor a 3 meses, (4) Dientes que hayan recibido anteriormente un tratamiento
20 endodóntico, (5) Dientes que presentan pulpitis irreversible, (6) Estudios que no aporten datos sobre el grado de
21 desarrollo radicular. La idioma no ha sido un criterio de selección de los artículos.

22 ***A. Selección de estudios***

23 El proceso de selección de los artículos ha sido realizado por 1 revisor, mediante la eliminación de todos los
24 artículos duplicados, seguido de una lectura crítica del título de los artículos y como segundo paso se ha leído el
25 resumen de cada artículo para asegurarse de su relevancia para el estudio. Después de esta etapa se han leído los
26 artículos completos y así han sido descartados varios artículos por no cumplir con los criterios de inclusión/
27 exclusión, y los que se seleccionaron cumplen todos los criterios de elegibilidad anteriormente establecidos.

28 ***B. Evaluación de la calidad y el riesgo de sesgos***

29 Un revisor cegado evaluó de forma independiente la calidad metodológica de los estudios incluidos según la
30 guía CASPE para evaluar los ensayos clínicos, mediante 11 preguntas a las cuales se puede responder con “Si”,

1 “No”, “No sé”, y por el otro lado la Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para evaluar la calidad de estudios no
2 aleatorizados. Se basa en un "sistema de estrellas", que va de 0 a 9 estrellas, en el que un estudio se evalúa en tres
3 amplias perspectivas: selección de grupos de estudio (cuatro estrellas); comparabilidad de grupos (dos estrellas);
4 y determinación de la exposición o el resultado de interés (tres estrellas) para estudios de cohortes. E umbral de
5 "siete estrellas" se considera para estudios de calidad "alta" y "baja", es decir, si un estudio recibió siete estrellas
6 o más, se consideró de calidad "alta". Se ha considerado la verificación STROBE que consta de 22 preguntas para
7 la evaluación de calidad metodológica de los estudios observacionales usados en esta revisión sistemática, y la
8 escala de NewCastle-Ottawa (NOS) para evaluar la calidad de los estudios no randomizados. (**Tabla 1.**) De la
9 misma manera fue evaluado el riesgo de sesgos empleando la guía CASPE para ensayos clínicos que consta de
10 11 preguntas, con el fin de definir si los estudios son de alto, bajo o medio riesgo de sesgos. La mayoría de los
11 estudios evaluados presentan 7 para *Alobaid et al.*⁹ y 8 estrellas para los demás estudios y por lo tanto, fueron
12 considerados de alta calidad. (**Tabla 2.**)

13 III. RESULTADOS

14 A. Selección de estudio

15 La búsqueda sistemática realizada obtuvo 351 artículos. Se obtuvieron un total de 185 en PubMed y 166 en
16 Scopus. Después de eliminar los duplicados : 103 coincidieron en PubMed y Scopus; quedaron 248 estudios.
17 Otros 63 de los artículos fueron descartados por ser marcados como ilegibles, y 2 más por otras razones, con
18 un total de 175 artículos excluidos. Los criterios de inclusión se aplicaron a los títulos y resúmenes, dejando así
19 un total de 183 artículos : 108 en PubMed y 75 en Scopus. Luego, los artículos de texto completo fueron evaluados
20 aplicando los criterios de exclusión : se han eliminado todas las revisiones bibliográficas, caso reporte, revisiones
21 sistemáticas, estudios in vitro y estudios sobre animales, además de todos los artículos que han incluido otras
22 técnicas como la pulpotomía o apicogénesis en su estudio, y también todos los artículos que no compararon la
23 revascularización y la apicoformación en un mismo estudio. Los artículos que no han respetado los criterios
24 establecidos fueron descartados, quedando así 3 artículos en PubMed y ninguno en Scopus. Posteriormente, se
25 buscaron manualmente palabras clave a partir de artículos potencialmente relevantes, se identificaron 8, de los
26 cuales se cogieron 4 para el estudio. Por lo tanto, se incluyeron un total de 7 estudios relevantes para la revisión
27 sistemática. (**Figura1.**)

28 B. Análisis de las características de los estudios revisados

29 Esta revisión presenta 4 estudios retrospectivos de cohorte y 2 ensayos controlados aleatorizados publicados
30 entre 2012 y 2020. Las características de los 367 pacientes en total, como la edad (desde 6 hasta 46 años), el sexo,

1 la etiología (por traumatismos, anomalías dentales, caries), el tipo de diente tratado (anterior o posterior) y el
2 tiempo de seguimiento (varia de 3 hasta aproximadamente 50 meses), se presentaron en todos los estudios.

3 ***D. Síntesis de resultados***

4 ■ *El cambio en la longitud y espesor radicular entre la revascularización pulpar y la apicoformación*

5 El diagnóstico del estado de la pulpa necrótica ha sido realizado clínicamente y radiográficamente con un
6 seguimiento de hasta cuatro años. En cuanto a la longitud radicular se ha observado un aumento de un rango de 3
7 $\pm 2\%$ y 81.16 % en la revascularización pulpar y 0.4% y 26.47%, 0% y $8.55 \pm 8.97\%$ en la apicoformación con
8 CaOH₂ y con MTA, respectivamente. El cambio del espesor radicular ha demostrado un aumento de un rango de
9 $1.8 \pm 1.3\%$ y 82.60 % en la revascularización pulpar y de 0% a 1.52% en la apicoformación con CaOH₂ mientras
10 que con MTA puede llegar hasta 14.14%^{9,10,11,12,13,14,15}. (**Tabla.3**)

11 ■ *El éxito y el fracaso de la revascularización pulpar y la apicoformación según la etiología de la necrosis pulpar 12 y/o otros factores desencadenantes*

13 En los estudios han sido evaluados tanto dientes anteriores como posteriores con o sin lesiones periapicales, las
14 etiologías mencionadas han sido traumatismos, dens evaginatus y caries. Según *Lin y cols.*¹⁰ la etiología ejerce
15 una gran influencia sobre los resultados de la revascularización pulpar. En este mismo estudio, los dientes que
16 padecen dens evaginatus han tenido un mejor pronóstico que los dientes traumatizados. Los resultados mostraron
17 que para los casos causados por dens evaginatus, la revascularización pulpar aumentó significativamente la
18 longitud y el grosor de la raíz en comparación con el tratamiento de apicoformación. Para los casos causados por
19 trauma, solo el aumento del grosor radicular mostró una diferencia significativa con la revascularización en
20 comparación con la apicoformación. Conforme a, *Alobaid y cols.*, *Jeeruphan y cols.* y *Chen y cols.*^{9,11,12} no hay
21 una diferencia significativa entre el éxito de la revascularización o apicoformación. Por el otro lado, *Lin y cols.*
22 *Silujjai y cols.*, *Nagy y cols.*^{10,13,14} afirman que la revascularización tiene mayor éxito en el aumento de la longitud
23 y espesor de la raíz, y una mayor tasa de supervivencia del diente en comparación con las técnicas de
24 apicoformación con MTA o Ca(OH)₂. Según *Silujjai y cols.*¹³, las tasas de éxito de la apicoformación y
25 revascularización fueron del 80,77% y 76,47% respectivamente. *Alobaid y cols.*⁹ afirma que la mayoría de los
26 casos fueron clínicamente exitosos durante el período de seguimiento 87 % en total, con 15 casos exitosos (79 %) en el grupo revascularización y 12 casos exitosos (100 %) en el grupo apicoformación. La razón del fracaso
27 depende de una técnica u otra, varios estudios han afirmado que al realizar una apicoformación la fractura del
28 diente es una de las causas principales el fallo. Por otro lado, en los casos de revascularización, la razón más
29 común es la reinfección del diente. *Nagy y cols.*¹⁴ opina que el fracaso en la apicoformación con MTA está
30

1 estrechamente relacionado con las raíces muy delgadas y quebradizas. *Pereira y cols.*¹⁵ afirma que las dos causas
2 de fracaso es la reimplantación, la fractura del esmalte con luxación extrusiva. **(Tabla.3)**

3▪ Los beneficios de la revascularización pulpar y la apicoformación en cuanto al desarrollo fisiológico y la
4 formación de una barrera apical

5 En la mayoría de los resultados obtenidos en los estudios, no hay una diferencia significativa entre los
6 tratamientos de revascularización y apicoformación, que sea evaluable clínicamente o radiográficamente. Según
7 *Lin y cols.*¹⁰, el grupo tratado con la revascularización pulpar mostró un aumento significativo en la longitud de
8 la raíz ($1,64 \pm 1,43$ mm frente a $0,60 \pm 1,06$ mm) y el grosor de la raíz ($0,24 \pm 0,25$ mm frente a $0,08 \pm 0,21$ mm),
9 pero una disminución del tamaño del diámetro apical menos significativa ($1,49 \pm 0,96$ mm frente a $1,85 \pm 0,67$
10 mm) en comparación con la apicoformación. En cuanto a los cambios radiográficos, la medida del espesor
11 radicular mostró una mayor diferencia entre los grupos de tratamiento con $1,4 \% \pm 3,2 \%$ para los pacientes
12 tratados con apicoformación frente a $10,2 \% \pm 4,0 \%$ para el grupo de la revascularización pulpar, afirma *Alobaid*
13 *y cols.*⁹. *Silujjai y cols.*¹³ consta que el aumento de la longitud de la raíz, no hubo diferencias estadísticamente
14 significativas entre los grupos con $9,51 \%$ (revascularización) y del $8,55 \%$ (apicoformación con MTA). El análisis
15 de los resultados radiográficos de *Jeeruphan y cols.*¹¹ indicó un aumento significativo con el tratamiento de
16 revascularización en el grosor de la raíz a nivel del tercio apical. El tratamiento con el protocolo de
17 revascularización produjo aumentos significativamente mayores en el espesor de la raíz ($28,2 \%$) en comparación
18 con los dientes tratados con apicoformación con MTA (0%) o apicoformación con hidróxido de calcio. Los dientes
19 tratados con revascularización mostraron un aumento significativamente mayor en la longitud de la raíz ($14,9 \%$)
20 en comparación con los dientes tratados con apicoformación con MTA ($6,1 \%$) o apicoformación con hidróxido
21 de calcio. Por otro lado, según *Nagy y cols.*¹⁴, no se ha observado ningún aumento de la longitud ni espesor
22 radicular durante el periodo de 3 a 18 meses de seguimiento para el grupo tratado con apicoformación con MTA..
23 En *Pereira y cols.*¹⁵, el procedimiento de revascularización provocó un aumento significativo del grosor radicular
24 en comparación con la apicoformación con $6,7 \%$ y $0,99 \%$ respectivamente. Los cambios en la longitud de la raíz
25 fueron del $6,66 \%$ para la apicoformación y del $12,55 \%$ para revascularización pulpar. **(Tabla.3)**

26▪ Los materiales recomendados para la realización del tratamiento de apicoformación o revascularización pulpar
27 En cuanto al material utilizado, *Jeeruphan y cols.*¹¹ afirma que no hubo diferencias estadísticamente significativas
28 entre los grupos de apicoformación con hidróxido de calcio y de apicoformación con MTA. **(Tabla 3.)**

29 IV.DISCUSIÓN

30 La efectividad del tratamiento de revascularización pulpar y apicoformación en dientes permanentes necróticos

1 inmaduros puede ser muy similar. Según nuestro estudio, no hay una diferencia estadísticamente significativa con
2 respecto a los resultados generales a nivel clínico y radiográfico. Hasta donde sabemos, esta es la primera revisión
3 sistemática que examina solo estudios respectivos de cohorte y ensayos clínicos aleatorizados comparativos de la
4 revascularización pulpar y apicoformación, para evaluar los resultados radiográficos y clínicos en dientes
5 permanentes necróticos inmaduros.

6 ■ El cambio en la longitud y espesor radicular entre la revascularización pulpar y la apicoformación

7 Conforme a los diferentes estudios, se han visto ventajas y inconvenientes en cada uno de los tratamientos
8 que sea con revascularización pulpar o apicoformación con MTA o HC : *Jeeruphan y cols.*¹¹ compararon los
9 tratamientos de revascularización con pasta de triple antibiótica como MIC y apicoformación con Ca(OH)₂ o
10 MTA y encontraron una diferencia estadísticamente significativa en el grosor y longitud radicular a favor de la
11 revascularización en comparación con la apicoformación con HC y MTA. La tasa de supervivencia ha sido del
12 100% de los dientes tratados, mientras que el Ca(OH)₂ y MTA mostraron una tasa de 77,2% y 95%
13 respectivamente. *Silujjai y cols.*¹³ mostraron un aumento estadísticamente diferente en el espesor de la raíz que
14 favorece la revascularización en comparación con la apicoformación con MTA. *Alobaid y cols.*⁹ no observaron
15 una diferencia estadística entre la revascularización y la apicoformación con HC o MTA. A su vez, *Narang y cols.*
16 ¹⁶ observaron un aumento de la longitud y el grosor radicular para la revascularización en comparación con la
17 apicoformación con MTA. *Nagy y cols.*¹⁴ también compararon las técnicas de apicoformación con MTA y la
18 revascularización. La mayoría de los casos observaron evidencia radiográfica de la reparación periapical. El grupo
19 tratado con revascularización mostró un aumento estadísticamente significativo de la longitud y el espesor de la
20 raíz un diámetro apical reducido a favor en comparación con MTA. A su vez, *Aggarwal y cols.*¹⁷ compararon el
21 proceso de apicoformación con MIC de Ca(OH)₂ y la revascularización en el mismo paciente en dos dientes
22 diferentes, se ha visto que el diente tratado con revascularización mostró elongación de la raíz y el cierre apical,
23 lo que no ha sido el caso para el diente tratado con HC.

24 El éxito y el fracaso de la revascularización pulpar y la apicoformación según la etiología de la necrosis pulpar
25 y/o otros factores desencadenantes

26 En *Nagata y cols.*¹⁹ la etiología que han padecido la mayoría de los pacientes es la luxación lateral con un
27 47.8%. Como sustancias irrigadoras se han usado CHX y NaOCl igual que *Alobaid y cols.*⁹. Los 2 grupos han
28 sido tratados con TAP o CHP, en el TAP se ha reducido el dolor en percusión horizontal mientras que en el CHP
29 se ha reducido el dolor a nivel de la percusión vertical. En este mismo estudio ⁹ todos los grupos han visto un
30 mejora de la sintomatología pero en ningún diente se ha recuperado la sensibilidad pulpar. Teniendo en cuenta la

1 tasa de éxito de la revascularización, el estudio retrospectivo de *Jeeruphan y cols.*¹¹ demostró una supervivencia
2 significativamente mayor en los dientes después del tratamiento regenerativo (100 %) en comparación con los
3 tratados con apicoformación con Ca(OH)₂ (77 %). Según los 2 estudios retrospectivos de cohortes : *Alobaid y*
4 *cols y Jeeruphan y cols.*^{9,11} el éxito clínico de la revascularización pulpar ha sido de 78% y 100%, y
5 radiográficamente 93% y 100%. En *Saoud y cols.*²⁰, 90% de los casos de revascularización han resuelto los
6 síntomas periapicales que presentaban los pacientes en 12 meses de seguimiento. Todos los casos han sido
7 clínicamente exitosos : 55% han completado el cierre apical en casos de revascularización pulpar y al menos 20%
8 de descenso en diámetro apical en 12 meses de seguimiento. El aumento de la área radiográfica radicular fue el
9 hallazgo radiográfico más robusto y consistente en este estudio (del 28,13 % al 52,60 %, 74,51 % y 97,58 % a los
10 3, 6, 9 y 12 meses, respectivamente), y 100% de los casos mostraron al menos un aumento del 20% en la área
11 radiográfica radicular en la visita de seguimiento de 12 meses. En contraste, *Alobaid y cols.*⁹ observaron que solo
12 20% de los casos (3/15) cumplían con los criterios del 20% para la medición de la área radiográfica radicular en
13 su estudio. Esta diferencia podría deberse a la etiología de la poblaciones de estudio; en *Li y cols.*²¹, todos los
14 casos fueron causados por una etiología de dens evaginatus, mientras que en el estudio de *Alobaid y cols.*⁹ la
15 etiología fue principalmente un trauma dental. Debido a que un trauma severo puede dañar la vaina radicular
16 epitelial de Hertwig y/o la papila apical, es menos probable que los dientes traumatizados logren un desarrollo
17 dental continuo clínicamente significativo que los dientes cuya causa de tratamiento sea un motivo distinto.

18 Los beneficios de la revascularización pulpar y la apicoformación en cuanto al desarrollo fisiológico y la
19 formación de una barrera apical

20 Tal y como se han observado en *Alobaid y cols.* *Lin y cols.* *Jeeruphan y cols.*, *Chen y cols.*, *Silujjai y cols.*,
21 *Nagy y cols.* *Pereira y cols.*,^{9,10,11,12,13,14,15} el análisis clínico y radiográfico muestra que en todos los casos
22 presentados se observaron un engrosamiento progresivo de las paredes dentinales, un aumento de la longitud de
23 la raíz y estrechamiento del apical, lo que previene los riesgos de fractura. Este incremento podría deberse a que
24 el coágulo de sangre actúa como una matriz en la que se pueden sembrar células vitales del periápice para
25 restablecer la vascularización de la pulpa, afirma también el estudio de *Ashiry y cols.*²².

26 Los hallazgos sobre la supervivencia y el éxito clínico están de acuerdo con los de *Jeeruphan y cols.* *Y*
27 *Saoud y cols.*^{11,20}. Sin embargo, con respecto a la evidencia radiográfica de patología periapical, los dientes en *Li*
28 *y cols.*²² tardaron menos tiempo en resolverse que en los estudios informados por *Alobaid y cols.*, *Nagy y cols y*
29 *Saoud y cols.*, y^{9,14,20}. *Saoud y cols.*²⁰ observaron un cambio promedio del 79 % en el diámetro apical y *Nagy y*
30 *cols.*¹⁴ observaron un cambio del 34,6 %. *Lin y cols.* y *Saoud y cols.*^{10,20} presentan resultados muy similares, los

1 hallazgos radiográficos indican que la revascularización indujo un aumento en la área radiográfica radicular.,
2 cierre apical y longitud de la raíz.

3 ■ Los materiales recomendados para la realización del tratamiento de apicoformación o revascularización pulpar

4 *Aly y cols.*²³ a su vez compara los efectos de la revascularización con MTA y Biodentine. El largo tiempo
5 de fraguado, las malas características de manejo y la decoloración de la corona son algunos de los inconvenientes
6 del MTA que requieren la búsqueda de un reemplazo del MTA. Durante el período de seguimiento, la mayoría de
7 los casos fueron clínicamente exitosos (96 %) con 100 % para el grupo Biodentine y 91,66 % para el grupo MTA.
8 Estos datos estaban de acuerdo con el hallazgo de *Saoud y cols.*²⁰. El estudio de *Lee y cols.*²⁴ encontró que tanto
9 el hidróxido de calcio como la apicoformación de MTA fueron efectivos como *Jeeruphan y cols.* y *Kandemir*
10 *Demirci y cols.*^{11,25}, se observó un desarrollo radicular completo o casi completo con formación de un ápice
11 radicular cónico y una elongación significativa de la longitud de la raíz apical mediante radiografía periapical. Sin
12 embargo, si los dientes de ápice abierto se trataron con la colocación de MTA en el canal apical cerca del agujero
13 apical, se encontró un ápice radicular como con una elongación significativamente menor de la longitud de la raíz
14 apical mediante radiografía periapical. Al contrario de *Jeeruphan y cols.* y *Lee y cols.*^{11,24}, *Bonte y cols.*²⁶ mostró
15 que de manera similar, ambos tratamientos dan como resultado una curación periapical clínica y radiográfica en
16 la mayoría de los casos tratados, pero el proceso de curación parece ser más rápido para la terapia de
17 apicoformación con MTA. Un alto riesgo de fractura cervical, inducida por la obturación prolongada del conducto
18 radicular con HC, es otro hecho importante destacado por este estudio, mientras que no se observó fractura después
19 de la apicoformación del MTA, lo que ha sido confirmado también por *Kandemir Demirci y cols.*²⁵. Por estas
20 razones, parece apropiado preferir el procedimiento MTA antes que el protocolo HC para el tratamiento de dientes
21 necróticos inmaduros. Por otro lado, *Damle y cols.*²⁶ también confirma que MTA proporciona un excelente
22 mecanismo para formar el tapón apical. El tiempo necesario para la formación de la barrera fue significativamente
23 menor en los dientes tratados con MTA en comparación con los dientes tratados con hidróxido de calcio.
24 *Pradhan y cols.*²⁸ encontraron que el tiempo total del tratamiento y el tiempo medio necesario para la formación
25 de la barrera biológica fue mucho menor en los pacientes tratados con MTA pero mostraron resultados clínicos y
26 radiográficos similares para los protocolos de apicoformación con HC y MTA. *El-Meligy y cols.*²⁹ observó que
27 el protocolo con MTA es efectivo para los procedimientos de apicoformación por ofrecer la obliteración completa
28 del conducto radicular a la hora de su colocación inicial. Los otros estudios *Bonte y cols.*, *Damle y cols.* y *El-*
29 *Meligy y cols.*^{26,27,29} encontraron menos fracasos clínicos y radiográficos para MTA en comparación con HC,
30 aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, se debe enfatizar que el protocolo

1 de la MTA exige menos citas, es menos costoso y consume menos tiempo. Además, las pastas de Ca(OH)₂ pueden
2 aumentar la fragilidad de la dentina cuando se colocan durante períodos prolongados aumentando así el riesgo de
3 fractura radicular. Estos hallazgos pueden respaldar el uso de MTA en enfoques de apicoformación^{26,27}.

4 **Limitaciones del estudio**

5 Algunos estudios tienen un diseño retrospectivo, lo que podría limitar la información si los dientes tratados
6 presentaban signos o síntomas de efectos adversos pre, intra o postoperatorios. Por lo tanto, es importante saber
7 que la evidencia actual basada en estudios observacionales es limitada y que en consecuencia, los resultados
8 pueden estar sesgados. Por otra parte, se necesitan más ensayos clínicos para poder completar los estudios de
9 intervención sobre el tratamiento de dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro con un buen seguimiento
10 en tiempo, para poder evaluar la eficacia de cada una de las dos técnicas.

11 Por último, tanto las técnicas de REP como las de apicoformación tiene las mismas tasas de supervivencia
12 y demostraron ser eficaces en el tratamiento de los dientes permanentes necróticos con ápice inmaduro.

13 **CONFLICTO DE INTERÉS**

14 El autor niega cualquier conflicto de interés.

15 **RECONOCIMIENTOS**

16 Los autores desean agradecer a la Universidad Europea de Valencia y a las personas que colaboraron en el
17 proyecto pero que no figuran como autores del paper.

18 **REFERENCIAS**

19[1] Nicoloso GF, Goldenfum GM, Dal Pizzol TDS, Scarparo RK, Montagner F, de Almeida Rodrigues J, et al. Pulp
20 revascularization or apexification for the treatment of immature necrotic permanent teeth: Systematic review and
21 meta- analysis. Vol. 43, Journal of Clinical Pediatric Dentistry. Journal of Clinical Pediatric Dentistry; 2019. p.
22 305–13.

23[2] Flanagan TA. What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and
24 what treatment options are available for these teeth. Vol. 40, Australian Endodontic Journal. Blackwell Publishing;
25 2014. p. 95–100.

26[3] Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic
27 procedures. *Pediatr Dent*. 2013;35(2):129–40.

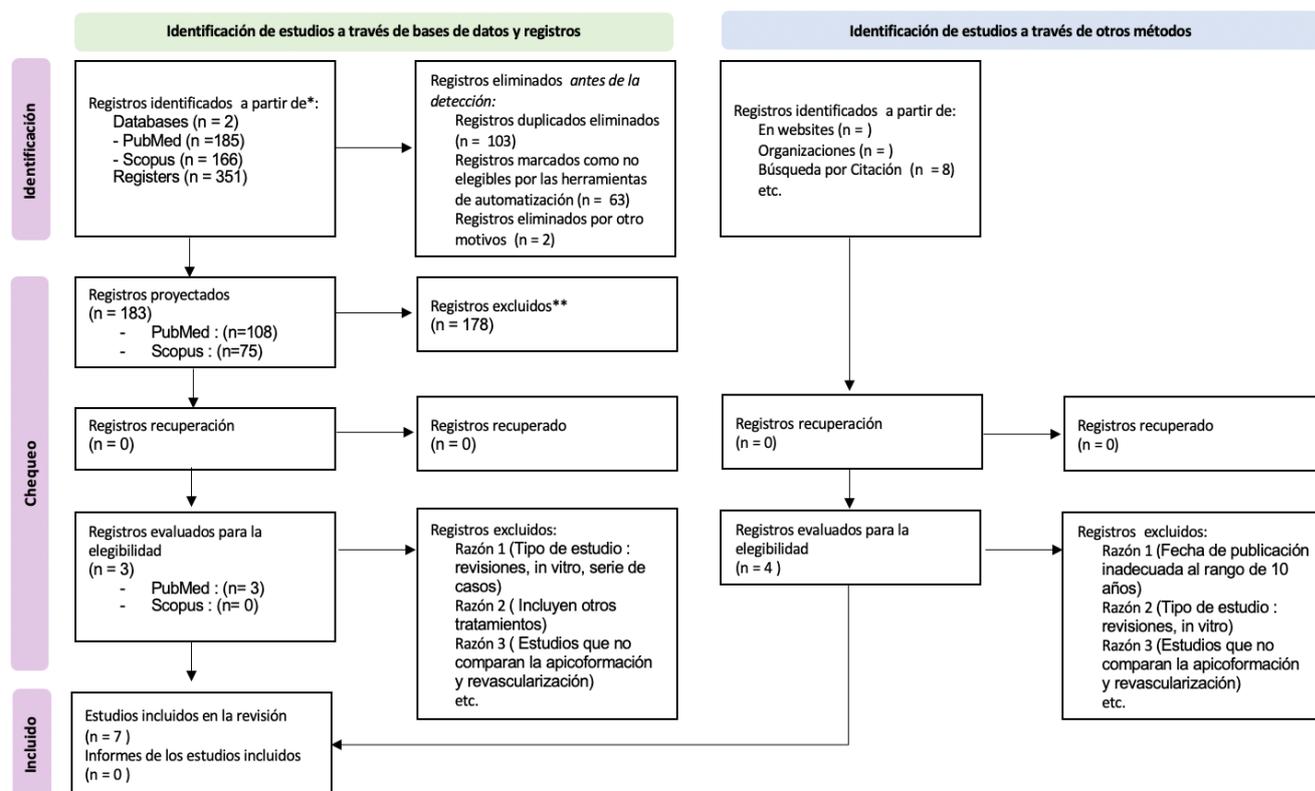
28[4] Trope M. Treatment of the Immature Tooth with a Non-Vital Pulp and Apical Periodontitis. Vol. 54, Dental
29 Clinics of North America. 2010. p. 313–24.

30[5] Bucchi, C. (2020). Tratamiento del Diente Permanente Necrótico. Un Cambio de Paradigma en el Campo de la

- 1 Endodoncia. *International Journal of Odontostomatology*, 14(4), 670–677.
- 2[6] Akcay M, Arslan H, Yasa B, Kavrik F, Yasa E. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by
3 various antibiotic pastes used in revascularization. *Journal of Endodontics*. 2014;40(6):845–8.
- 4[7] Kahler B, Mistry S, Moule A, Ringsmuth AK, Case P, Thomson A, et al. Revascularization outcomes: A
5 prospective analysis of 16 consecutive cases. *Journal of Endodontics*. 2014 Mar;40(3):333–8.
- 6[8] Huang GTJ. Apexification: The beginning of its end. Vol. 42, *International Endodontic Journal*. Blackwell
7 Publishing Ltd; 2009. p. 855–66.
- 8[9] Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, Albert J, Abu-Melha AS, et al. Radiographic and clinical outcomes of
9 the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: A pilot retrospective cohort
10 study. *Journal of Endodontics*. 2014;40(8):1063–70.
- 11[10] Lin J, Zeng Q, Wei X, Zhao W, Cui M, Gu J, et al. Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature
12 Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study. *Journal of Endodontics*.
13 2017;43(11):1821–7.
- 14[11] Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: Comparison
15 of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or
16 apexification methods: A retrospective study. *Journal of Endodontics*. 2012 Oct;38(10):1330–6.
- 17[12] Chen SJ, Chen LP. Radiographic outcome of necrotic immature teeth treated with two endodontic techniques: A
18 retrospective analysis. *Biomedical Journal*. 2016 Oct 1;39(5):366–71
- 19[13] Silujjai J, Linsuwanont P. Treatment Outcomes of Apexification or Revascularization in Nonvital Immature
20 Permanent Teeth: A Retrospective Study. *Journal of Endodontics*. 2017 Feb 1;43(2):238–45.
- 21[14] Nagy MM, Tawfik HE, Hashem AAR, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with
22 necrotic pulps after different regenerative protocols. *Journal of Endodontics*. 2014 Feb;40(2):192–8. 40.
- 23[15] Pereira AC, Oliveira ML, Cerqueira-Neto ACCL, Vargas-Neto J, Nagata JY, Gomes BPFA, et al. Outcomes of
24 traumatised immature teeth treated with apexification or regenerative endodontic procedure: a retrospective study.
25 *Australian Endodontic Journal*. 2021 Aug 1;47(2):178–87.
- 26[16] Narang I, Mittal N, Mishra N. A comparative evaluation of the blood clot, platelet-rich plasma, and platelet-rich
27 fibrin in regeneration of necrotic immature permanent teeth: A clinical study. *Contemporary Clinical Dentistry*.
28 2015 Jan 1;6(1):63–8.
- 29[17] Aggarwal V, Miglani S, Singla M. Conventional apexification and revascularization induced maturogenesis of
30 two non-vital, immature teeth: 24 months follow up of a case. *Journal of Conservative Dentistry*. 2012;15(1):6.

- 1 [18]Mente J, Hage N, Pfefferle T, Koch MJ, Dreyhaupt J, Stachle HJ, et al. Mineral Trioxide Aggregate Apical Plugs
2 in Teeth with Open Apical Foramina: A Retrospective Analysis of Treatment Outcome. *Journal of Endodontics*.
3 2009 Oct;35(10):1354–8.
- 4 [19]Nagata JY, Figueiredo De Almeida Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, de Faria DE, Campos GR, et al.
5 Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *Journal of Endodontics*.
6 2014;40(5):606–12.
- 7 [20]Saoud TMA, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and radiographic outcomes of traumatized
8 immature permanent necrotic teeth after revascularization/revitalization therapy. *Journal of Endodontics*.
9 2014;40(12):1946–52.
- 10 [21]Li L, Pan Y, Mei L, Li J. Clinical and Radiographic Outcomes in Immature Permanent Necrotic Evaginated Teeth
11 Treated with Regenerative Endodontic Procedures. *Journal of Endodontics*. 2017 Feb 1;43(2):246–51.
- 12 [22]El Ashiry EA, Farsi NM, Abuzeid ST, El Ashiry MM, Bahammam HA. Dental pulp revascularization of necrotic
13 permanent teeth with immature apices. *J Clin Pediatr Dent [Internet]*. 2016; 40(5):361–6.
- 14 [23]Aly MM, Taha SEED, el Sayed MA, Youssef R, Omar HM. Clinical and radiographic evaluation of Biodentine
15 and Mineral Trioxide Aggregate in revascularization of non-vital immature permanent anterior teeth (randomized
16 clinical study). *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2019 Jul 1;29(4):464–73.
- 17 [24]Lee LW, Hsieh SC, Lin YH, Huang CF, Hsiao SH, Hung WC. Comparison of clinical outcomes for 40necrotic
18 immature permanent incisorstreated with calcium hydroxide ormineral trioxide aggregate
19 apexification/apexogenesis. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2015 Feb 1;114(2):139–46.
- 20 [25]Kandemir Demirci G, Kaval ME, Güneri P, Çalışkan MK. Treatment of immature teeth with nonvital pulps in
21 adults: a prospective comparative clinical study comparing MTA with Ca(OH)₂. *International Endodontic*
22 *Journal*. 2020 Jan 1;53(1):5–18.
- 23 [26]Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues JJ. MTA versus Ca(OH)₂ in apexification of non-vital immature
24 permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clinical Oral Investigations*. 2015 Dec 3;19(6):1381–8.
- 25 [27]Damle SG, Bhattal H, Loomba A. Apexification of anterior teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2012
26 Apr 1;36(3):263–8.
- 27 [28]Pradhan DP, Chawla HS, Gauba K, Goyal A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with
28 unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *J Dent Child (Chic)*. 73(2):79–85.
- 29 [29]El-Meligy OA, Avery DR. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide.
30 *Pediatr Dent* 2006; 28: 248–253.

Anexos



*Considere, si es factible hacerlo, informar el número de registros identificados en cada base de datos o registro buscado (en lugar del número total en todas las bases de datos /registros).
 **Si se utilizaron herramientas de automatización, indique cuántos registros fueron excluidos por un humano y cuántos fueron excluidos por las herramientas de automatización.

Figura 1. Diagrama de flujo según PRISMA 2020 que ilustra el proceso de búsqueda y selección de la literatura. La figura representa el proceso de búsqueda de los estudios, criterios de selección y razones de exclusión.

Tabla 1. Newcastle-Ottawa scale (NOS) para evaluar la calidad de los estudios no randomizado

	Alobaid y cols. 2014	Silujjai y cols. 2017	Chen y cols. 2016	Jeeruphan y cols. 2012	Pereira y cols. 2021
1. Selection					
1.1 Representativeness of the exposed cohort	*	*	*	*	*
1.2 Selection of the non-exposed cohort	*	*	*	*	*
1.3 Ascertainment of exposure	*	*	*	*	*
1.4 Demonstration that outcome of interest was not present at start of stud	*	*	*	*	*
2. Comparability					
2.1 Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis	*	**	**	**	**
3. Outcome					
3.1 Assessment of outcome	*	*	*	*	*
3.2 Was follow-up long enough	*	*	*	*	*
3.3 Adequacy of follow-up	*	*	*	*	*

Tabla 2. Guía de CASPE para la evaluación de riesgo de sesgos en ensayos controlados aleatorizados.

	Lin y cols. 2017	Nagy y cols. 2014
P1 : ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?	SI	SI
P2 : ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?	SI	SI
P3 : ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?	SI	SI
P4 : ¿Se mantuvo el cegamiento a: - Los pacientes. - Los clínicos. - El personal del estudio	NO	SI
P5 : ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?	SI	NO
P6 : ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	SI	SI
P7 : ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?	SI	SI
P8 : ¿Cuál es la precisión de este efecto?	NO SÉ	NO SÉ
P9 : ¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local?	SI	SI
P10 : ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?	SI	SI
P11 : ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?	SI	SI

Tabla 3. Tabla de síntesis de resultados

	<i>Alobaid y cols.</i>	<i>Jeeruphan y cols.</i>	<i>Silujjai y cols.</i>	<i>Pereira y cols.</i>	<i>Lin y cols.</i>	<i>Chen y cols .</i>	<i>Nagy y cols.</i>
Tipo de estudio	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio retrospectivo de cohorte	Estudio prospectivo controlado aleatorizado	Estudio retrospectivo de cohorte	Ensayo controlado aleatorizado
País	Estados Unidos	Tailandia	Tailandia	Brazil	China	Taiwan	Egipto
Año	2014	2012	2017	2020	2017	2016	2014
Tipo de dientes	Anteriores y posteriores	Anteriores y posteriores	Anteriores y posteriores	Incisivos centrales y laterales superiores	Incisivos centrales y premolares	Premolares	Dientes anteriores superiores
N° de pacientes en total	31	61	46	37	118	38	29
N° de dientes	REP: 19 <u>Apicoformación</u> Ca(OH)2 : 7 MTA: 5	REP: 20 <u>Apicoformación</u> Ca(OH)2 : 19 MTA: 22	REP: 17 <u>Apicoformación</u> MTA: 29	REP : 22 <u>Apicoformación</u> : 22	REP : 69 <u>Apicoformación</u> : 34	REP : 17 <u>Apicoformación</u> : MTA : 21 Ca(OH)2 : 18	REP [coágulo de sangre] : 12 REP [coágulo de sangre + andamio inyectable]: 12 <u>Apicoformación</u> [Tapón apical MTA]: 12
Edad de los pacientes (años)	REP: 8.8 ± 1.6 <u>Apicoformación</u> Ca(OH)2 : 9.8 ± 2.0 MTA: 9.8 ± 2.0	REP: 12.9 ± 5.07 <u>Apicoformación</u> Ca(OH)2 : 10.5 ± 3.85 MTA: 14.6 ± 6.17	8-46	6-18	8-16	REP : 10.9 ± 0.98 <u>Apicoformación</u> : 10.4 ± 1.26	9-13

Etiología de la necrosis pulpar	Traumatismo (77.4%), Caries (12.9%), anomalías(9.7%)	Traumatismo (59%), Dens evaginatus (32,8) and Caries (8.2%)	Traumatismo (46.51%), Dens evaginatus (41.86) and Caries (11.63%)	Traumatismo : fractura, luxación, ambas y reimplantación	Dens evaginatus y traumatismos	Fractura por dens evaginatus	*
Diagnostico de la necrosis pulpar	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente	Clínicamente y radiográficamente
Lesion periapical al principio del tratamiento	Presente o ausente	Presente o ausente	*	Presente o ausente	Presente o ausente	Presente o ausente	Presente o ausente
Tipo de intervención	Revascularización pulpar (REEP), Apicoformación con Ca(OH) ₂ o MTA	Revascularización pulpar (RP), Apicoformación con Ca(OH) ₂ o MTA	Revascularización pulpar (REP), Apicoformación con MTA	Revascularización pulpar (REP), Apicoformación	Revascularización pulpar y Apicoformación	Revascularización pulpar y Apicoformación	Revascularización pulpar y Apicoformación
Tipo de solución irrigadora	REP: varias concentraciones de NaOCl, clorhexidina, y/o EDTA Ca(OH) ₂ y MTA	REP: 2.5% NaOCl Ca(OH) ₂ y MTA	REP: 1.5-2.5% NaOCl y 17% EDTA Apicoformación MTA: 2.5% NaOCl	2% gel de clorhexidina y solución salina como agentes irritantes, y uso de EDTA 17% para eliminar la capa de barillo	20 mL de solución de hipoclorito de sodio al 1,5 %, solución salina fisiológica al 0,9 % y 20 mL de 17% EDTA	2,5 % Solución de hipoclorito de sodio (NaOCl)	10 ml de hipoclorito de sodio al 2,6 % Segunda visita: 10 ml de NaOCl al 2,6% seguido de 10 ml de solución salina estéril
Tipo de medicación intraconducto	REP: TAP (ciprofloxacina, metronidazole y minociclina), DAP (ciprofloxacina, metronidazole) y/o Ca(OH) ₂ Apicoformación Ca(OH)₂ y MTA: Hidroxido de calcio	REP: TAP (ciprofloxacina, metronidazole y minociclina) Ca(OH) ₂ y MTA	REP: ciprofloxacina o metronidazole y minociclina o hidroxido de calcio Apicoformación MTA: hidroxido de calcio	Hidroxido de calcio y 2% gel de clorhexidina O una mezcla de 250 mg de ciprofloxacina, 400 mg metronidazole y 50 mg de minociclina	REP: 0.1 mg/mL TPA Apicoformación: pasta vitapex y ionomero de vidrio	Ca(OH) ₂ y MTA	TAP con metronidazol, ciprofloxacina y doxycycline
N° casos clínicos de éxito (%)	REP: 79% Apicoformación Ca(OH)₂: 100% MTA: 100% (RP = MTA = Ca(OH) ₂ (p=0.09))	REP: 100% Apicoformación Ca(OH)₂: 77.3% MTA: 94.7% (RP = MTA > HC (p<0.05))	REP: 76.47% Apicoformación MTA: 80.77% RP = MTA (p>0.05)	REP: 95.45% Apicoformación: 86.36%	REP: 81.16% Longitud radicular 82.60% Espesor radicular 65.21% cierre apical Apicoformación: 26.47% Longitud radicular 0% Espesor radicular 82.35% cierre apical e	REP: Curado : 70,59% Curando : 23,53% Con patología : 5,88% Apicoformación Curado : 52,38% Curando : 33,33% Con patología : 14,29%	REEP [coagulo]: 90% RP FGF: 80% Apicoformación MTA: 100%
N° de casos radiográficos de éxito (%)	*	RP: 100% Apicoformación Ca(OH)₂: 77.3% MTA: 94.7% (RP = MTA > Ca(OH) ₂ (p<0.05))	RP: 76.47% Apicoformación MTA: 80.77% RP = MTA (p>0.05)	RP: 95.45% Apicoformación: 86.36%	*	*	REP [coagulo]: 90% REP FGF: 80% Apicoformación MTA: 100%
Aumento en la longitud radicular (%)	*	REP: 14.9% Apicoformación Ca(OH)₂: 0.4% MTA: 6.1%	REP: 9.51% ± 18.14% Apicoformación MTA: 8.55% ± 8.97%	REP: 12.55 ± 11.89 % Apicoformación: 6.66 ± 5.2 %	REP: 81.16% Apicoformación: 26.47%	*	REP [coagulo]: (%) 3 meses : (3 ± 3.5) 6 meses: 5.3 ± 2.6 12 meses : 7.6 ± 4.7

Aumento en el espesor radicular (%)	REP: 10.2% ± 4.0% Ca(OH) ₂ y MTA *	REP: 28.2% Apicoformación Ca(OH) ₂ : 1.52% MTA: 0%	REP: 13.75% ± 19.91% Apicoformación MTA: -3.30% ± 14.14% RP > MTA (p<0.05)	REP : 6.7 ± 11.08 % Apicoformación: 0.99 ± 2.25 %	REP : 82.60% Apicoformación : 0%		18 meses : 11.8 + 4.9 REP FGF: (%) 3 meses : 3 ± 2 6 meses : 6.1 ± 3 12 meses : 9.9 ± 4.9 18 meses : 12.4 ± 4.7 Apicoformación MTA : (%) 3 meses : 0% 6 meses : 0% 12 meses : 0% 18 meses : 0% REP [coagulo]:(%) 3 meses : 1.8 ± 1.3 6 meses : 5.8 ± 1.2 12 meses : 8.4 ± 3.2 18 meses : 12.7 ± 4.7 REP FGF: (%) 3 meses : 2.3 ± 1.4 6 meses : 4.5 ± 1.6 12 meses : 8.3 ± 2.9 18 meses : 11.6 ± 3.6 Apicoformación MTA : (%) 3 meses : 0 6 meses : 0 12 meses : 0 18 meses : 0
Formación de barrera calcificada	*	*	*	*	Apicoformación : 82.35% cierre apical por la formación de una barrera calcificada	*	*
Decoloración coronal	REP: 2/19 (10.5%) Apicoformación Ca(OH) ₂ y MTA: 0/12 (0%)	*	*	REP : 10 casos Apicoformación : 1 caso (90% efecto adverso)	En 30/69 casos de revascularización pulpar	*	*
Razones de fracaso	Apicoformación Ca(OH) ₂ y MTA: fractura no restaurable	Reinfección, diente retraumatizado y extraído	REP: 3 dientes : infección persistente y 1 : reinfestado Apicoformación MTA: 2 dientes : fractura vertical, 1 diente : fractura horizontal y 2 dientes : fractura no restaurable.	Reimplantación, fractura del esmalte + luxación extensiva	Decoloración y calcificación, morfología radicular, etiología	Limitación: tamaño de muestra pequeño debido a la baja prevalencia del dens evaginatus	MTA: Raíces delgadas y quebradizas
Seguimiento (meses)	REP: 14 ± 8.5 Apicoformación Ca(OH) ₂ : 21.8 ± 12.0 MTA: 21.8 ± 12.0	REP: 21.15 ± 11.70 Apicoformación Ca(OH) ₂ : 27.32 ± 30.47 MTA: 14.21 ± 7.84	REP: 35 ± 21.76 Apicoformación MTA: 49 ± 31.09	12-30 meses	3,6,12 meses	3-, 6, 12 meses	3, 6, 12, and 18 meses

*No estipulado claramente en el estudio **REP:** Revascularización pulpar **TAP:** Pasta triple antibiótica **DAP:** Paste doble antibiótica **NaOCI:** Hipoclorito de sodio **FGF:** REP con coagulo de sangre + Andamio inyectable