



## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

# REGENERACIÓN / REVITALIZACIÓN PULPAR EN DIENTES PERMANENTES INMADUROS

Jiménez-Pascual S, Gallardo-López NE, Mourelle-Martínez MR.  
Regeneración / revitalización pulpar en dientes permanentes inmaduros.  
Cient. Dent. 2024; 21; 1; 22-29



**Jiménez-Pascual, Sandra**  
Graduada en Odontología por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Alumna del Máster en Ciencias Odontológicas, UCM. Alumna del curso de Experto en Clínica Periodontal, UCM.

**Gallardo-López, Nuria Esther**

Médico especialista en Estomatología. Magíster en Odontopediatría. Especialista en Atención Odontológica Integral al Niño con Necesidades Especiales. Profesor contratado doctor en Odontología (UCM).

**Mourelle-Martínez, María Rosa**

Médico especialista en Estomatología. Médico Puericultor. Médico especialista en Medicina del Trabajo. Magíster en Odontopediatría. Especialista en Atención Odontológica Integral al Niño con Necesidades Especiales. Profesor contratado doctor en Odontología (UCM).

**Indexada en / Indexed in:**

- IME
- IBECs
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

**Correspondencia:**

María Rosa Mourelle Martínez  
Departamento de Especialidades  
Clínicas Odontológicas.  
Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid, España. Plaza de Ramón y Cajal S/N, 28040, Madrid, España.  
rmourelle@odon.ucm.es

Fecha de recepción: 27 de diciembre de 2023.  
Fecha de aceptación para su publicación:  
20 de febrero de 2024.

## RESUMEN

**Introducción:** El tratamiento pulpar de dientes inmaduros es un procedimiento desafiante. Los dientes inmaduros tienen unos conductos anchos, paredes dentinarias delgadas y ápices abiertos, además de ser más propensos a la fractura y con mal pronóstico a largo plazo. La revascularización de un diente inmaduro intenta preservar los dientes el mayor tiempo posible, pero hay fracasos porque es difícil lograr una desinfección óptima del sistema de conductos radiculares.

**Métodos:** Se realizó una búsqueda bibliográfica consultando las bases de datos electrónicas PubMed y Web of Science de los últimos 10 años, utilizando palabras clave y criterios de elegibilidad.

**Resultados:** El proceso de búsqueda arrojó 635 artículos totales. Tras aplicar filtros, eliminar duplicados y seleccionar artículos por título y resumen, solo 27 fueron para el estudio.

**Conclusiones:** La revitalización pulpar tiene altas tasas de supervivencia en el tratamiento de dientes permanentes inmaduros necróticos. Son necesarios ensayos clínicos aleatorios para comparar el efecto de la fibrina rica en plaquetas, el plasma rico en plaquetas y el sangrado inducido sobre la revitalización de un diente con pulpa necrótica. Uno de los principales problemas de la revitalización pulpar es la decoloración coronal. La triple pasta antibiótica es un agente antimicrobiano muy eficaz, pero las altas concentraciones podrían tener un efecto perjudicial sobre la supervivencia de las células madre.

## PULP regeneration / revitalization in immature permanent teeth

### ABSTRACT

**Introduction:** Treatment of affected immature teeth is a challenging procedure. Immature teeth have wide canals, thin dentin walls and open apices, in addition to being more prone to fracture and with a poor long-term prognosis. Revascularization of an immature tooth attempts to preserve the teeth as long as possible, but there are failures because it is difficult to achieve optimal disinfection of the root canal system.

**Methods:** An exhaustive search was carried out by consulting the electronic databases PubMed and Web of Science of the last 10 years, using keywords and eligibility criteria.

**Results:** The search process yielded 635 total articles. After applying filters, eliminating duplicates and selecting articles by title and abstract, only 27 were for the present study.

**Conclusions:** Pulp revitalization has high survival rates in the treatment of necrotic immature permanent teeth. Randomized clinical trials are needed to compare the effect of platelet-rich fibrin, platelet-rich plasma, and induced bleeding on the revitalization of a tooth with necrotic pulp. One of the main problems of pulp revitalization is coronal discoloration. Triple antibiotic paste is a very effective antimicrobial agent, but high concentrations could have a detrimental effect on stem cell survival.

## PALABRAS CLAVE

Cierre apical; Ápice abierto; Dientes inmaduros; Dientes permanentes; Fibrina rica en plaquetas; MTA; Permanente inmaduro traumatizado no vital; Necrosis pulpar; Regeneración pulpar dental.

## KEY WORDS

Apical closure; Open apex; Immature teeth; Permanent teeth, Platelet-rich fibrin; MTA; Non-vital traumatized immature permanent; Pulp necrosis; Dental pulp regeneration.

## INTRODUCCIÓN

Durante la niñez y la adolescencia es fácil que se produzcan lesiones dentales traumáticas, que causan daños al diente y sus estructuras de soporte, incluidas fracturas radiculares, pérdida ósea y de dientes<sup>1</sup>. La pérdida de dientes permanentes a edades tempranas podría provocar la detención del crecimiento del hueso alveolar, lo que impide una reconstrucción estética y funcional posterior<sup>2</sup>. Debido al creciente deseo de preservar los dientes naturales, un diente en la categoría de mal pronóstico presenta un nuevo desafío para los dentistas<sup>1</sup>.

La característica principal de los dientes permanentes jóvenes es el incompleto desarrollo radicular. Esto conlleva un foramen apical abierto, paredes de las raíces más delgadas y frágiles, proporción corono-radicular inadecuada y falta de estructura radicular por formar<sup>3</sup>. Estas características particulares de los dientes permanentes jóvenes hacen que los tratamientos pulpares necesarios sean diferentes y lo más conservadores posibles.

El tratamiento de dientes inmaduros afectados es uno de los procedimientos más desafiantes en endodoncia. Como consecuencia de que dichos dientes inmaduros tienen unos canales muy anchos, paredes dentinarias delgadas y ápices abiertos, hace que presenten una mayor dificultad para el clínico en la preparación biomecánica<sup>1,3</sup>. Además, éstos son más propensos a la fractura y, por lo tanto, tienen un mal pronóstico a largo plazo<sup>3,4</sup>.

Tradicionalmente, los dientes inmaduros diagnosticados con pulpa necrótica se tratan mediante apexificación con hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) o agregado de trióxido mineral (MTA)<sup>5,6</sup>. Sin embargo, ninguno de los procedimientos permite el engrosamiento de la pared radicular ni el desarrollo continuo de la raíz<sup>7</sup>, por lo que, estos dientes se vuelven frágiles y susceptibles a la fractura<sup>5</sup>.

El procedimiento de endodoncia regenerativa es un nuevo enfoque terapéutico que promueve la continuación del crecimiento radicular en dientes necróticos inmaduros, previniendo potencialmente la fractura radicular<sup>5</sup>. La revascularización de un diente inmaduro traumatizado intenta preservar los dientes el mayor tiempo posible<sup>2</sup>.

En la revascularización pulpar, se desinfecta el conducto radicular con antibióticos o agentes antimicrobianos<sup>8</sup>. Es necesaria la promoción del coágulo de sangre tras la desinfección del sistema de conductos radiculares. En los últimos años, esta promoción del coágulo convencional (inducido mediante sobreinstrumentación) está siendo sustituida por el uso de plasma rico en plaquetas o de fibrina rica en plaquetas, con eficacia mejorada y mayor concentración de factores de crecimiento, para promover el sangrado dental<sup>7</sup>.

Sin embargo, una preocupación importante en los dientes sometidos a tratamiento de endodoncia regenerativa es lograr una desinfección óptima del sistema de conductos radiculares<sup>6</sup>. Aunque la revascularización es un tratamiento cada vez más utilizado, las tasas de fracaso clínico en la revitalización de dientes inmaduros pueden llegar a un 40%<sup>8</sup>.

Cuando se realiza una regeneración/revitalización pulpar, existe un gran porcentaje de casos que fracasan. Por lo que, es necesario saber cuáles son las mejores técnicas para llevar a cabo este tratamiento con la menor cantidad de riesgos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva para garantizar que se identificaran tantos estudios como fuera posible mediante una búsqueda electrónica.

Para la estrategia de búsqueda fueron consultadas las bases de datos electrónicas 1) PubMed y 2) Web of Science de los últimos 10 años, utilizando las siguientes palabras clave (MeSH): "apical closure", "open apex", "immature teeth", "permanent teeth", "platelet-rich fibrin", "MTA", "non-vital traumatized immature permanent", "pulp necrosis", "dental pulp regeneration".

Se usaron operadores booleanos, tales como: "immature" NOT "mature", "permanent" NOT "temporal", "Blood Clot" OR "Platelet-rich Fibrin".

### Criterios de elegibilidad

La selección de artículos para este estudio se hizo aplicando los siguientes criterios de selección (Tabla 1).

Todos los artículos identificados se evaluaron según el título, las palabras clave y el resumen para excluir aquellos que no eran relevantes para la pregunta de revisión.

**Tabla 1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.**

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publicaciones en los últimos 10 años</li> <li>- Estudios:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizados en dientes permanentes jóvenes</li> <li>• <i>In vivo</i></li> <li>• Con la técnica de revascularización/revitalización</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publicaciones en idiomas distintos a español e inglés</li> <li>- Estudios con seguimiento clínico inferior a 3 meses</li> <li>- Estudio con animales</li> </ul>

## RESULTADOS

### Selección de los estudios

El proceso de búsqueda arrojó 635 artículos totales. Tras aplicar el filtro de "publicaciones en los últimos 10 años", se descartan 135 artículos, quedando como artículos restantes 500. Tras eliminar los duplicados en ambas bases de datos (218 artículos), quedan un total de 282 publicaciones.

A estas publicaciones restantes, se les aplica el filtro de "ensayos clínicos aleatorizados (*Randomized Controlled Trial*)" y "ensayos clínicos (*Clinical Trial*)". En Pubmed, la búsqueda se reduce a 17 artículos, mientras que en Web of Science, se reduce a 212, quedando un total de 229 artículos.

Tras la selección de los artículos por título y resumen, se seleccionaron 53 para su lectura completa. Doce de ellos fueron descartados por ser revisiones sistemáticas; tres por tener muestras no humanas; cuatro de ellos, por ser estudios *in vitro*; siete, por tener un seguimiento menor de 3 meses; y el resto, por otros motivos. Es decir, solo 8 fueron elegidos para lectura de texto completo y todos ellos fueron seleccionados para el presente trabajo (Figura).

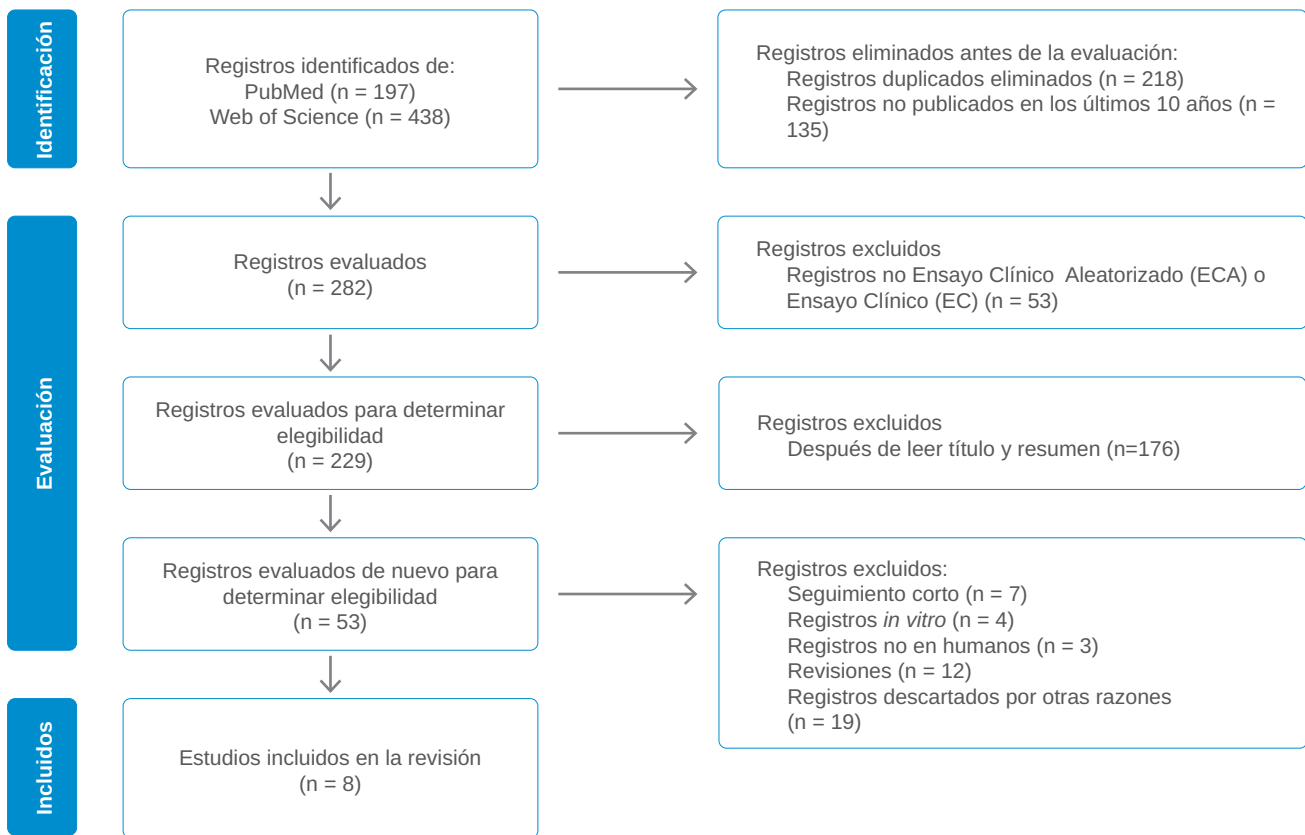


Figura. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada.

### Características de los estudios

Para esta búsqueda se han consultado diferentes tipos de estudio, excluyendo, como se ha mencionado anteriormente, las revisiones sistemáticas. Además, también se ha tenido en cuenta el tamaño muestral, el seguimiento de los casos y la etiología (Tabla 2).

### Características de los pacientes

La unidad muestral en estos estudios es el diente permanente inmaduro necrótico. Se incluye un total de 227 dientes permanentes inmaduros necróticos. La mayoría de ellos son incisivos superiores (193), aunque también se han estudiado en incisivos inferiores (1), premolares (5), molares superiores (3) y molares inferiores (25) (Tabla 2).

## RESULTADOS

### Técnica de revascularización

En la mitad de los estudios seleccionados para este estudio, se utilizó para llevar a cabo la revascularización pulpar la inducción del sangrado (formación del coágulo) (BC)<sup>2, 8-10</sup>. Solo un estudio lo realizó mediante fibrina rica en plaquetas (FRP)<sup>11</sup> y otro mediante plasma rico en plaquetas (PRP)<sup>12</sup>. Los dos restantes, lo llevaron a cabo mediante fibrina rica en plaquetas en la mitad de la muestra, y en la otra mitad lo realizaron con inducción del coágulo sanguíneo<sup>13, 14</sup> (Tabla 3).

### Uso de MTA

De los ocho estudios seleccionados para este trabajo, cinco utilizaron exclusivamente MTA para crear un tapón co-

ronal<sup>2, 11-14</sup>. Otros dos, dividieron la muestra en dos grupos y utilizaron en uno el MTA, mientras que en el otro usaron Bioceramic Root Repair<sup>8</sup> o EndoSequence Bioceramic Putty<sup>9</sup>. Solo uno de ellos utilizó NeoMTA Plus<sup>10</sup> (Tabla 3).

### Medicación intracanal

Se utilizó triple pasta antibiótica (TAP) en cinco estudios<sup>9, 11-14</sup>. Otro estudio usó en la mitad de la muestra TAP y en el resto Ca(OH)<sub>2</sub><sup>10</sup>. Ca(OH)<sub>2</sub> o gel de digluconato de clorhexidina al 2% se utilizó en otro estudio<sup>8</sup>. En el octavo estudio que se incluyó dentro de este estudio, tetraciclina y triamcinolona fue utilizado como medicación intracanal<sup>2</sup> (Tabla 3).

### Decoloración

Cuatro estudios confirman la aparición de decoloración coronal, ya sea causado por el MTA o tras la inducción del coágulo sanguíneo<sup>2, 8, 11, 14</sup>. Únicamente uno se caracteriza la ausencia de decoloración coronal, coincidiendo con el uso de NeoMTA Plus<sup>10</sup>. Tres no refieren aparición o no de decoloración<sup>9, 12, 13</sup> (Tabla 3).

### Fracasos / exclusión

Un total de 54 tratamientos fracasaron. Los fracasos podían ser tempranos o tardíos<sup>8</sup>. Los primeros (19) se caracterizan por una falta de sangrado al inducirlo o ausencia de formación del coágulo; mientras que en el segundo grupo (11 dientes), los pacientes manifestaban síntomas clínicos persistentes. Otros fracasaron porque sufrieron una grave reabsorción (3) o por incumplimiento de las visitas de seguimiento (1)<sup>2</sup>.

Distintos resultados desfavorables a los mencionados anteriormente son resorción radicular (1), asociación al tracto

Tabla 2. Características descriptivas de los estudios.

Autor y año	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Unidad muestral (diente)	Causa de la necrosis	Seguimiento (meses)
Bukhari S, 2016	Serie de casos retrospectivo	28	21 anteriores, 5 premolares y 2 molares. 22 superiores y 6 inferiores	Caries o trauma	7-31
Ragab RA, 2019	Ensayo clínico aleatorizado	22	Incisivos	No refiere	6 y 12
Mittmann CW, 2020	Estudio retrospectivo	16	Incisivos superiores	Trauma	22
Rizk HM, 2020	Ensayo clínico aleatorizado	30	Incisivos superiores	Trauma	3, 6, 9 y 12
Wikström A, 2022	Estudio de cohorte prospectivo	75	Incisivos superiores	Trauma	≥ 24
Al-Qudah A, 2023	Estudio clínico prospectivo aleatorizado	50	23 anteriores superiores, 1 anterior inferior, 3 molares superiores y 23 molares inferiores	Caries o trauma	3, 6, 12, 24 y 36
Kumar JK, 2023	Estudio clínico prospectivo	1	Incisivo superior (11)	Trauma	12
Biradar N, 2023	Serie de casos	5	Incisivos superiores	No refiere	12

sinusal (1), sensibilidad a la percusión (2) y persistencia o aumento del tamaño de la radiolucidez apical sin síntomas (3)<sup>10</sup>, e incluso por necesitar un tratamiento adicional (3) o una curación incompleta (4)<sup>9</sup> (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

La terapia regenerativa ha tenido excelentes tasas de éxito<sup>3</sup> y ha demostrado ser la técnica que aporta un mayor beneficio para el tratamiento de dientes permanentes no vitales a largo plazo<sup>11</sup>.

La revascularización es un enfoque prometedor para el tratamiento de incisivos inmaduros para recuperar la sensibilidad y mejorar el cierre apical<sup>2</sup>, además de aumentar el espesor de la pared dentinaria<sup>11</sup> y, al menos, mantener el hueso alveolar en términos de preservación del alvéolo. Se deben realizar más estudios para determinar las condiciones ideales (tipo de traumatismo, edad, ancho del agujero apical) para una revascularización<sup>2</sup>.

Se considera que el éxito de la revascularización se basa en disminuir la presencia de bacterias<sup>18</sup>. El efecto secundario descubierto fue la decoloración, que sólo se producía en los dientes dañados. El hallazgo radiológico con mayor grado de consistencia fue un desplazamiento del diámetro apical<sup>3</sup>. Yang y cols. (2022) realizaron un seguimiento a los 6, 12, 24 y 36 meses, demostrando que, la revascularización pulpar en un diente necrótico inmaduro mostró evidencia radiográfica adicional de curación<sup>16</sup>.

En el estudio prospectivo de Wikström y cols. (2022) se indica que la revitalización pulpar tuvo éxito con la resolución de los signos clínicos y radiográficos y el desarrollo

radicular continuo en el 60% de los dientes en los que se realizó y que los casos fallidos se relacionaron con la falta de sangrado (n=19) y las infecciones persistentes (n=11)<sup>8</sup>, además de por fracturas de corona<sup>19</sup>.

### Uso de MTA

En el estudio de Tawfeek y cols. (2023) se demostró que éxito clínico y radiográfico, ya sea usando NeoMTA o MTA convencional (WMTA) fue del 100%. La decoloración se detectó en un solo diente con NeoMTA (9,1%) y en tres dientes (27,3%) con MTA, pero la diferencia entre los grupos no fue estadísticamente significativa<sup>15</sup>.

Con un resultado similar, Ajram y cols. (2019) demostraron que la técnica de endodoncia regenerativa es factible y se puede realizar con éxito utilizando Ca(OH)<sub>2</sub> y MM-MTA<sup>5</sup>. En el ensayo clínico aleatorizado de Abuelniel y cols. (2020), se demostró que los dientes tratados con MTA, presentaron una decoloración significativa desde los 6 meses hasta los 18 meses de seguimiento. Se observó que 23 de los 25 dientes que habían sido tratados con MTA habían desarrollado decoloración en la visita de seguimiento a los 6 meses<sup>20</sup>.

La serie de casos llevada a cabo por Hajizadeh y cols. (2019), ilustró seguimientos de 12 meses de revascularización en tres dientes necróticos inmaduros utilizando MTA como barrera coronal. Los tratamientos se consideraron exitosos ya que los dientes eran funcionales, se aliviaron todos los signos y síntomas desfavorables y se lograron algunos grados de desarrollo radicular<sup>17</sup>.

En el estudio realizado por Sajjad y cols. (2022), se trataron 40 casos con MTA y 32 tuvieron éxito. Mostraron una resolución completa de los signos y síntomas y ausencia

TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS.

Autor y año	Técnica de revascularización	Medicación intracanal	Material de sellado	Decoloración	Fracasos / exclusión (dientes)
Mittmann CW, 2020	BC	Tetraciclina y triamcinolona	MTA	Sí	4
Wikström A, 2022	BC	Ca(OH) <sub>2</sub> o gel de digluconato de clorhexidina al 2%	MTA o Bioceramic Root Repair	Sí	30
Al-Qudah A, 2023	BC	Ca(OH) <sub>2</sub> o TAP	NeoMTA Plus	No	7
Kumar JK, 2023	FRP	TAP	MTA	Sí	0
Biradar N, 2023	PRP	TAP	MTA	No refiere	0
Rizk HM, 2020	FRP o BC	TAP	MTA	Sí	6
Ragab RA, 2019	FRP o BC	TAP	MTA	No refiere	No refiere
Bukhari S, 2016	BC	TAP	MTA o EndoSequence Bioceramic Putty	No refiere	7

BC (blood Clot) = coágulo sanguíneo  
MTA = Agregado Trióxido Mineral

Ca(OH)<sub>2</sub> = hidróxido de calcio  
TAP = triple pasta antibiótica

FRP = fibrina rica en plaquetas  
PRP = plasma rico en plaquetas



de radiolucidez periapical, en la mayoría de los casos, alargamiento de la longitud de la raíz y un espesor de las paredes radicales y cierre apical<sup>21</sup>.

### Uso de fibrina rica en plaquetas, plasma rico en plaquetas y estimulación del coágulo sanguíneo

El ensayo clínico aleatorizado (ECA) llevado a cabo por Rizk y cols. (2020), demostró que los dientes en los que se usó de fibrina rica en plaquetas (grupo examinado) mostraron un crecimiento estadísticamente significativo en la longitud y el ancho de la raíz radiográfica, un aumento de la densidad ósea periapical y una reducción en el diámetro apical en comparación con el grupo control (a los que se les indujo el sangrado, formándose un coágulo de sangre). Al final del período de seguimiento, todos los dientes tratados dieron negativo en la prueba de sensibilidad. El grupo control mostró una mayor decoloración de la corona en comparación con el grupo examinado<sup>14</sup>.

En la serie de casos prospectivos de Nawal y cols. (2020), dientes anterosuperiores permanentes necróticos inmaduros (n=6) fueron sometidos a una regeneración pulpar mediante fibrina rica en plaquetas. Ninguno de los dientes mejoró su capacidad de respuesta a las pruebas de sensibilidad pulpar al final del control de 5 años, pero todos ellos mostraron una disminución del diámetro apical (promedio del 30,96%), lo que fue estadísticamente significativo. También se produjo un aumento del grosor de la raíz (40,20%) y de la longitud de la raíz (13,18%)<sup>7</sup>.

Ragab y cols. (2019) afirmaron, en su ECA, que el uso de fibrina rica en plaquetas es eficaz para controlar la colocación del MTA al nivel deseado, con solo una ligera presión ejercida sobre el MTA durante la colocación; aunque también afirma que el uso de fibrina rica en plaquetas puede no ser necesario para la revitalización pulpar en dientes permanentes anteriores inmaduros<sup>13</sup>. Igualmente, Sakthivel y cols. (2020) confirmaron que la fibrina rica en plaquetas es un biomaterial ideal para la regeneración<sup>6</sup>.

En el ECA llevado a cabo por Rizk y cols. (2020), realizaron un seguimiento de 12 meses (n=24). La fibrina rica en plaquetas mostró un aumento marginal en la longitud y el ancho radiográficos de la raíz, la densidad ósea periapical y una disminución en el diámetro apical. No se observaron diferencias estadísticamente significativas al compararlo con el coágulo sanguíneo. Los dientes tratados no respondieron a la prueba de sensibilidad al final del estudio. El coágulo de sangre mostró una cantidad estadísticamente significativamente mayor de decoloración de la corona en comparación con el grupo de fibrina rico en plaquetas<sup>14</sup>.

Ragab y cols. (2019) afirmaron, en su ensayo clínico aleatorizado, que el coágulo de sangre era importante para crear tejido vital dentro de los canales vacíos estériles<sup>13</sup>.

En el ensayo clínico prospectivo realizado por Markandey y cols. (2022), se realizó un seguimiento de 12 a 24 meses y obtuvieron a los siguientes resultados: el uso de coágulo sanguíneo, plasma rico en plaquetas y fibrina rica en plaquetas tenían un potencial similar para la curación de lesiones periapicales y cierre apical, espesor de la pared radicular y longitud de la raíz en dientes inmaduros<sup>22</sup>.

El plasma rico en plaquetas es mejor que la fibrina rica en plaquetas y el sangrado inducido con respecto a la cicatrización de heridas periapicales, pero tienen resultados comparables en cuanto al engrosamiento de la pared lateral, el alargamiento de la raíz y la respuesta a las pruebas de vitalidad<sup>23</sup>.

Una desventaja de las técnicas plasma rico en plaquetas y fibrina rica en plaquetas es que se necesita más tiempo para extraer sangre y centrifugarla antes de introducirla en los conductos radicales<sup>23</sup>.

### Desinfección del conducto

Sakthivel y cols. (2020) confirmaron que la revitalización de un diente inmaduro infectado necrótico es posible en condiciones de desinfección total del canal<sup>6</sup>.

Biradar y cols. (2023) demuestran una vez más el papel de los antibióticos en la creación de un entorno favorable para el crecimiento de los tejidos pulpaes y periapicales; además, hacen especial mención a las pastas triples antibióticas (TAP), que juegan un papel importante como medicamento intracanal en procedimientos de regeneración y revascularización<sup>12</sup>. Hajizadeh y cols. (2019) afirmaron que las concentraciones de medicamentos son importantes para encontrar un equilibrio entre la desinfección del canal, la liberación de factores de crecimiento de la matriz dentinaria y la supervivencia/proliferación de las células madre de la papila apical<sup>17</sup>. Cabe destacar que la triple pasta antibiótica es un agente antimicrobiano muy eficaz, las altas concentraciones de esta mezcla podrían tener un efecto perjudicial sobre la supervivencia de las células madre<sup>24</sup>.

Ragab y cols. (2019) afirmaron, en su ECA, que, el ciprofloxacino y el metronidazol en adición con hipoclorito de sodio son efectivos controlando la infección, aunque en algunos casos requiere extensión del periodo de tiempo<sup>13</sup>.

### Efectos adversos

Concentraciones más altas de medicamentos antibióticos, así como de Ca(OH)<sub>2</sub>, pueden causar efectos adversos sobre las propiedades mecánicas, físicas y químicas de la dentina radicular, es decir, puede afectar negativamente a la resistencia a la fractura en el tercio cervical de las raíces<sup>25,26</sup>.

Cuando se utiliza en altas concentraciones, los medicamentos antibióticos (TAP) podría presentar propiedades antimicrobianas superiores en comparación con el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Sin embargo, las altas concentraciones de TAP se asociaron con varias complicaciones, como resistencia a los antibióticos, alta citotoxicidad y decoloración de los dientes<sup>10</sup>.

Hay una baja frecuencia de aparición de efectos adversos. El inconveniente informado con mayor frecuencia en las publicaciones consultadas fue la decoloración de los dientes causada por MTA.

La regeneración endodóntica falló en algunos casos debido a decoloración y caries recurrente, fractura de corona<sup>4</sup> o pérdida de la restauración coronal de los dientes tratados<sup>9</sup>.

## CONCLUSIONES

Según el presente trabajo de revisión bibliográfica, la revitalización pulpar tiene altas tasas de supervivencia en el tratamiento de dientes permanentes inmaduros necróticos, presentando unos resultados clínicos y radiográficos satisfactorios.

La revascularización permite mejorar el cierre apical, aumentar el espesor de la pared dentinaria y aumentar la longitud de la raíz. También, preserva el hueso alveolar.

Son necesarios ensayos clínicos aleatorios para comparar el efecto de la fibrina rica en plaquetas y el sangrado inducido sobre la revitalización de un diente con pulpa necrótica y ápice abierto a largo plazo. Con el plasma rico en plaquetas se consigue una mejor curación apical, con un alargamiento de la raíz y engrosamiento de las paredes de la dentina.

Se consigue un éxito clínico y radiográfico, ya sea usando MTA o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Uno de los principales problemas de la revitalización pulpar, es la decoloración coronal. NeoMTA es un material que ha mostrado menos decoloración en comparación con el MTA convencional. Del mismo modo, se ha comprobado que, usando fibrina rica en plaquetas, hay menor decoloración que induciendo el sangrado y formación del coágulo.

La triple pasta antibiótica es un agente antimicrobiano muy eficaz, pero las altas concentraciones podrían tener un efecto perjudicial sobre la supervivencia de las células madre.

Aunque la investigación actual en terapia regenerativa es muy prometedora, aún no son predecibles sus resultados, debido a la naturaleza histológica del tejido regenerado, por lo que son necesarios más estudios en los que se evalúe el seguimiento y eficacia de cada uno de estos tratamientos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aminsobhani M, HafeziMotlagh K, Mahjourian, Qomi R. Management and saving a traumatized poor prognosis maxillary central incisor for 18 years: A patient-centered treatment. *Clin Case Rep.* 2023;11(9):e7905.
2. Mittmann CW, Kostka E, Ballout H, et al. Outcome of revascularization therapy in traumatized immature incisors. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):207.
3. Jena D, Sabiha PB, Kumar NS, et al. Regenerative therapy for the permanent immature teeth: A long term study. *An Original Research. J Pharm Bioallied Sci.* 2023;15(Suppl 1):S127-S131.
4. Alobaid As, Cortes LM, Lo J, et al. Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: a pilot retrospective cohort study. *J Endod.* 2014;40(8):1063.
5. Ajram J, Khalil I, Gergi R, Zogheib C. Management of an immature necrotic permanent molar with apical periodontitis treated by regenerative endodontic protocol using calcium hydroxide and MM-MTA: A case report with two years follow up. *Dent J (Basel).* 2019;7(1):1.
6. Sakthivel S, Gayathri V, Anirudhan S, Roja RJS. Platelet-rich fibrin and collagen matrix for the regeneration of infected necrotic immature teeth. *J Clin Transl Res.* 2020;6(1):1-5.
7. Nawal RR, Uteja S, Sharma V, Yadav S, Talwar S. Long-term follow-up of traumatized immature necrotic permanent teeth treated with regenerative endodontic protocol using platelet-rich fibrin: A prospective case series. *J Conserv Dent.* 2020;23(4):417-421.
8. Wikström A, Brundin M, Romani Vestman N, Rakhimova O, Tsilingaridis G. Endodontic pulp revitalization in traumatized necrotic immature permanent incisors: Early failures and long-term outcomes-A longitudinal cohort study. *Int Endod J.* 2022;55(6):630-645.
9. Bukhari S, Kohli MR, Setzer F, Karabucak B. Outcome of revascularization procedure: A retrospective case series. *J Endod.* 2016;42(12):1752-1759.
10. Al-Qudah A, Almomani M, Hassoneh L, Awawdeh L. Outcome of regenerative endodontic procedures in nonvital immature permanent teeth using 2 intracanal medications: A prospective randomized clinical study. *J Endod.* 2023;49(7):776-785.
11. Kumar JK, Surendranath P, Eswaramoorthy R. Regeneration of immature incisor using platelet rich fibrin: Report of a novel clinical application. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):69.
12. Biradar N, Ragulakollu R, Tej G, Bogishetty C, Gandham S, Vardhan P. Combination therapy of antibiotics and platelet-rich fibrin for apical closure: Case series. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2023;16(3):541-546.
13. Ragab RA, Lattif AEAE, Dokky NAEWE. Comparative study between revitalization of necrotic immature permanent anterior teeth with and without platelet rich fibrin: A randomized controlled trial. *J Clin Pediatr Dent.* 2019;43(2):78-85.
14. Rizk HM, Salah Al-Deen MS, Emam AA. Pulp revascularization/revitalization of bilateral upper necrotic immature permanent central incisors with blood clot vs platelet-rich fibrin scaffolds-a split-mouth double-blind randomized controlled trial. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020;13(4):337-343.
15. Tawfeek HA, El-Bardissy AA, Abou El-Yazeeq M, Youssef R, Abd Alsamad AM. Clinical and radiographic evaluation of NeoMTA versus conventional white mineral trioxide aggregate in revascularization of non-vital immature permanent anterior teeth (A randomized controlled trial). *BDJ Open.* 2023;9(1):17.
16. Yang YQ, Wu BL, Zeng JK, Jiang C, Chen M. Pulp revascularization on an adult mandibular right second premolar: A case report. *World J Clin Cases.* 2022;10(17):5833-5840.
17. Hajizadeh S, Youzbashi Zadeh R, Vatanparast N. Pulp revascularization in three immature permanent mandibular molars with necrotic pulps: A case series. *Iran Endod J.* 2019;14(4):301-305.
18. Barzuna Ulloa M, González Alfaro C. Revascularización en un molar inferior, con un tercio de formación radicular. *Odontología Vital.* 2019;(30):87-97.
19. Shimizu E, Ricucci D, Albert J, et al. Clinical, radiographic, and histological observation of a human immature permanent tooth with chronic apical abscess after revitalization treatment. *J Endod.* 2013;39:1078-1083.
20. Abuelniel GM, Duggal MS, Kabel N. A comparison of MTA and Biodentine as medicaments for pulpotomy in traumatized anterior immature permanent teeth: A randomized clinical trial. *Dent Traumatol.* 2020;36(4):400-410.
21. Sajjad I, Sajid M, Munir B, Akhlaq H, Zehra T, Ahmed J. Success of revascularization of pulp in necrotic maxillary anterior immature permanent teeth. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences.* 2022;16(1):420-422.
22. Markandey S, Das Adhikari H. Evaluation of blood clot, platelet-rich plasma, and platelet-rich fibrin-mediated regenerative endodontic procedures in teeth with periapical pathology: a CBCT study. *Restor Dent Endod.* 2022;47(4):e41.
23. Shivashankar VY, Johns DA, Maroli RK, et al. Comparison of the effect of PRP, PRF and induced bleeding in the revascularization of teeth with necrotic pulp and open apex: A triple blind randomized clinical trial. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(6):ZC34-ZC39.
24. Alfahadi HR, Al-Nazhan S, Alkazan FH, Al-Maflehi N, Al-Nazhan N. Clinical and radiographic outcomes of regenerative endodontic treatment performed by endodontic postgraduate students: a retrospective study. *Restor Dent Endod.* 2022;47(2):e24.
25. Yassen GH, Sabrah AH, Eckert GJ. Effect of different endodontic regeneration protocols on wettability, roughness and chemical composition of surface dentin. *J Endod.* 2015; 41:956-960.
26. Yassen GH, Vail MM, Chu TG, Platt JA. The effect of medicaments used in endodontic regeneration on root fracture and microhardness of radicular dentine. *Int Endod J.* 2013;46(7):688-695.