



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**Departamento de Estomatología**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**LA REVASCULARIZACIÓN FRENTE A LA  
PULPOTOMÍA DE CVECK EN EL  
DESARROLLO RADICULAR**

**Autora:** Clara Sanz Aguasca.

**Tutor:** Ignacio Barbero Navarro

**Cotutor:** Antonio Luis Castaño Seiquer

**Sevilla, 2023.**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. **IGNACIO BARBERO NAVARRO**, PROFESOR/A ASOCIADO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA, COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE **MÁSTER OFICIAL EN ODONTOLOGÍA INFANTIL**, DR./DRA. **ANTONIO CASTAÑO SEIQUER**, PROFESOR/A TITULAR ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA, COMO COTUTOR/A DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER.

**CERTIFICAN:** QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “**LA REVASCULARIZACIÓN FRENTE A LA PULPOTOMÍA DE CVECK EN EL DESARROLLO RADICULAR**” HA SIDO REALIZADO POR **CLARA SANZ AGUASCA**. BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 6 DE MAYO DE 2023.

D/D<sup>a</sup> **IGNACIO BARBERO NAVARRO**

TUTOR/A

D./D<sup>o</sup> **ANTONIO CASTAÑO SEIQUER**

COTUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. Clara Sanz Aguasca con DNI 77852319- X alumno/a del Máster Oficial Odontología Infantil de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado “La revascularización frente a la pulpotomía de Cveck en el desarrollo radicular”.

**DECLARO:**

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2022-2023, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

**APERCIBIMIENTO:**

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla 11 de Mayo de 2023.

(Firma del interesado)

Fdo.: Clara Sanz Aguasca.

## **Agradecimientos**

“Al principio todos los pensamientos pertenecen al amor” – Albert Einstein.

Con todo el amor de mi corazón, a mi hija Carlota.

## Índice de contenidos

### **1. Resumen.**

Castellano .....	1
Inglés .....	2

### **2. Introducción.**

La revascularización .....	3
Fisiología .....	3
Protocolo de la revascularización .....	4
Medicación intracanal .....	5
Pulpotomía .....	6
Fisiología .....	7
Indicaciones y contraindicaciones de la pulpotomía .....	7
Protocolo de la pulpotomía parcial .....	8
Protocolo de la pulpotomía completa .....	9

### **3. Justificación. .... 11**

### **4. Objetivos. .... 12**

### **5. Material y métodos. .... 13**

### **6. Resultados. .... 16**

### **7. Discusión. .... 23**

### **8. Conclusiones. .... 26**

### **9. Bibliografía. .... 27**

## **1. Resumen**

1. **Objetivos:** El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica para poder comparar el desarrollo radicular que se obtiene en dientes que han padecido necrosis pulpar y posterior revascularización frente a dientes que la mantienen, a pesar de haber sido tratados mediante pulpotomía cervical.

2. **Metodología de búsqueda:** Se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed, en la que se encontraron, una vez introducidos los criterios de inclusión y exclusión, una serie de artículos, los cuales fueron cuidadosamente seleccionados por medio de su lectura y análisis completo.

3. **Resultados y discusión:** Entre los resultados encontrados en los artículos seleccionados, nos centramos en el desarrollo radicular de los dientes tratados con revascularización frente a los dientes tratados con pulpotomía completa.

4. **Conclusiones:** los dientes que son tratados con pulpotomía consiguen un desarrollo radicular, engrosamiento de las paredes y cierre apical, casi idéntico que el de los dientes adyacentes al paciente; sin embargo, estos resultados son más limitados en los dientes tratados con revascularización.

**Palabras claves:** diente permanente inmaduro, ápice abierto, endodoncia regenerativa, revascularización, regeneración pulpar y pulpotomía.

## **Summary**

1. **Objetives:** The objetive of this work is to carry out a blibliographic review to be able to compare the root development obtained in teeth that have suffered pulpal necrosis and subsequent revascularization versus teeth that maintain it, despite having been trated by cervical pulpotomy.

2. **Search methodology:** A search was carried out in the PubMed database, in wich, once the inclusion and exclusion criteria had been entered, a series of articles were found, wich were carefully selected through their reading and analysis.

3. **Results and discussion:** Among the results found in the selected articles, we focused on the root development of teeth trated with revascularization compared to teeth treated with complete pulpotomy.

4. **Conclusions:** teeth that are treated with pulpotomy achieve root development, wall thickening and apical closure nearly identical to that of the patient's adjacent teeth. However, these results are more limited in teeth treated with revascularization.

**Key words:** Young permanent teeth, immature apex, regenerative endodontics, pulp revascularization, pulp regeneration and pulpotomy.

## **2. Introducción**

### **La revascularización:**

La pulpa es un tejido blando heterogéneo con una gran variabilidad celular. Cuyas funciones es producir dentina, proporcionar nutrición y ser sensor de los estímulos nocivos<sup>22</sup>. La función principal de la pulpa es producir dentina, comenzando por la dentina primaria en el desarrollo temprano del diente, la dentina secundaria durante toda la vida útil del diente y la terciaria bajo estímulos patógenos<sup>15</sup>. Los odontoblastos, una capa de células que recubren la periferia de la pulpa en la superficie interna de la dentina, son el tipo de célula especializada capaz de sintetizar la dentina<sup>15</sup>. La inflamación irreversible de la pulpa, ya sea como consecuencia de caries o traumatismo desencadena en necrosis, lo que conlleva a la interrupción de la formación de la raíz<sup>6</sup>.

Los dientes inmaduros sin vitalidad pulpar detienen la formación de la raíz, quedando una raíz corta y las paredes de dentina delgadas, lo que aumenta el riesgo de fracturas cervicales<sup>16</sup>. Además, los dientes con pulpa necrótica se vuelven más vulnerables a las fuerzas masticatorias al perder la capacidad de formar dentina, sumado a que pierden la capacidad de detectar los cambios ambientales, lo que hace que la progresión de la caries sea imperceptible<sup>15</sup>.

Para estos dientes, el tratamiento de endodoncia convencional presenta varios desafíos clínicos, ya que se suma que tiene una configuración divergente en apical, lo que no proporciona el tope mecánico necesario para confinar el material de obturación<sup>22</sup>. La revascularización o endodoncia regenerativa ha surgido como tratamiento alternativo en un intento por aumentar la longitud radicular y el ancho de las paredes dentinarias de los dientes permanentes inmaduros con pulpa necrótica<sup>1</sup>, es decir, promueve la continuación de la formación radicular<sup>22</sup>.

### **Fisiología:**

El mecanismo biológico se basa en la idea de que las células madre de la papila apical (SCAP) pueden migrar a un espacio limpio del conducto radicular y diferenciarse en células que pueden regenerar el complejo dentino-pulpar, es decir en odontoblastos,

reemplazando el tejido conectivo perdido, ya que se ha demostrado que dichas células tienen potentes propiedades osteogénicas y dentinogénicas<sup>2</sup>. La papila apical se localiza en el ápice de los dientes inmaduros<sup>3,4</sup> junto con la vaina radicular de Hertwig, ambos son los responsables del desarrollo radicular<sup>5</sup>. Con esta técnica, se trata de conseguir un andamio, una estructura base, que sería el coágulo el cual funciona como vía de transporte por el que migran las SCAP al conducto, además, favorece la unión celular, la proliferación celular y la diferenciación celular<sup>5</sup>.

### **Protocolo de la revascularización:**

El protocolo de realización está estandarizado en dos sesiones clínicas. El protocolo de Banchs y Trope describe cómo se desarrollan de forma que en la primera sesión clínica se anestesia con vasoconstrictor (lidocaína), aislamiento absoluto (dique de goma), se realiza la apertura de la cavidad y acceso a la cámara pulpar con fresas redondas de diamante de turbina y Endo-Z, sin instrumentar mecánicamente el conducto se realiza la conductometría con limas K del calibre número 15, sin sobrepasar el ápice, desinfección del canal (con hipoclorito sódico y EDTA), secado del conducto con puntas de papel, obturación de la totalidad del conducto mediante medicación intracanal durante 15 días y sellado de la cavidad con material provisional o permanente<sup>17</sup>. Hay discrepancia entre los autores y los diferentes artículos frente a qué desinfectante utilizar, lo más común, es el empleo de hipoclorito sódico diluido; lo mismo ocurre, con la medicación intracanal y qué tipo de restauración emplear en esta sesión<sup>6</sup>.

Se realiza una segunda sesión, en la cual se comienza con anestesia sin vasoconstrictor, ya que el objetivo es provocar el sangrado, empleo de mepivacaina, aislamiento absoluto, eliminación de la medicación intracanal con abundante irrigación, se estimula la papila apical con una lima que sobre sale del ápice radiográfico 2-3mm, se controla el sangrado esperando 15 minutos a que se forme el coágulo y se coloca un biomaterial en contacto con la pulpa. Finalmente se realiza restauración definitiva<sup>17</sup>. Este tratamiento requiere de un seguimiento clínico y radiográfico periódico<sup>18</sup>.



Figura 1 y 2: primera y segunda sesión de una revascularización de un diente unirradicular, con corona restaurable y con necrosis pulpar debido a lesión cariosa<sup>7</sup>.

### **Medicación intracanal:**

El éxito de la endodoncia regenerativa se basa principalmente en la eliminación de las bacterias y sus subproductos del sistema de conductos radiculares<sup>7</sup>. La complejidad anatómica como los istmos, los conductos laterales y los túbulos dentinarios pueden representar un obstáculo para lograr dicho objetivo<sup>8</sup>. La instrumentación mecánica se encuentra muy limitada para abordar estos espacios del conducto radicular, dejando una cantidad significativa de las paredes del conducto intactas y con bacterias<sup>7</sup>. El uso de medicación intracanal juega un papel fundamental en la reducción de la carga bacteriana<sup>7</sup>. Sin embargo, no todos los medicamentos tienen la misma eficacia e incluso pueden presentar efectos adversos sobre la viabilidad de las células madre<sup>7</sup>.

El hidróxido de calcio ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ) y la pasta triantibiótica (TAP) son los medicamentos intracanal de uso común en procedimiento de endodoncia regenerativa<sup>9</sup>. El hidróxido de calcio tiene un pH alto (de 12,5-12,8) lo que le otorga propiedades antibacterianas favorables. Sin embargo, presenta limitaciones para abordar varios microorganismos que comúnmente están presentes en casos de infección endodóntica persistente, como *Enterococcus faecalis*<sup>10,11</sup>. Nuevos estudios van encaminados a la mezcla del hidróxido de calcio con clorhexidina, esto presenta discrepancia entre los autores, ya que también se dice que aumenta su citotoxicidad<sup>11</sup>.

La triple pasta antibiótica, compuesta por metronidazol, ciprofloxacina y minociclina diluidos en propilenglicol, presenta propiedades antimicrobianas superiores en comparación con el hidróxido de calcio, cuando se usa a altas concentraciones, no obstante, se ha informado de mayor citotoxicidad, resistencia a los antibióticos y decoloración del diente<sup>12,13</sup>. Disminuir la concentración para reducir estas complicaciones, también reduce las propiedades antimicrobianas<sup>12,13</sup>. También se está probando con la sustitución de la minociclina por clindamicina, para evitar el cambio de coloración, esta es la que se conoce como mTAP<sup>14</sup>. Se está probando con otros vehículos inherentes como el macrogol para aumentar la facilidad de manipulación para que, en su colocación, la pasta triantibiótica no toque la dentina de la corona<sup>14</sup>.

### **Pulpotomía:**

Por otro lado, en ausencia de signos y síntomas de pulpitis irreversible, nos encontraríamos ante una inflamación reversible de la pulpa, cuyos signos clínicos son: dolor de corta duración y provocado que cesa al retirar el estímulo, el dolor se alivia con analgésicos de venta libre o incluso por el cepillado<sup>26</sup>. Para estos dientes se encuentran disponibles diferentes enfoques de tratamiento para tratar las lesiones cariosas profundas, aquellas que se definen por una afectación radiográfica de  $\geq 75\%$  del espesor total de la dentina<sup>18</sup>. Estas opciones terapéuticas tienen como objetivo principal mantener la vitalidad y la salud de la pulpa, ya que así se consiguen mantener la ventaja de que el complejo dentino-pulpar continúa cumpliendo sus funciones de desarrollo y defensa, siendo el pronóstico del diente más favorable a largo plazo<sup>18</sup>. Diferentes estudios histológicos han demostrado que en dientes con pulpa vital expuesta por caries, el daño irreversible del tejido pulpar se limita con frecuencia al área de la pulpa debajo de la lesión cariosa<sup>19,20</sup>. Por esta razón contamos con la pulpotomía parcial y la pulpotomía completa.

Pulpotomía parcial, consiste en la amputación de 2 a 3 mm de tejido pulpar coronal subyacente al sitio de exposición pulpar y la posterior colocación de un biomaterial de recubrimiento<sup>18</sup>. A diferencia de la pulpotomía completa en la que se elimina todo el tejido pulpar coronal dañado de forma irreversible, permitiendo el depósito continuo de dentina cervical y radicular<sup>18</sup>.

### **Fisiología:**

El objetivo de la pulpotomía es mantener la vitalidad pulpar cuando ha sido expuesta en dientes permanentes inmaduros para favorecer que se continúe la apicogénesis<sup>23</sup>. Se elimina la pulpa infectada o contaminada<sup>23</sup>. Se realiza tanto en dientes temporales como en dientes permanentes, nosotros vamos a centrarnos en la pulpotomía en dientes permanentes. Se trata de realizar una amputación de una porción superficial del tejido pulpar inflamado hasta el nivel de la pulpa sana y gracias a las defensas y el suministro de sangre consigue la cicatrización de la herida<sup>25</sup>. La pulpa coronal al ser más celular que la pulpa radicular, tiene mayor facilidad de curación<sup>25</sup>. Esta técnica permite mantener la vitalidad pulpar radicular, creándose una aposición de dentina en el área coronal<sup>25</sup>.

### **Indicaciones y contraindicaciones de la pulpotomía:**

Las indicaciones<sup>27</sup> son:

1. Dientes primarios o permanentes cariados o traumáticamente expuestos.
2. Pulpa vital, que responde a pruebas de sensibilidad.
3. Hallazgos radiográficos normales.
4. Hemorragia controlada.
5. Tratamiento restaurador limitado a moderado.

Por otro lado, las contraindicaciones<sup>27</sup> son:

1. Dolor espontáneo.
2. Evidencia radiográfica de patología pulpar o perirradicular.
3. Calcificaciones en la cámara pulpar.
4. Hemorragia excesiva, sin control.
5. Exposiciones con exudado purulento o seroso.

### **Protocolo de la pulpotomía parcial:**

Pulpotomía parcial o también conocida de Cvek. Procedimiento establecido en 2010, consiste en administrar anestesia local y aislamiento absoluto con dique de goma, se elimina la caries, antes de exponer la pulpa se desinfecta la cavidad con clorhexidina al 0,2% o hipoclorito de sodio al 1%. Se extirpa parte del tejido pulpar con una fresa de diamante estéril (2-3mm de profundidad). Se realiza control del sangrado con una bolita de algodón empapada en NaOCl al 1% que se presiona suavemente sobre la pulpa remanente. Se alcanza la hemostasia en un periodo de 1 a 5 minutos y se recubre la pulpa con un biomaterial, ya sea hidróxido de calcio o agregado trióxido mineral (MTA)<sup>18</sup>. El biomaterial se puede colocar y condensar suavemente con puntas de papel estériles. Finalmente se sella la cavidad con una restauración definitiva de resina fotopolimerizable<sup>18</sup>. Para dar por concluida la sesión debe realizarse una radiografía de control postoperatoria después de la colocación de la restauración. En caso, de sangrado persistente sin control se diagnostica pulpitis irreversible y se debe optar por otra opción terapéutica<sup>18</sup>.

Desde 1957 se está realizando también la pulpotomía electroquirúrgica, consiste en la misma técnica hasta que se consigue la hemostasia con las torundas de algodón, en ese momento se retiran y se coloca un electrodo a 12W durante un segundo. Cuando se retira el electrodo, se espera cinco segundos y la pulpa se debe observar seca y oscura. Si es necesario se puede repetir el procedimiento hasta un máximo de tres veces<sup>24</sup>. Esta técnica tiene un porcentaje de éxito de un 95%, frente al 87% de no usar el electrodo<sup>24</sup>.

Recientemente han aparecido artículos en los que la amputación de la pulpa la realizan mediante un láser de dióxido de carbono, sin embargo, no ha mostrado diferencias significativas<sup>24</sup>.

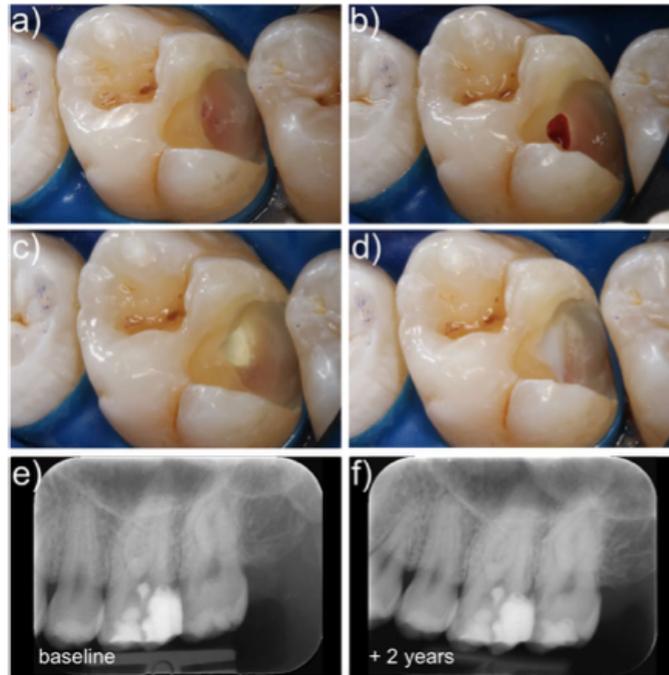


Figura 3: proceso fotográfico durante una pulpotomía parcial llevada a cabo con MTA.

a) y b) exposición pulpar tras eliminación de lesión cariosa y control de sangrado. c) y d) colocación de biomaterial. e) radiografía control justo tras terminar la sesión y f) control a los 2 años<sup>18</sup>.

### **Protocolo pulpotomía completa:**

Pulpotomía completa o cervical. El protocolo consiste en administrar anestesia local, aislamiento absoluto con ayuda de dique de goma, se elimina toda la dentina cariada y posteriormente se realiza el acceso a la cavidad pulpar. A diferencia de la pulpotomía parcial, en este caso se secciona la pulpa hasta el orificio de entrada de los conductos radiculares, es decir a nivel cervical. Se limpia la cavidad con suero salino y se trata de obtener la hemostasia con bolitas de algodón humedecidas presionadas suavemente contra los tejidos pulpares. Se coloca el biomaterial y se realiza la restauración definitiva<sup>21</sup>. Se debe finalizar la sesión con una radiografía de control y se debe continuar con un seguimiento clínico y radiográfico para controlar la evolución. Al igual que en la pulpotomía parcial, en caso de no controlar la hemorragia se debe diagnosticar como pulpitis irreversible y optar por otra opción terapéutica<sup>18</sup>. Para las distintas pulpotomías se utilizan a su vez diferentes medicamentos, tales como MTA, Biodentine e incluso se está optando por láser de diodo.

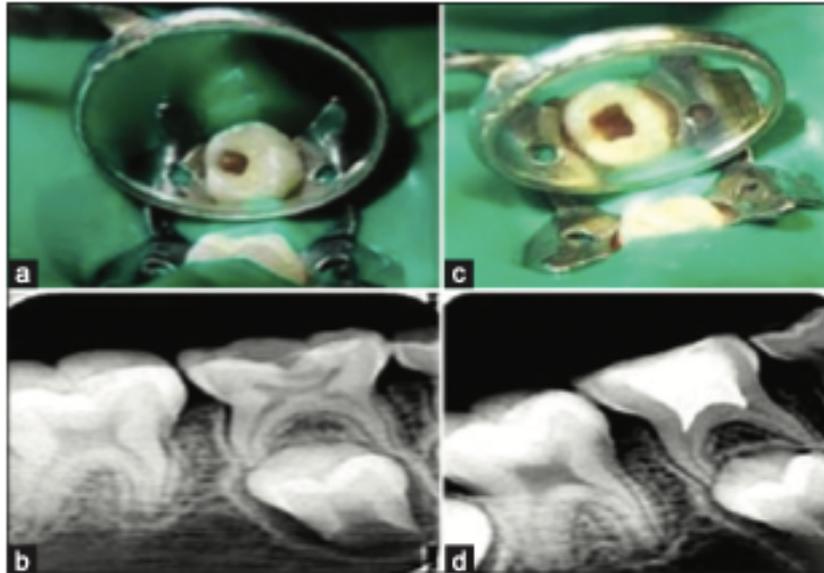


Figura 4: proceso terapéutico de una pulpotomía cervical.

a) y c) apertura cameral y control del sangrado. b) radiografía previa al tratamiento, se observa la lesión cariosa. d) radiografía postpulpotomía<sub>21</sub>.

En la revascularización se consigue devolver la vitalidad pulpar y en la pulpotomía se consigue mantenerla a pesar de haber alcanzado, en ambas ocasiones, la lesión cariosa el tejido pulpar. Nos vamos a centrar en la revascularización y la pulpotomía cervical o completa.

### **3. Justificación**

A lo largo de los avances científicos, se ha demostrado que una pulpa dental dañada ya sea de forma reversible (pulpitis reversible) como de manera irreversible (pulpitis irreversible o necrosis) es capaz de sanar, gracias a distintos tratamientos, y conseguir que continúe el desarrollo radicular. Sin embargo, lo que se quiere observar en este trabajo, apoyándonos en base a la bibliografía existente, es si realmente una pulpa que ha necrosado o bien se encontraba inflamada de manera irreversible y posteriormente ha sido regenerada, como se produce en la revascularización, es capaz de inducir el mismo desarrollo radicular y cierre apical que un diente que ha tenido su pulpa inflamada y posteriormente cicatrizada, como en la pulpotomía. En el segundo caso mantiene su pulpa y en el primero se crea una nueva.

## **4. Objetivos**

### **Objetivo general**

El objetivo general de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica para comparar la técnica de la revascularización frente a la pulpotomía cervical en cuanto al desarrollo radicular.

### **Objetivos específicos:**

**1** - Determinar si se produce igual cierre apical en un diente que ha vuelto a obtener la vitalidad pulpar, es decir, diente necrótico que gracias a la técnica de revascularización consigue volver a ser vital, frente a otro diente que a pesar de haber sido tratado por medio de una pulpotomía, mantiene dicha vitalidad.

Esta determinación la vamos a realizar mediante los datos obtenidos por medio de la bibliografía sobre las radiografías de control en dientes permanentes de ápice inmaduro.

**2** - Determinar si se consigue el mismo grosor dentinario a nivel radicular de dientes tratados mediante pulpotomía completa frente a los dientes que han padecido una necrosis pulpar y posterior revascularización.

Nuevamente esta determinación la realizaremos en base a los datos que nos proporcionan los distintos autores sobre el control que realizan ellos sobre las radiografías de sus pacientes.

## **5. Material y método**

### **4.1. Material**

#### **4.1.1 Base de datos**

Se realiza una revisión bibliográfica en la base de datos “PubMed”.

### **4.2. Método**

#### **4.2.1 Diseño de estudio**

Este trabajo se trata de una revisión bibliográfica.

#### **4.2.2. Filtros**

En la búsqueda de dichos artículos se aplicó un solo filtro: que haya sido publicado en los últimos diez años. No contemplamos los artículos posteriores a este tiempo puesto que se trata de tratamientos bastante contemporáneos que en ese momento requerían de mayor evidencia científica.

#### **4.2.3. Criterios de inclusión y exclusión**

Para la decisión de si el artículo es válido o no para este trabajo, se emplean una serie de criterios de inclusión y de exclusión. Los criterios de inclusión que se han empleado han sido:

- Dientes permanentes inmaduros unirradiculares, incisivos.
- Que se le haya practicado pulpotomía con MTA o Biodentine.
- Que se le haya practicado revascularización con pasta triantibiótica o biantibiótica y MTA.
- Que la necrosis / pulpitis reversible haya sido a consecuencia de un trauma.
- Que sea un artículo escrito en inglés o castellano.

Siendo los criterios de exclusión:

- Que presente necrosis u otra patología pulpar a consecuencia de caries o yatrogénico.
- Que la pieza presente reabsorción radicular interna o externa.
- Que no sea un diente del sector anterior.

#### 4.2.4. Diseño de búsqueda

Se realiza una búsqueda en la base de datos “PubMed”, con los términos: “young permanent teeth”, “young permanent tooth”, “immature permanent teeth”, “immature permanent tooth”, “immature apex”, “revitalization procedures”, “regenerative endodontics”, “pulp regeneration”, “pulp therapy”, “(dental) pulp revascularization”, “cvek pulpotomy” y “pulpotomy”. Términos que fueron obtenidos por medio del uso del tesoro MeSH y traducidos mediante DeCS.

Unidos entre sí, realizando una estrategia de búsqueda tal que así:

**(“Young permanent teeth” OR “Young permanent tooth” OR “immature permanent teeth” OR “immature permanent tooth” OR “immature apex”) AND  
( “Revitalization procedures” OR “regenerative endodontics” OR “pulp regeneration” OR “pulp therapy” OR “dental pulp revascularization” OR “pulp revascularization”) OR (pulpotomy OR “cvek pulpotomy”)**

Cómo resultado de ésta, se obtuvieron un total de 2.266 artículos, los cuales fueron analizados y sometidos a criterios de inclusión y exclusión.

Finalmente, del total de los artículos nos centramos en once de ellos, los cuales sí cumplen todo lo anteriormente mencionado. En la figura 5, podemos observar un diagrama del método de selección.

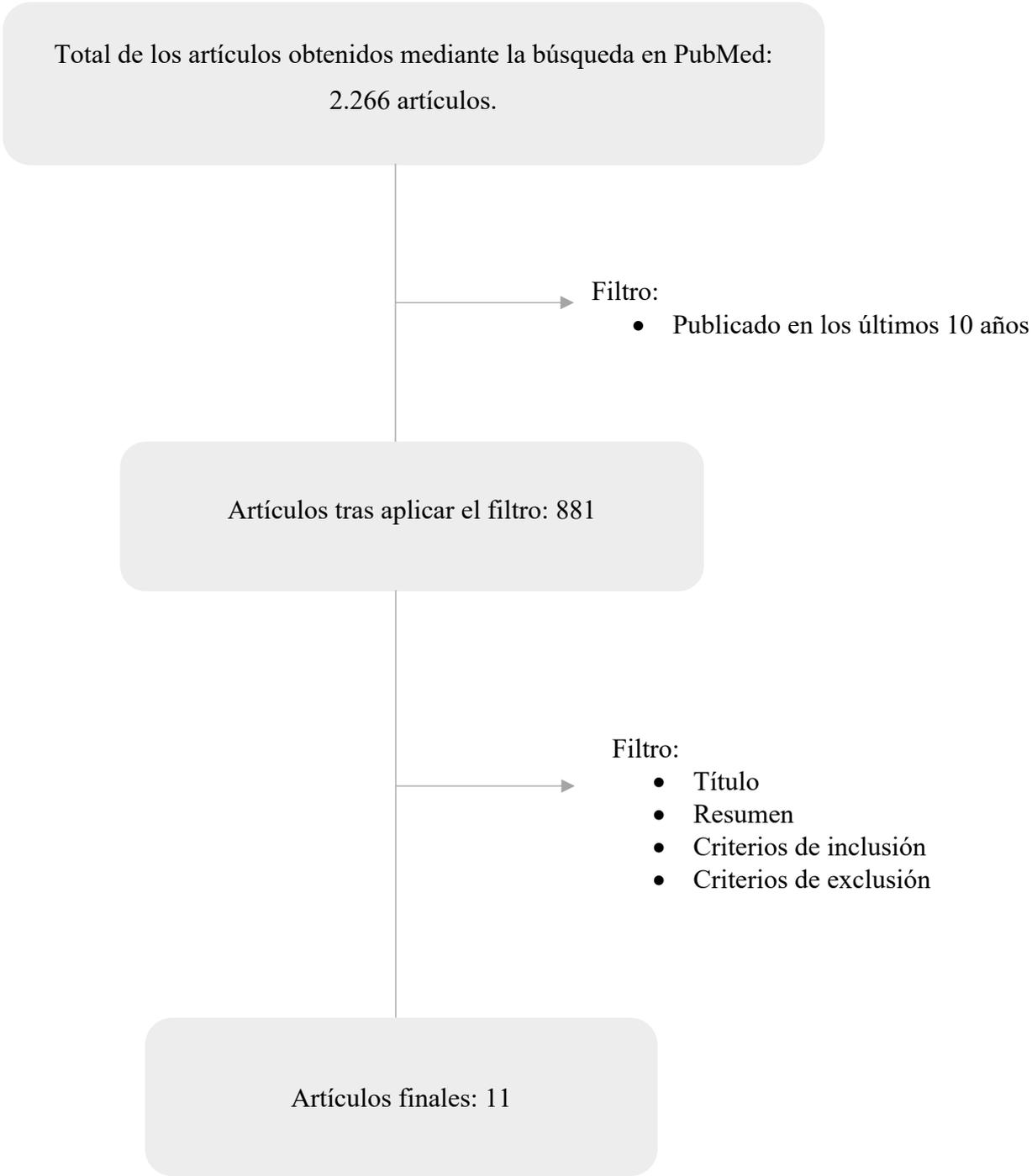


Figura 5: diagrama del proceso de selección de los artículos.

## 6. Resultados

Autor, Título, Revista y Fecha.	Tipo de estudio	Material y métodos.	Resultados	Conclusiones
<p>Pooja Gupta Dudeja and et.</p> <p>Pulp Revascularization- It's your Future Whether you Know it or Not?</p> <p><b>Journal of clinical &amp; diagnostic research.</b></p> <p>9 Abril 2015.</p>	<p>Casos clínicos</p>	<p>4 pacientes: 3 hombres y 1 mujer.</p> <p>Edad media: 23 años.</p> <p>Cinco incisivos superiores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 21:3</li> <li>- 11:1</li> <li>- 22:1</li> </ul> <p>Necróticos todos por trauma en la infancia.</p> <p>Revascularización: pasta triantibiótica y MTA.</p>	<p>En todos desaparece la radiolucidez apical.</p> <p>En los dientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engrosamiento de las paredes dentinarias: 2/5</li> <li>- Cierre apical:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Completo: -</li> <li>Casi completo: 3/5</li> <li>Parcial / Mejora: 2/5</li> </ul> </li> </ul> <p>Responden a pruebas de sensibilidad: 2/5</p>	<p>La revascularización es un método eficaz para los jóvenes.</p> <p>Sin embargo, para la población adulta se han de realizar estudios in vitro, en animales y finalmente en personas, de otros métodos regenerativos, ya que no cuentan con el mismo número de células madres y el mismo potencial regenerativo.</p>
<p>Maryam Forghani and et.</p> <p>Apexogenesis and revascularization treatment procedures for two traumatized immature permanent maxillary incisors: a case report</p> <p><b>Restorative dentistry &amp; endodontics.</b></p> <p>23 Agosto 2013.</p>	<p>Caso clínico</p>	<p>1 paciente varón de 9 años</p> <p>Dos incisivos centrales superiores (11 y 21).</p> <p>Pulpitis irreversible y necrosis por trauma.</p> <p>21: Pulpotomía cervical con MTA.</p> <p>11: revascularización: pasta triantibiótica y MTA.</p>	<p>Desaparece la radiolucidez apical en ambos.</p> <p>En los dientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engrosamiento de las paredes dentinarias: 2/2 – menos en el de la revascularización.</li> <li>- Cierre apical: diferencias mínimas.               <ul style="list-style-type: none"> <li>Completo: ½ pulpotomía.</li> <li>Casi completo: ½ revascularización.</li> </ul> </li> </ul>	<p>La revascularización se considera un método eficaz para la regeneración pulpar, sin embargo, se requiere una estrategia de tratamiento uniforme. Para ello, se han de realizar más ensayos clínicos.</p>

<p>Vanessa Chrepa and et.</p> <p>Clinical Outcomes of Immature Teeth Treated with Regenerative Endodontic Procedures—A San Antonio Study</p> <p><b>Journal of Endodontics.</b></p> <p>16 Junio 2020.</p>	<p>Casos clínicos</p>	<p>15 pacientes: 6 mujeres y 9 varones.</p> <p>Edad media: 11 años</p> <p>51 dientes permanentes inmaduros, con necrosis pulpar con o sin imagen apical, por trauma.</p> <p>Revascularización:</p> <p>Pasta triantibiótica o hidróxido de calcio o pasta diantibiótica. MTA.</p>	<p>Se evalúa el cambio volumétrico de la raíz tanto en 2D como en 3D de los dientes que fueron tratados.</p> <p>En 2D normalizaron las radiografías entre sí (preoperatoria y post) para poder ser comparadas. Pero es menos fiable por distorsión de imagen, superposición, cambios de angulación e incapacidad de tener en cuenta el aumento de área de la raíz. 3D se hace con CBCT.</p> <p>El evaluador se sometió a sesiones de calibración.</p>	<p>Se concluye: hay diferencias en el desarrollo según la edad y por tanto el grado de desarrollo previo que presenta la raíz. Además, cuanto más joven mayor potencial de las células madres para regenerar.</p> <p>Además, indica que el sexo femenino tiene mayor potencial de regeneración que el masculino. Debido a que indican una mayor función antiinflamatoria e inmunomoduladora de las células madre hematopoyéticas y de la médula ósea derivadas de mujeres</p> <p>Afirma que se gana un 7,97% de volumen depositando en las tres dimensiones.</p>
<p>A.S. ElSheshtawy and et.</p> <p>The effect of platelet-rich plasma as a scaffold in regeneration/revitalization endodontics of immature permanent teeth assessed using 2-dimensional</p>	<p>Casos clínicos</p>	<p>26 pacientes.</p> <p>Edad media: 12,66 años.</p> <p>Dientes anteriores con pulpa necrótica.</p> <p>Revascularización:</p>	<p>Se evalúa por medio de radiografías 2D y 3D: longitud y grosor de la raíz, ancho del forámen apical y el área radiográfica de la raíz.</p> <p>Compara a los que se le aplicaron PRP con los que no.</p>	<p>Concluye con que no hay diferencias significativas entre ambos. Los que se le aplica PRP y los que no.</p> <p>Afirma que la revascularización es un</p>

<p>radiographs and cone beam computed tomography: a randomized controlled trial</p> <p><b>International Endodontic Journal.</b></p> <p>6 Abril 2020.</p>		<p>Pasta triantibiótica y MTA.</p> <p>Además de aplicación de plasma rico en plaquetas en el coágulo.</p>		<p>método eficaz para el aumento de la raíz en sus tres dimensiones, sin embargo, que realiza un seguimiento muy corto (12 meses) para poder dar un resultado más certero.</p>
<p>Heeresh Shetty and et.</p> <p>Three-dimensional qualitative and quantitative analyses of the effect of periradicular lesions on the outcome of regenerative endodontic procedures: A prospective clinical study</p> <p><b>Clinical Oral Investigations.</b></p> <p>21 Septiembre 2020.</p>	<p>Casos clínicos</p>	<p>42 pacientes: 29 hombres y 13 mujeres.</p> <p>Edad variada de 9-38 años.</p> <p>50 dientes permanentes inmaduros con pulpa necrótica.</p> <p>Revascularización:</p> <p>Pasta triantibiótica y MTA.</p>	<p>Se evalúa mediante radiografías 2D y 3D, es decir, radiografía periapical y CBCT.</p> <p>Se analiza el desarrollo radicular y la disminución del espacio pulpar (engrosamiento de las paredes).</p> <p>Resultado final:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13 dientes se perdieron durante el periodo de seguimiento. (26%).</li> <li>• De los 37 restantes (74%) 35 dientes tuvieron un tratamiento exitoso (94,6%) y resultó fallido en 2 de ellos (5,4%).</li> <li>• Profundidades de bolsa no mayores a 3mm y movilidad fisiológica normal.</li> <li>• Aumenta el grosor de las paredes dentinarias.</li> <li>• Mayor longitud radicular y desarrollo de la raíz.</li> </ul>	<p>Aumento del grosor de las paredes en los tres tercios radiculares.</p> <p>Disminuye de media el diámetro 20% labiolingual y 30% mesiodistalmente (estos datos varían según cada tercio radicular).</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de aumento de longitud de la raíz <math>5,65 \pm 4\%</math> con un máximo de un <math>19,60\%</math>.</li> </ul>	
<p>Nastaran Meschi and et.</p> <p>A Retrospective Case Series in Regenerative Endodontics: Trend Analysis Based on Clinical Evaluation and 2- and 3-dimensional Radiology</p> <p><b>Journal of endodontics.</b></p> <p>22 Agosto 2018.</p>	<p>Casos clínicos</p>	<p>5 pacientes: 3 mujeres y 2 hombres.</p> <p>Edad media: 8,2 años.</p> <p>5 incisivos superiores, 4 con necrosis pulpar y 1 con pulpitis irreversible.</p> <p>Revascularización:</p> <p>Pasta diantibiótica y MTA.</p>	<p>Se analizan los resultados por medio de radiografías periapicales y CBCT, de los datos obtenidos de éste último se utilizaron para recrear modelos 3D de los dientes antes y después del tratamiento.</p> <p>Resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento durante 3 años.</li> <li>• Engrosamiento de las paredes radiculares 19%.</li> <li>• Crecimiento longitudinal de la raíz: 1,24mm</li> <li>• Cierre apical</li> <li>• Área radiográfica radicular crece <math>6\text{mm}^2</math>.</li> </ul>	<p>Concluye: crecimientos no uniformes e impredecibles.</p>
<p>Hengameh Ashraf and et.</p> <p>Vital pulp Therapy with calcium-silicate cements: report of two cases.</p> <p><b>Iranian Endodontics Journal.</b></p> <p>Octubre 2016.</p>	<p>Casos clínicos</p>	<p>2 casos clinicos, nos centramos en solo 1 de ellos ya que se trata de un incisivo y el otro un molar.</p> <p>Niño de 8 años con trauma en anterior.</p> <p>Pulpotomía con MTA en 21.</p>	<p>Se realizó un seguimiento del paciente durante 3 años.</p> <p>Diente asintomático y funcional.</p> <p>La formación del ápice y el desarrollo radicular es evidente al año.</p> <p>Cierre apical completo y grosor dentinario igual que el contralateral (11).</p>	<p>Concluyen con que el Biodentine presenta la ventaja de que no decolora la corona de los dientes y el tiempo de fraguado.</p> <p>Produce cierre apical y engrosamiento dentinario completo.</p> <p>Sin embargo, refiere que son pocos casos para mostrarlo.</p>

<p>Nuray Tuloglu and Sule Bayrak.</p> <p>Partial pulpotomy with Bioagreggate in complicated crown fractures: three case report.</p> <p><b>Journal of clinical pediatric dentistry.</b></p> <p>2016.</p>	<p>Casos clínicos.</p>	<p>3 casos clínicos: 2 niños y 1 niña.</p> <p>Edad media: 9 años.</p> <p>Pulpotomía en 11 (1) y 21(2) con Biodentine. Con posterior reconstrucción con composite.</p> <p>Presentan fractura coronaria complicada a causa de traumatismo. Sin daño en el tejido óseo.</p>	<p>Se realiza un seguimiento clínico y radiográfico a las 6 semanas, 12 meses y 24 meses.</p> <p>No se observa en ninguno de los casos sintomatología ni cambio de coloración.</p> <p>Se observa en todos ellos, desarrollo radicular completo con cierre apical y engrosamiento de las paredes dentinarias iguales que los dientes adyacentes.</p>	<p>Al dejar pulpa vital en radicular se consigue el cierre apical y el depósito de dentina en las paredes, sin embargo, al eliminar la pulpa de la cámara pulpar no se deposita dentina en cervical.</p> <p>Además, resalta las mejoras del uso de Biodentine frente a MTA: coloración de la corona, tiempo de fraguado y mejor manipulación e introducción del material en la cavidad.</p>
<p>Isabel Gomes.</p> <p>Partial Pulpotomy with Mineral Trioxide Aggregate in Permanent Incisors with Complicated Crown Fracture: 5-Year Follow-Up.</p> <p><b>Case reports in dentistry – Universidad de Portugal.</b></p> <p>Agosto 2020.</p>	<p>Caso clínico.</p>	<p>1 caso clínico de un niño de 8 años con traumatismo y fractura coronaria compleja con compromiso pulpar en 21 y 11.</p> <p>Pulpotomía en 11 y 21 con MTA, con 5 años de seguimiento del caso.</p> <p>El 11 presenta pequeña proliferación pulpar.</p>	<p>Seguimiento, durante 5 años, clínico y radiográfico. Primero a las 2 semanas, 3 meses, 6 meses y una vez al año durante los 4 años posteriores.</p> <p>Determina el éxito del tratamiento, seguido mediante CBCT en el que observa que hay desarrollo apical completo con ausencia de reabsorción radicular.</p> <p>Insiste en que hay factores determinantes para el éxito de este tratamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad del paciente: mayor edad pulpa más fibrótica menos capacidad de recuperación.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La pulpotomía con MTA, es un tratamiento eficaz para dientes traumatizados.</li> <li>2. La presencia de pulpa hiperplásica (EN ESTE CASO) no presenta un impedimento para realizar la pulpotomía.</li> <li>3. Este método permite mantener el paquete vasculo-nervioso y por ende que se produzca el cierre apical y desarrollo dentinario de las paredes.</li> </ol>

			<p>Pero presenta artículos en los que se realiza la pulpotomía en dientes con ápice cerrado y no influye en el éxito.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Según el tiempo transcurrido hay que eliminar mayor cantidad de tejido pulpar. Siendo por norma pasadas 48h, se han de eliminar 2mm de pulpa.</li> <li>• La pulpotomía es una opción de tratamiento eficaz hasta en dientes con proliferación de la pulpa.</li> </ul> <p>La desventaja del MTA es la coloración grisácea que produce a posteriori en la corona.</p>	
<p>Abdollah Ghorbanzadeh and et.</p> <p>Maturogenesis of two maxillary central incisors: a case report with 10 years of follow up</p> <p><b>Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences.</b></p> <p>Abril 2015.</p>	Caso clínico	<p>Niña de 7 años con fractura coronaria complicada en 11 y 21, pasados 20 días del trauma.</p> <p>Desarrollo radicular incompleto y ápice abierto.</p> <p>Pulpotomía con MTA</p>	<p>Se realiza una revisión del caso a las 24h, al mes, 3 meses, 6 meses, 18 meses y durante 10 años.</p> <p>Se observa desarrollo radicular completo, cierre del ápice y engrosamiento de las paredes dentinarias.</p> <p>El MTA tiñe de color grisáceo la corona del diente, coloración que no consigue eliminar ni con un blanqueamiento interno, se ve obligado a poner carillas de composite al terminar el crecimiento por motivo estético.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La pulpotomía con MTA es un tratamiento eficaz para dientes traumatizados a pesar de haber pasado tanto tiempo.</li> <li>2. Inconveniente del MTA es la coloración de la corona.</li> <li>3. El blanqueamiento interno mejora el color pero no da los resultados que se buscan.</li> </ol>

<p>Mariana O. Daltoé and et.</p> <p>Expression of mineralization markers during pulp response to Biodentine and MTA.</p> <p><b>Journal of Endodontics</b></p> <p>Abril 2016.</p>	<p>Estudio in vivo.</p>	<p>Comparar la viabilidad celular de las células tratadas con Biodentine y MTA y la expresión de los marcadores de mineralización in vitro e in vivo inducido por estos materiales.</p> <p>Marcadores de mineralización: oteoponina (gen SPP1), fosfatasa alcalina (gen ALPL), la sialoproteína ósea (gen IBSP) , sialofosfoproteína de la dentina (gen DSPP) y la proteína de la matriz de la dentina 1(gen DMP1) – Son las responsables de la formación de la hidroxiapatita (además, de regenerar el hueso tras proceso inflamatorio) y por lo tanto de la diferenciación de los odontoblastos y osteoblastos.</p> <p>También miran el factor de transcripción 2 (gen RUNX2) ya que juega un papel fundamental en la mineralización ósea y en la diferenciación de los odontoblastos.</p> <p>Se realiza en dientes extraídos por motivo de ortodoncia a los que se le extrae la pulpa y se conserva en medio de Eagle. Dichas células se ponen en contacto con MTA o Biodentine durante 24/48h. Y un grupo control sin medicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor expresión de fosfatasa alcalina (ALPL) para el Biodentine que para MTA y que para el grupo control.</li> <li>• Mayor expresión de osteoponina (SPP1) en biodentine que en MTA o grupo control, sobre todo pasadas las 48h.</li> <li>• Mayor expresión de ALP y SPP1 en MTA que en el grupo control.</li> <li>• Mayor expresión de RUNX2 en Biodentine y MTA que en control, pero igual entre ellos.</li> </ul> <p>Se tiñe el puente dentinario que se forma nuevo y es del 48% en Biodentine y de un 16% en MTA. Esto se debe a mayor expresión de la fosfatasa alcalina.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasadas 24h no se observa diferencias entre los controles y los tratados con MTA / Biodentine, sin embargo, sí se observa pasadas las 48h.</li> <li>2. Mayor expresión de ALPL, SPP1 y RUNX2 en MTA y Biodentine que en control.</li> <li>3. No hay un aumento de la expresión de estos marcadores a nivel apical, sí a nivel cervical donde se encuentra el material.</li> </ol>
--	-------------------------	---	--	---

## **7. Discusión**

Tanto en el proceso de la revascularización como en el de la pulpotomía, se trata a la pulpa. En el primer caso, la pulpa necrótica se extirpa y se induce su regeneración por medio de las células del periápice<sup>2</sup>, sin embargo, en el segundo caso, se mantiene la pulpa del paciente, a la que únicamente le hacemos una sección de la zona inflamada<sup>21</sup>. En ambos casos, la intervención de la pulpa en dientes permanentes jóvenes con el ápice abierto, tiene el fin de que se produzca la apicogénesis y en engrosamiento de las paredes radiculares mediante el depósito de dentina<sup>5,14</sup>.

En la revascularización cuando extirpamos la pulpa inducimos el sangrado para que entre en el espacio de la pulpa radicular y sea ahí donde se produce la histodiferenciación de las células madres periapicales (SCAP) a odontoblastos<sup>7</sup>. Pero se ha visto que no siempre se produce el cierre apical por depósitos de dentina, hay casos en los que éste se produce por depósito de otras sustancias como podría ser hueso<sup>15</sup>. No obstante, no podemos demostrar en el momento si éste cierre se ha producido por uno u otro mineral<sup>15</sup>.

En base a la literatura sí se ha observado que la revascularización es un proceso eficaz para devolver la vitalidad al diente que se encontraba necrótico y para continuar con el desarrollo radicular y cierre apical<sup>29</sup>. Pero existen factores que influyen, como es la edad del paciente: cuanto más joven es el paciente mayor probabilidad de que se produzca el éxito de este tratamiento, ya que cuentan con mayor número de células madres y mayor potencial regenerativo<sup>28</sup>. También se ha visto en la literatura científica que el sexo del paciente es otro factor influyente, siendo más favorable para el sexo femenino, ya que cuentan con mayor potencial regenerativo debido a que presentan una mayor función antiinflamatoria e inmunomoduladora<sup>30</sup>. Para la pulpotomía, se habla como factores influyentes: el tiempo transcurrido (siendo por norma que pasadas 48 horas se debe extirpar como mínimo 2mm de pulpa) y la edad del paciente (ya que a mayor edad, pulpa más fibrótica con menor potencial de regeneración)<sup>36</sup>. Por lo que para ambos tratamientos coinciden en que la edad es un factor influyente para su éxito.

Respecto al éxito del tratamiento, en la pulpotomía se observa en el cien por cien de los casos de la literatura<sup>29,34,35,36,37</sup> siendo igual para los dientes tratados con

revascularización<sup>28,29,30,31,32,33</sup>; a excepción de un artículo en el que de 37 piezas dentales tratadas, fracasan dos<sup>32</sup>. Lo que tendríamos que puntualizar es que en la pulpotomía se obtienen, en todos los casos, los resultados esperados (apicoformación, depósito de dentina...), mientras que en la revascularización los resultados son impredecibles con crecimientos no uniformes<sup>33</sup>. Para la obtención de dichos resultados se debe realizar un seguimiento, el cuál debe ser clínico y radiológico. Clínicamente, se realizan pruebas de sensibilidad, funcionalidad y observar la estética de la pieza. En la pulpotomía en todos los casos clínicos que hemos recopilado<sup>29,34,35,36,37</sup>, se observa un diente asintomático postratamiento, funcional y que responde a las pruebas de sensibilidad, pero con el contratiempo de que al emplear MTA, se produce la coloración grisácea de la corona clínica del diente<sup>36,37,38</sup>, suceso que no ocurre cuando se emplea Biodentine<sup>37,38</sup>. Este contratiempo no se consigue corregir, ni empleando blanqueamientos internos, conllevando a la necesidad de una posterior restauración estética, como por ejemplo con carillas de composite<sup>37</sup>. Además, debemos señalar que en la zona cervical, zona en la que se extirpa la pulpa, no se producen depósitos de dentina<sup>35</sup>. Por otro lado, en los dientes que se realiza la revascularización no en todos ellos realizan las pruebas de sensibilidad, o bien no lo reflejan en sus artículos, en el que sí<sup>28</sup>, de siete dientes tratados solo dos responden a éstas.

El seguimiento radiográfico se puede realizar en dos dimensiones o en tres, siendo más conveniente en tres, ya que en las que son en 2D son menos fiables debido a la distorsión de imagen, las superposiciones, cambios de angulación y la incapacidad de tener en cuenta el aumento del área de la raíz<sup>30</sup>. En ambas opciones de tratamiento se debería llevar un seguimiento prolongado, ya que de lo contrario nos resultaría imposible conocer el éxito/fracaso del tratamiento. Para la pulpotomía, en la literatura sí se especifica un tiempo promedio de cinco años<sup>34,35,36,37</sup>; siendo el de menor tiempo dos años<sup>35</sup> y el de mayor de diez años<sup>37</sup>. Sin embargo, del total de los artículos que hemos encontrado en el que se trate de revascularización, en tan solo dos artículos se describe cuánto tiempo emplean para el seguimiento del caso, siendo de una media de dos años<sup>30,33</sup>.

Durante el seguimiento radiológico de un diente necrótico no solo observamos al diente, sino también al tejido periapical, siendo un indicativo del éxito del tratamiento de revascularización, la disminución de la radiolucidez periapical produciéndose a posteriori la desaparición de ésta<sup>28,29</sup>. Respecto a lo que valoramos del diente, miramos el

engrosamiento de las paredes radicales, crecimiento de la raíz y el cierre apical<sup>28,29,30,31,32,33,34,35,36,37</sup>. De la bibliografía científica podemos concluir que en los casos tratados con pulpotomía, en todos ellos, se ha producido cierre apical completo y engrosamiento de las paredes dentinarias, siendo iguales los dientes tratados que los dientes adyacentes<sup>34,35,36,37</sup>, siendo incluso comparados mediante CBCT<sup>36</sup>. Con la salvedad de que se muestra en un artículo que el diente tratado no deposita dentina en la zona cervical del diente<sup>35</sup>.

Cuando valoramos los resultados que obtuvieron en los casos de revascularización no podemos concretar una única afirmación, ya que los resultados y la forma de medirlos resultan bastante dispares. En lo que sí coinciden los autores es: se produce engrosamiento de las paredes dentinarias<sup>28,29,31,32,33</sup>, hay autores que dicen que se produce un engrosamiento de un 19%<sup>33</sup>, hay otros que varían el porcentaje según el tercio apical<sup>32</sup> y afirman que se produce un aumento del 20% de forma labio-lingual y un 30% de manera mesio-distal<sup>32</sup>. El otro punto en común es el crecimiento de la raíz, siendo de media de un 5,65%±4%, llegando incluso a ganar un máximo de un 19%<sup>32</sup>, esto también lo describen como aumento del área radiográfica radicular de 6mm<sup>33</sup> siendo un crecimiento de la raíz de 1,24mm<sup>33</sup>, o bien, midiendo el volumen mediante radiografías 3D, afirmando una ganancia del 7,97%<sup>30</sup>. Finalmente concluyen en que se produce un cierre apical, en ningún caso se produce un cierre apical completo, pero sí se describe como un cierre apical casi completo o parcial<sup>28,29</sup>. Por lo que podemos ver que en la revascularización el diente no consigue ser igual que el diente adyacente, cosa que sí se observaba en la pulpotomía.

A su vez, hemos observado que tanto el MTA como el Biodentine promueven que haya mayor concentración de fosfatasa alcalina, de osteoponina y expresión del gen RUNX2 que en un diente sin patología (es el grupo control), esto favorece que se produzca la mineralización ósea (para la zona de osteólisis) y la diferenciación de las células madre a odontoblastos<sup>38</sup>. Hemos incorporado este artículo para asentar que estos materiales biocerámicos son los indicados para los dos tratamientos que estamos analizando, sin embargo, los resultados como hemos visto son más favorables en el caso de la pulpotomía.

## **8. Conclusiones**

- I.** Los dientes tratados con pulpotomía consiguen ser iguales que los dientes adyacentes del paciente, en cuanto a desarrollo radicular y cierre apical. Mientras que en la revascularización, se consigue desarrollo radicular y cierre del ápice sin llegar a conseguir que sea como los dientes adyacentes.
  
- II.** Los dientes tratados mediante revascularización consiguen un cierre apical casi completo o parcial.
  
- III.** Los dientes que son tratados con pulpotomía consiguen un engrosamiento dentinario casi igual que el adyacente, a excepción de en la zona cervical, zona en la que se extirpa la pulpa; a diferencia de los dientes tratados con revascularización que consiguen como máximo un 19%, siendo un porcentaje variable según el tercio apical.

## **8. Bibliografía**

1. Diogenes A, Ruparel NB. Regenerative endodontic procedures: Clinical outcomes. Dent Clin North Am [Internet]. 2017;61(1):111–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2016.08.004>
2. Shen Z, Tsao H, LaRue S, Liu R, Kirkpatrick TC, Souza LC de, et al. Vasc endothelial growth factor and/or nerve growth factor treatment induces expressic dentinogenic, neuronal, and healing markers in stem cells of the apical papilla. J Er [Internet]. 2021;47(6):924–31. Disponible <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2021.02.011>
3. Sonoyama W, Liu Y, Fang D, Yamaza T, Seo B-M, Zhang C, et al. Mesenchymal stem cell-mediated functional tooth regeneration in swine. PLoS One [Internet]. 2006;1(1):e79. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0000079>
4. Sonoyama W, Liu Y, Fang D, Yamaza T, Seo B-M, Zhang C, et al. Mesenchymal stem cell-mediated functional tooth regeneration in swine. PLoS One [Internet]. 2006;1(1):e79. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0000079>
5. Huang GT-J, Sonoyama W, Liu Y, Liu H, Wang S, Shi S. The hidden treasure in apical papilla: the potential role in pulp/dentin regeneration and bioroot engineering. J Endod [Internet]. 2008;34(6):645–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.03.001>
6. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. Endod Dent Traumatol [Internet]. 1992;8(2):45–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.1992.tb00228.x>
7. Alfadda S, Alquria T, Karaismailoglu E, Aksel H, Azim AA. Antibacterial effect and bioactivity of innovative and currently used intracanal medicaments in regenerative

- endodontics. *J Endod* [Internet]. 2021;47(8):1294–300. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2021.05.005>
8. Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth fail: Aetiology of endodontic failure. *Int Endod J* [Internet]. 2001;34(1):1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00396.x>
  9. Yassen GH, Eckert GJ, Platt JA. Effect of intracanal medicaments used in endodontic regeneration procedures on microhardness and chemical structure of dentin. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2015;40(2):104–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2015.40.2.104>
  10. Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod* [Internet]. 2002;28(10):689–93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200210000-00003>
  11. Waltimo TM, Sirén EK, Orstavik D, Haapasalo MP. Susceptibility of oral *Candida* species to calcium hydroxide in vitro. *Int Endod J* [Internet]. 1999;32(2):94–8. Disponible <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00195.x>
  12. Tagelsir A, Yassen GH, Gomez GF, Gregory RL. Effect of Antimicrobials Use Regenerative Endodontic Procedures on 3-week-old *Enterococcus faecalis* Biofilm. *J Er* [Internet]. 2016;42(2):258–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.09>
  13. Alghilan MA, Windsor LJ, Palasuk J, Yassen GH. Attachment and proliferation of dental pulp stem cells on dentine treated with different regenerative endodontic protocols. *Int Endod J* [Internet]. 2017;50(7):667–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12669>
  14. Meneses CCB, Pizzatto LN, Sipert CR, Diogenes A. Endocannabinoids regulate stem cells of the apical papilla via a cannabinoid receptor and TRPV1-independent mechanism. *J Endod* [Internet]. 2021;47(10):1617–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2021.07.010>

15. Zhang W, Yelick PC. Vital pulp therapy-current progress of dental pulp regeneration and revascularization. *Int J Dent* [Internet]. 2010;2010:856087. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2010/856087>
16. Wikström A, Brundin M, Lopes MF, Sayed E, Tsilingaridis M. What is the best long-term treatment modality for immature permanent teeth with pulp necrosis and apical periodontitis? *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2021.
17. Neelamurthy PS, Kumar RA, Balakrishnan V, Venkatesan SM, Narayan GS, I K. Revascularization in immature and mature teeth with necrotic pulp: A clinical study. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2018;19(11):1393–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2438>
18. Eggmann F, Gasser TJW, Hecker H, Amato M, Weiger R, Zaugg LK. Partial pulpotomy without age restriction: a retrospective assessment of permanent teeth with carious pulp exposure. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022;26(1):365–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-021-04007-2>
19. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod* [Internet]. 2014;40(12):1932–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.010>
20. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *J Dent* [Internet]. 2019;86:41–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2019.05.022>
21. Satyarth S, Alkhamis AM, Almunahi HF, Abdulaziz Alsuhaymi MO, Vadde HB, Senapathi SN, et al. Comparative evaluation of mineral trioxide aggregate pulpotomy and laser-assisted mineral trioxide aggregate pulpotomy: An original research article. *J Microsc Ultrastruct* [Internet]. 2021;9(1):7–11. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.4103/JMAU.JMAU\\_54\\_19](http://dx.doi.org/10.4103/JMAU.JMAU_54_19)

22. Brogni JK, Vitali FC, Cardoso IV, Dos Santos JD, Prado M, Alves AMH, et al. A second attempt at pulp revascularisation on an immature traumatised anterior tooth: a case report with two-year follow-up. *Aust Endod J* [Internet]. 2021;47(1):90–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/aej.12466>
23. Chen Y, Chen X, Zhang Y, Zhou F, Deng J, Zou J, et al. Materials for pulpotomy in immature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* [Internet]. 2019;19(1):227. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-019-0917-z>
24. Fuentes E. Recubrimiento pulpar y pulpotomía, como alternativas de la endodoncia preventiva. 2006;2(8–9).
25. Bimstein E, Rotstein I. Cvek pulpotomy - revisited. *Dent Traumatol* [Internet]. 2016;32(6):438–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/edt.12297>
26. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. American Academy of Pediatric Dentistry. 2021:399–407.
27. Cohenca N, Paranjpe A, Berg J. Vital Pulp Therapy. *Dental Clinics of North America*. 2013;57:59–73.
28. Dudeja PG. Pulp Revascularization- It's your Future Whether you Know it or Not? *Journal of clinical and diagnostic research*. 2015.
29. Forghani M, Parisay I, Maghsoudlou A. Apexogenesis and revascularization treatment procedures for two traumatized immature permanent maxillary incisors: a case report. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2013;38(3):178–81. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2013.38.3.178>

30. Chrepa V, Joon R, Austah O, Diogenes A, Hargreaves KM, Ezeldeen M, et al. Clinical outcomes of immature teeth treated with regenerative endodontic procedures-A San Antonio study. *J Endod* [Internet]. 2020;46(8):1074–84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2020.04.008>
31. ElSheshtawy AS, Nazzal H, El Shahawy OI, El Baz AA, Ismail SM, Kang J, et al. The effect of platelet-rich plasma as a scaffold in regeneration/revitalization endodontics of immature permanent teeth assessed using 2-dimensional radiographs and cone beam computed tomography: a randomized controlled trial. *Int Endod J* [Internet]. 2020;53(7):905–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.13303>
32. Shetty H, Shetty S, Kakade A, Mali S, Shetty A, Neelakantan P. Three-dimensional qualitative and quantitative analyses of the effect of periradicular lesions on the outcome of regenerative endodontic procedures: A prospective clinical study. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021;25(2):691–700. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-020-03583-z>
33. Meschi N, EzEldeen M, Torres Garcia AE, Jacobs R, Lambrechts P. A retrospective case series in regenerative endodontics: Trend analysis based on clinical evaluation and 2- and 3-dimensional radiology. *J Endod* [Internet]. 2018;44(10):1517–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2018.06.015>
34. Ashraf H, Rahmati A, Amini N. Vital pulp therapy with calcium-silicate cements: Report of two cases. *Iran Endod J* [Internet]. 2017;12(1):112–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22037/iej.2017.23>
35. Tuloglu N, Bayrak S. Partial pulpotomy with BioAggregate in complicated crown fractures: Three case reports. *J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2016;40(1):31–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17796/1053-4628-40.1.31>
36. Gomes I. Partial pulpotomy with mineral trioxide aggregate in permanent incisors with complicated crown fracture: 5-year follow-up. *Case Rep Dent* [Internet]. 2020;2020:8855331. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2020/8855331>

37. Ghorbanzadeh A, Ghorbanzadeh A. Maturogenesis of two maxillary central incisors: A case report with 10 years of follow up. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(4):306–15.
  
38. Daltoé MO, Paula-Silva FWG, Faccioli LH, Gatón-Hernández PM, De Rossi A, Bezerra Silva LA. Expression of mineralization markers during pulp response to Biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod* [Internet]. 2016;42(4):596–603. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.018>