

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**TERAPIA PULPAR VITAL EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES CON
CARIES PROFUNDAS USANDO BIODENTINE Y MTA: REVISIÓN DE LA
LITERATURA.**

POR:

C.D. KAREN ILIANA MIRANDA RASCÓN

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN ESTOMATOLOGÍA**

OPCIÓN: ENDODONCIA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

(31/05/2023)



Terapia pulpar vital en dientes permanentes jóvenes con caries profundas usando Biodentine y MTA: revisión de la literatura. Tesis presentada por Karen Iliana Miranda Rascón como requisito para obtener el grado de Maestra en Estomatología, ha sido aprobada y aceptada por:

M.E.S. Juan Antonio Galache Vega
Director de la Facultad de Odontología

C.D.E.O. Rosa Margarita Aguilar Madrigal
Secretaria de Investigación y Posgrado

CD. M.C.O. Gerardo Esaú Rodríguez Aranda
Director de tesis

Dr. Uriel Soto Barreras
Asesor de tesis

31 de Mayo del 2023

Fecha

ÍNDICE

1	MARCO TEÓRICO	1
1.1	DENTINA	1
1.1.1	<i>Antecedentes de materiales</i>	2
1.1.2	<i>Características de materiales</i>	4
1.1.3	<i>Aplicaciones clínicas</i>	4
1.2	TRIÓXIDO MINERAL AGREGADO (MTA)	5
1.2.1	<i>Propiedades químicas</i>	5
1.2.2	<i>Propiedades físicas</i>	6
1.2.3	<i>Desventajas</i> :.....	9
1.3	BIODENTINE.....	11
1.3.1	<i>Propiedades químicas</i>	11
1.3.2	<i>Propiedades físicas</i>	11
1.3.3	<i>Desventajas</i>	14
1.3.4	<i>Ventajas</i>	14
1.4	CARIES PROFUNDA	15
1.5	TERAPIA PULPAR VITAL (TPV).....	16
1.5.1	<i>Limitaciones</i> :	19
1.5.2	<i>Recubrimiento pulpar directo</i>	20
1.5.3	<i>Recubrimiento pulpar indirecto</i>	21
1.5.4	<i>Pulpotomía</i>	22
2	JUSTIFICACIÓN	26
3	OBJETIVO GENERAL	28
4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
5	METODOLOGÍA	30
5.1	TIPO DE ESTUDIO:.....	30
5.2	DISEÑO DE ESTUDIO:.....	30
5.3	POBLACIÓN DE ESTUDIO O MUESTRA:	30
5.4	LUGAR DE REALIZACIÓN:	30
5.5	CRITERIOS DE SELECCIÓN:	30
5.6	OPERACIÓN DE LAS VARIABLES:	31
5.7	MÉTODOS:	31
5.8	ASPECTOS ÉTICOS:.....	32
6	RESULTADOS	33

7	DISCUSIÓN.....	36
8	CONCLUSIONES.....	38
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40



1 MARCO TEÓRICO

1.1 Dentina

Es el tejido principal formador del diente, que se encuentra recubierto por esmalte en la porción coronal y por cemento en la porción radicular; en condiciones normales no se encuentra en contacto con el exterior de la cavidad bucal. En el cual se pueden identificar los componentes mineralizados y los túbulos dentinarios que contienen las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos y nervios procedentes del tejido pulpar por lo que se le considera un tejido sumamente sensible.

El espesor de la dentina puede variar dependiendo del tipo de diente y de la edad del paciente, así como de factores irritantes que inducen la nueva formación de dentina por lo que se clasifica en:

-Dentina primaria: es la primera que se forma desde las etapas de la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión.

-Dentina secundaria: producida después de la formación de la raíz del diente y continua durante toda la vida del diente.

El límite de ambas dentinas, es la dirección de los túbulos dentinarios, dentina primaria de forma horizontal, dentina secundaria vertical o diagonal.

-Dentina terciaria: ofrece una protección pulpar de acuerdo con su espesor

Reaccional: segregada ante un estímulo nocivo

Reparativa: segregada por nuevas células diferenciadas, tras la muerte de los odontoblastos causada por estímulos nocivos.^{1,2}

La dentinogénesis reaccional requiere las interacciones de los factores de crecimiento derivados de la matriz de dentina con los odontoblastos existentes para estimular la secreción de matriz adicional, que luego se calcificará. Los factores de



crecimiento son capaces de afectar las funciones biológicas de las células, como la activación o represión de la transcripción de genes, o cambiar la expresión de genes de células madre / progenitoras. ^{2,3}

Su principal composición química es 70% de materia inorgánica (sales minerales como hidroxiapatita), 18% materia orgánica y 12% de agua. ¹

Composición orgánica: colágeno tipo I (90%) sintetizado por los odontoblastos. También se encuentran proteínas semejantes a las de la matriz ósea como osteonectina, osteopontina y proteína Gla. Así como fosforina dentinaria (DPP), proteína de matriz de dentina 1 (DMP1) y sialoproteína dentinaria (DSP) segregada por odontoblastos jóvenes. Proteínas del suero, como la albúmina, fosfolípidos y factores de crecimiento.

Composición inorgánica: cristales de hidroxiapatita pequeños y delgados similares a los del tejido óseo. También contiene gran cantidad de fosfatos amorfos, sulfatos y oligoelementos como flúor, calcio, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc. ⁴

1.1.1 Antecedentes de materiales

Con el advenimiento del hidróxido de calcio en la práctica odontológica en 1920, por BW Hermann, se hizo popular en el área de endodoncia, gracias a la disociación iónica en iones calcio e hidroxilos con propiedades antimicrobianas y remineralizantes. Utilizándose en múltiples tratamientos pulpares como recubrimientos pulpares directos, indirectos, pulpotomía y pulpectomía.

El hidróxido de calcio ha sido considerado el estándar de oro por muchos años; sin embargo, presenta algunos inconvenientes, que incluyen inflamación y necrosis de la superficie pulpar después del recubrimiento pulpar, solubilidad ante fluidos orales,



degradación con el tiempo, formación de defectos de túnel dentro del puente de dentina y baja resistencia mecánica, lo que podría causar microfiltración y fracaso del tratamiento.⁵

A lo largo de los años materiales como óxido de zinc-eugenol, ionómeros de vidrio e hidróxido de calcio, se han utilizado como bases cavitarias, en 1993 se empezó a experimentar con materiales como el MTA (Trióxido Mineral Agregado) compuesto de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato,⁶ y se ha utilizado tanto en procedimientos quirúrgicos como no quirúrgicos.

En las últimas décadas el MTA se ha convertido en uno de los materiales de endodoncia más estudiados, ya que tiene varias propiedades como los son su biocompatibilidad, bioactividad, radiopacidad, capacidad de sellado y baja solubilidad. Así también alta alcalinidad, mineralización intratubular e inhibición de la formación de biopelícula. La alta biocompatibilidad fomenta respuestas de curación y cicatrización pulpar. Esto se ha observado histológicamente con la formación de nuevo cemento en la zona de los tejidos perirradiculares y una baja respuesta inflamatoria con formación de puentes dentinarios, el cual proporciona una barrera contra la microfiltración coronal y la colonización de bacterias.^{7,8}

A partir del año 2009, se introdujo un material basado en las propiedades biológicas de los cementos Portland, a base de silicato de calcio llamado Biodentine, compuesto por silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio y óxido de circonio como radioopacificante en su porción de polvo, y en el líquido, cloruro de calcio (acelerante de fraguado) y policarboxilato modificado (agente superplastificante). En estudios comparativos con MTA e Hidróxido de calcio demostró que induce la angiogénesis, diferenciación y mineralización de las células similares a odontoblastos ya que se aumenta la secreción de TGF- β 1 por la proliferación, migración y adhesión de las células madre pulpares humanas, cuando se colocan en contacto directo con la pulpa dental. En resultados de inmunohistoquímica revela marcadores moleculares en los odontoblastos como



colágeno tipo I, osteonectina, sialoproteína de dentina y nestina, en células secuestradas. La sialoproteína se considera un marcador específico en la formación de dentina, ya que inicia y regula la mineralización. La Nestina es una proteína que se caracteriza por ser específica y característica del odontoblasto y responde a la producción de dentina reparadora temprana, la cual está relacionada con la ruptura de la capa de odontoblastos por lo que requiere un reclutamiento y diferenciación celular para proteger al tejido pulpar.^{9,10,11}

El objetivo de los materiales es proporcionar un ambiente adecuado para la regeneración del tejido pulpar y periapical, así como restaurar los tejidos biológicos perdidos, creando una homeostasis en la pulpa es decir restableciendo la red vascular.^{12,13}

1.1.2 Características de materiales

Muchos biomateriales se han utilizado en las terapias pulpares vitales, y el pronóstico depende de varios factores como la biocompatibilidad y la capacidad para prevenir la microfiltración bacteriana; el resultado también depende de la capacidad del tejido pulpar para responder a estímulos.¹⁴

Se desea que un material sea “biocompatible”, lo que se refiere a la capacidad de un material para interactuar con otro y desencadenar una respuesta celular favorable, con la finalidad de causar una regeneración tisular, sin provocar respuestas locales o sistémicas indeseables en el huésped. Así como también que sea bioactivo, es decir que sea capaz de inducir una respuesta tisular favorable del huésped mediante el uso de materiales semejantes a la misma estructura de colocación.¹⁵

1.1.3 Aplicaciones clínicas.

Los tratamientos de lesiones cariosas profundas ha sido un reto a lo largo de los años, desde una simple colocación de un recubrimiento pulpar directo o indirecto hasta una Pulpectomía.



La exposición de la pulpa puede ser por traumatismos, causas mecánicas o caries por lo que la terapia pulpar es la alternativa para prevenir la necrosis de la pulpa.¹¹

Con la finalidad de reemplazar la dentina perdida con tejidos que comúnmente se cree que puede ser “fibrodentina u osteodentina”, inducida por materiales biocompatibles que tienen el propósito de formar un puente de dentina por las células diferenciadas en odontoblastos.⁷

En un estudio (Ricucci y Col., 2020) realizado en humanos, se llevó a cabo una pulpotomía en un diente con caries cervical, colocando un material hidráulico a base de silicatos tricálcicos, en el cual después del estudio histopatológico, se observó bandas de dentina terciaria rodeando la lesión cariosa en cervical y una banda cálcica adyacente a la dentina terciaria. En la tinción de Brown y Brenn se observaron bacterias en los túbulos dentinarios adyacentes a la lesión cariosa. Los cuales no afectaron o impidieron la formación de la barrera calcificante, debido a la reducida permeabilidad por la dentina terciaria.¹⁶

1.2 Trióxido Mineral Agregado (MTA)

1.2.1 Propiedades químicas

Desarrollado a partir de cemento Portland como polvo gris. (ProRoot MTA).

El MTA se comercializa en dos presentaciones en gris y blanco, pero debido a las decoloraciones que ocasiono el gris se desarrolló el blanco y con menores cantidades de hierro, aluminio y magnesio.

Los componentes principales son silicato tricálcico y oxido de bismuto.

Cuando el polvo de MTA se mezcla con agua, se forma inicialmente Hidróxido de calcio y el silicato de calcio hidratado y eventualmente se transforman en un gel sólido poroso y poco cristalizado. El silicato de calcio disminuye debido a la



formación de un precipitado de calcio el cual produce Hidróxido de calcio y causa la alcalinidad del MTA después de la hidratación.

El óxido de bismuto se disuelve en ambientes ácidos, por lo que se ha sugerido que no es recomendable colocarlo en tejidos inflamados ya que si se libera no se podrá precipitar el hidróxido de calcio y por lo tanto no se estimula la proliferación celular.

“En 2005 Dammaschke y Col. informó que la cantidad de azufre en la superficie de MTA fraguado es 3 veces mayor que las formas en polvo de MTA, y que esta capa protege al cemento de una mayor hidratación y aumenta el tiempo de fraguado del cemento”.¹⁷ Se informa que los tamaños de partículas de MTA son de 1 a 10 μm .

1.2.2 Propiedades físicas.

Después de la hidratación del polvo de MTA pueden influir ciertas características para obtener sus propiedades ideales como lo es relación polvo líquido, método de mezcla (cantidad de aire atrapado), presión utilizada en la condensación, humedad del ambiente, medio de almacenamiento, pH del ambiente, espesor del material, temperatura, etc¹⁸

1.2.2.1 Tiempo de fraguado.

Tiempo medio de fraguado es de 165 ± 5 minutos hasta 240 min.¹⁹ El proceso de hidratación del silicato tricálcico es lento y la hidratación completa requiere 28 días, que es responsable del largo tiempo de fraguado de MTA. Una gran cantidad de agua aumenta tanto el tiempo de fraguado, así como la solubilidad del MTA.²⁰

1.2.2.2 Ph

Es de 10.2 después de mezclar y aumenta a 12.5 a las 3 horas.

Se debe a la constante liberación de calcio y formación de Hidróxido de calcio.¹⁸



1.2.2.3 Solubilidad

En estudios se ha demostrado que un ambiente ácido afecta la filtración del MTA en comparación con un ambiente de pH alcalino.

También la contaminación del material con sangre o saliva afecta las propiedades del material ante filtraciones bacterianas.²¹

1.2.2.4 Resistencia a la compresión.

Es de 41 MPa a las 24 h y puede alcanzar hasta 76MPa en un periodo de 28 días.²²

1.2.2.5 Fuerza de unión con otros materiales

Los resultados determinaron que colocar un sistema de grabado total produce una fuerza de unión mayor en comparación con un sistema autograbante, por lo que sería el material de elección para lograr mejores valores de fuerza de unión entre la resina y el MTA.²³

La presencia de un agente quelante y el tipo de grabado afectan la fuerza de unión del MTA.¹⁸

1.2.2.6 Radioopacidad.

La radiopacidad media para MTA es de 7,17mm de un espesor equivalente de aluminio.¹⁸

El aumento en la cantidad de agua en la mezcla reduce la radiopacidad.²⁴



1.2.2.7 Mutagenicidad

Conforme a investigaciones se concluye que el MTA no es mutagénico ni neurotóxico y solo en la microcirculación puede influir en la contracción de los vasos sanguíneos.²¹

1.2.2.8 Biocompatibilidad

Por su contenido en calcio es biológicamente compatible ya que manifiesta mínima toxicidad tisular, y tiene las propiedades de ser osteoinductivo y osteogénico por la proliferación de fibroblastos expresando genes de fenotipo osteogénico (fosfatasa alcalina, osteonidógeno, osteonectina y osteopontina), colágeno y liberación de citocinas pro inflamatorias. (25, 26, 27, 28)

1.2.2.9 Manipulación

Se coloca una proporción de 3 partes de polvo por 1 parte de agua estéril. Se debe mezclar durante 30 segundos hasta obtener la consistencia de masilla.

1.2.2.10 Actividad antibacteriana

Tiene efecto antibacteriano sobre bacterias anaerobias facultativas y ningún efecto sobre anaerobias estrictas.

Reducir la proporción de polvo / líquido podría afectar negativamente las propiedades antibacterianas y antifúngicas del MTA. ¹⁸

1.2.2.11 Mecanismo de acción

Se caracteriza por la capacidad de formación de una capa similar a la apatita cuando entra en contacto con fluidos fisiológicos.



Sarkar y col. Informaron que la hidroxiapatita puede liberar calcio y fosforo de manera continua, los cuales son necesarios para el proceso del metabolismo óseo.

Se une químicamente a la dentina por una reacción controlada de difusión entre la superficie de apatita y la dentina.^{25,26}

1.2.3 Desventajas:

1.2.3.1 Decoloración

Es muy conocido que uno de sus inconvenientes es la decoloración que ocasiona al órgano dental, pero existen varios factores que pueden afectar esta condición como lo son: componentes del material, condiciones ambientales, contaminación con sangre, mezcla con ciertos irrigantes y exposición a luz fluorescente.

1.- Componentes de materiales: el óxido de bismuto un radio opacificador es el principal componente que puede alterar el color del órgano dental causado por estar en contacto con el colágeno de la dentina.

2.- Contaminación con sangre: se puede atribuir a la porosidad del material y al contacto con sangre por la absorción de hemo de la hemoglobina. Por lo que es de relevancia clínica ya que generalmente se colocan sobre tejido vital vascularizado.¹⁸

3.- Tipo de irrigante: algunas soluciones pueden causar la decoloración del diente por ejemplo el NaOCl, clorhexidina y EDTA. El NaOCl al mezclarse con el óxido de bismuto se reduce en cloruro de sodio. Por lo tanto, el NaOCl provoca la oxidación del óxido de bismuto y lo vuelve inestable, reacciona con el CO₂ presente en el ambiente que crea carbonato de bismuto y debido a su sensibilidad con la luz causa la decoloración.²⁹



En un estudio espectrofotométrico se analizó la estabilidad del color sumergiendo muestra de MTA blanco en diferentes soluciones como, agua destilada, hipoclorito de sodio, clorhexidina, EDTA y quitosano. Demostrando que exhibe una decoloración severa cuando se pone en contacto con Clorhexidina e hipoclorito de Sodio. La clorhexidina se caracteriza por la sustantividad antimicrobiana, por lo que la existencia residual es inminente y la interacción con las moléculas de MTA es alta.

Por lo que se recomienda eliminar todo residuo de irrigantes con agua destilada antes de la colocación del MTA.³⁰

4.- Condiciones ambientales: otro motivo de la decoloración es la combinación de un entorno con ausencia de oxígeno y la luz de un medio clínico pueden afectar la estabilidad del color de diferentes MTA.

Al interactuar el óxido de bismuto con la luz y la ausencia de oxígeno da como resultado un precipitado de color negro.²⁹

1.2.3.2 Prevención y tratamiento de decoloración inducida por MTA

La región cervical es la parte más afectada después de la colocación de MTA, por lo que quitar los excedentes de cementos reduce significativamente la decoloración de los dientes.

También se puede prevenir colocando una doble capa de agentes adhesivos en la dentina dentro de la cavidad de acceso, antes de colocar el material de MTA para ocluir los túbulos dentinarios en el área cervical pero los agentes adhesivos pueden afectar el tejido pulpar por la citotoxicidad del monómero de los adhesivos, así como también interferir en la capacidad de liberación de iones calcio del MTA. Pero aún se requieren estudios para evaluar las limitaciones de los agentes adhesivos y su interacción con la pulpa y el MTA.³¹



El tratamiento de los dientes con decoloración puede tratarse mediante un blanqueamiento interno.²⁹

Otra alternativa es asociar 5% de óxido de zinc con MTA. El óxido de zinc previene el cambio de color causado por la conversión del óxido de bismuto en Bismita.²⁴

1.3 Biodentine

Diseñado específicamente como material de remplazo para la dentina, pero con una amplia gama de aplicaciones: perforaciones radiculares, apexificación, obturación retrograda en cirugía apical, reabsorciones, terapia pulpar y recubrimientos en odontología restauradora.³²

1.3.1 Propiedades químicas

La reacción de Biodentine es mediante la hidratación del silicato tricálcico y como resultado la producción de un gel de Hidróxido de Calcio, que en contacto con los iones fosfatos, tiene la capacidad de formar un precipitado similar a la hidroxiapatita.

Los iones de calcio liberados por los cementos a base de silicato tricálcico activan la vía de señalización Proteína Quinasas Activadas por Mitógenos (MAPK) modulando los genes de mineralización y diferenciación odontoblástica.

(Paula y Col., 2019) Corroboraron esto en su estudio, donde hubo un aumento en la expresión del gen de ARN fosfatasa alcalina, aumento en la síntesis de sialoproteína y en la formación de depósitos de calcio.³³

1.3.2 Propiedades físicas

1.3.2.1 Tiempo de fraguado

El fraguado inicial es a los 6 minutos y el fraguado final a los 12 minutos.³⁴

Durante el pasar del tiempo Biodentine cambia su apariencia de brillante a mate.³⁵



1.3.2.2 pH y propiedad antimicrobiana:

Durante la fase de fraguado Biodentine libera iones de Hidróxido de calcio aumentando su pH a 12.5, lo que inhibe el crecimiento de microorganismos y activa su poder antimicrobiano.³⁶

1.3.2.3 Solubilidad

En un ambiente ácido se ha demostrado que Biodentine muestra mayor pérdida de volumen y densidad, así como en sangre comparado con otros materiales. (Dawood y Col., 2017)(Akinci y Col., 2020).³⁷

(Kaup y Col., 2015) Biodentine tuvo mayor solubilidad en agua destilada que en solución salina tamponada de fosfato.³⁸

(Grech y Col., 2013) Atribuyen su baja solubilidad a la deposición de hidroxiapatita en la superficie del material al estar en contacto con fluidos tisulares, y por esto no pierde partículas.³⁹

1.3.2.4 Resistencia a la compresión

Butt y Col., 2014. Describen que la resistencia a la compresión es de 170 MPa a las 24 horas y aumenta considerablemente a 304 MPa después de 1 mes.²²

Resultados muy parecidos en el estudio de Raghavendra y Col., 2017 con resultados de 100 MPa en la primera hora, alcanzando los 200 MPa a las 24 horas, y aumentando durante varios días hasta alcanzar los 300 MPa después del mes.

Muy similar al reportado en la dentina humana (297 ± 24 MPa).³⁶

1.3.2.5 Fuerza de unión con otros materiales

La colocación de restauraciones como resinas sobre Biodentine debe retrasarse hasta por 2 semanas para permitir el fraguado completo y poder resistir las fuerzas de contracción de la resina compuesta.³⁴

Los sistemas adhesivos no han mostrado diferencias significativas, pero los adhesivos autograbantes de 2 pasos han exhibido mayor fuerza de unión con



Biodentine en comparación con los sistemas adhesivos de autograbado de 1 paso y los de grabado total.⁴⁰

1.3.2.6 Radiopacidad

El radio opacificador de Oxido de Zirconio presente en Biodentine, tiene una radiopacidad menor a los 3mm Al, según lo establecido por la norma ISO 6876: 2012, por lo que no proporciona una radiopacidad adecuada. Mostrando 2.79 mm Al utilizando radiografías convencionales digitales. Por lo que (Ochoa-rodríguez y Col., 2019) recomiendan la adición de 15% de Oxido de zirconio en lugar del 5% para mejorar su radiopacidad.⁴¹

1.3.2.7 Citotoxicidad

Ha demostrado no ser citotóxico cuando se evaluó en fibroblastos cultivados del ligamento periodontal, comprobando ser biocompatible.(Escobar-García y Col., 2016).⁴²

1.3.2.8 Biocompatibilidad

En estudios evaluando la viabilidad celular y expresión de marcadores de osteogénesis, odontogénesis y angiogénesis por las células madre de la pulpa dental, Biodentine ha reportado que aumenta la expresión de Sialofosfoproteína de dentina al séptimo día y de Fosfatasa alcalina, Osteopontina y Sialofosfoproteína de dentina a los 14 días.

El factor de crecimiento angiogénico también fue expresado del séptimo a catorceavo día, (Youssef y Col., 2019).⁴³ así como el factor TGF igualmente implicado en la angiogénesis, reclutamiento de células progenitoras y diferenciación celular.³²



1.3.2.9 Manipulación

Según las indicaciones del fabricante, es decir, 5 gotas de líquido (con contenido de cloruro de calcio como acelerante de reacción) en la capsula que contiene el polvo y luego se mezclan en un amalgamador durante 30 segundos.³⁵

1.3.2.10 Mecanismo de acción

Induce a la diferenciación de células de la pulpa en células similares a odontoblastos propiciando la formación de tejido mineralizado y dentina reparadora.³⁴

1.3.3 Desventajas

1.- La contaminación con saliva y sangre aumenta el tiempo de fraguado en 1 ± 6.52 min y 16 ± 8.21 min.⁴⁴

2.- En estudios de inmersión se observó que Biodentine se decoloró significativamente mayor en clorhexidina en comparación con NaOCl.³⁰

1.3.4 Ventajas

1.- Biodentine puede mantenerse estable hasta por 6 meses y exhibir menor decoloración que ProRoot MTA.⁴⁵

2.- Biodentine no se decolora cuando se colocaron las muestras en un ambiente sin oxígeno en presencia de luz como lo que ocurre con el MTA.



1.4 Caries profunda

La caries dental es uno de los problemas de salud pública generalizada a nivel mundial, es una enfermedad que puede causar graves secuelas de salud tanto a nivel bucal como en el resto del cuerpo humano, afectando la calidad de vida de las personas.⁴⁶

Caries profunda se define según la Sociedad Europea de Endodoncia como caries que llega al cuarto interno de la dentina, pero con una zona de dentina dura o firma entre la caries y la pulpa, que se detecta radiográficamente cuando se localiza en una superficie interproximal u oclusal y existe riesgo de exposición pulpar durante el tratamiento operatorio.^{47,48}

El estudio (Ricucci y Col., 2020) sobre la excavación selectiva de la dentina, demuestra la gran cantidad de bacteria que se dejan al no eliminar toda la caries, pudiendo incluso invadir la dentina terciaria, así como las células inflamatorias en el tejido pulpar, por lo que la eliminación completa del tejido carioso es de suma importancia para tener éxito en los tratamientos dentales, que van desde una obturación pequeña a una profunda, que pueda incluir recubrimiento pulpar tanto directo como indirecto, por tal motivo si las bacterias llegan al tejido pulpar no habrá marcha atrás con la invasión bacteriana, y se debe considerar realizar tratamientos quizá posiblemente menos conservadores como pulpotomías, para poder preservar la vitalidad pulpar radicular y con esto evitar dejar bacterias en la dentina, que posiblemente con el paso del tiempo se corra el riesgo de que migren al tejido pulpar.⁴⁹

En las lesiones cariosas profundas se han identificado bacterias anaerobias y / o lactobacillus tanto en recuentos bajos como altos. En las lesiones con recuentos bajos de lactobacilos se observaron cocos grampositivos o Prevotella intermedia dominando las muestras, siendo responsables la Prevotella de subproductos como el amoniaco (inductor del dolor más potente) que es sensible al calor.



Los estreptococos altos con lactobacillus bajos inducen a la secreción de citoquinas pro inflamatorias que liberan mediadores inflamatorios que sensibilizan a las fibras C, responsables del dolor prologado en las pruebas de sensibilidad al calor.

Una caries profunda con altos lactobacilos induce a citocinas antiinflamatorias como la IL-10 y sus subproductos de ácidos orgánicos que tienen un efecto supresor a las pruebas de sensibilidad, por lo que en ocasiones dientes con caries profundas vitales no responden a las pruebas al frío o calor.

(Hahn y Col., 2007) Refieren que con 2mm de dentina sana puede proporcionar protección para una rápida recuperación de la pulpa dental.⁵⁰

La AAE recomienda el uso de detectores de caries para unificar el estándar de eliminación de tejido carioso, como un complemento útil en la práctica clínica, basándose en primera instancia en eliminar toda la dentina infectada, sin importar si se comunica con el tejido pulpar.⁵¹

1.5 Terapia pulpar vital (TPV)

Tratamiento dental que incluye recubrimiento pulpar directo e indirecto y pulpotomía parcial y total, utilizando materiales hidráulicos a base de silicatos tricálcicos que protejan o cubran la pulpa, para la posterior preservación del tejido pulpar in situ, ya sea parcial o totalmente al nivel de los orificios de los canales radiculares, y así estimular la formación de tejido mineralizado como barrera natural,⁵² estimulando a la pulpa a regenerar el complejo dentino pulpar (dentina terciaria)⁵³ y preservar el diente en su posición final en el arco maxilar o mandibular,⁵⁴ debido a los componentes del tejido pulpar, las células madre de la pulpa dental implicadas en el proceso de reparación y por ende de los del tratamiento de terapia pulpar vital.⁵⁵

Actualmente muchos dientes con caries profundas son tratados después de una comunicación pulpar o condición inflamatoria irreversible a la extirpación de la pulpa y consecuente tratamiento de conducto radicular, pero muchas veces sin realizar pruebas previas de sensibilidad pulpar, basándose exclusivamente en la



interpretación radiográfica e informe del paciente, perdiendo la oportunidad de conservar dicho órgano dental vital, por presentar una favorable respuesta de reparación pulpar y desconocer dicho dato sobre la pulpa.

Además, se sabe que los dientes desvitalizados y con tratamiento de conductos tienen mayor incidencia de fractura radicular ya que la carga masticatoria es mayor que en un diente vital para poder registrar la respuesta propioceptiva, y en ocasiones los tratamientos de conductos no son realizados por especialistas corriendo el riesgo de presentar perforaciones, malas obturaciones, poca desinfección, etc.

La inflamación solo radica por debajo de la exposición cariosa en la región coronal y en la región radicular la pulpa se encuentra normal y desinflamada. Y cuando ambas están afectadas es porque la extirpación de caries fue en una etapa tardía del proceso de enfermedad de la caries.

Por lo que la vitalidad pulpar se puede conservar, eliminando solo el tejido infectado, y utilizando cementos hidráulicos a base de silicatos tricálcicos para aumentar considerablemente el éxito de la terapia pulpar vital. Como menciona (Witherspoon, 2008) en su artículo la terapia pulpar vital se puede dividir en dos fases:

- I. Se elimina el tejido enfermo y contaminado con bacterias.
- II. Se establece un entorno que prevendrá la contaminación bacteriana futura.⁵⁶

Los signos y síntomas clínicos no siempre se relacionan con el estado histopatológico, por lo que dientes diagnosticados con pulpitis irreversible pudieran ser candidatos para un procedimiento de terapia pulpar vital, aunque sigue siendo un tema controvertido, pero varios estudios ya respaldan su aplicación, y sigue siendo un tema de investigación.^{51, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67}

Anteriormente el éxito de TPV tenía un pronóstico bajo y se desaconsejaba su práctica, pero actualmente gracias a los nuevos materiales a base de silicato tricálcico el éxito ha aumentado, en la TPV se llegó a usar materiales con formaldehído, fenoles etc., para momificar la pulpa pero con resultado a corto plazo,



llegando a causar daños como reabsorciones internas y obliteración de los conductos radiculares, así como los posibles daños sistémicos y carcinogénicos.

Actualmente se debe de evaluar el pronóstico a largo plazo y la capacidad de restaurar el órgano dental para evitar la filtración bacteriana y por consiguiente la contaminación del tejido pulpar. Un diagnóstico preciso antes del tratamiento, la técnica para eliminar la caries, el estado inflamatorio del tejido pulpar, los materiales que estarán en contacto con el tejido pulpar, el uso de técnicas de asepsia, la restauración definitiva y un seguimiento a largo plazo son factores importantes para determinar el éxito del tratamiento, ya que si un paciente refiere que no podrá estar acudiendo a citas para controles, el tratamiento no se recomienda, y se optara por realizar el tratamiento de conductos convencional.⁶⁸

(Çalışkan, 1995.) Demostró que la afectación periapical no excluía a los dientes permanentes con caries diagnosticados con pulpitis reversible para el tratamiento de terapia pulpar vital, realizando en su estudio pulpotomías completas a 26 dientes con caries y afectación periapical radiográfica, utilizando Hidróxido de calcio, demostrando que a los 16-72 meses, 24 de los dientes habían formado puentes de dentina y resolución periapical, asociada a una inflamación neurogénica.⁶⁹

Así mismo se sabe que la formación de periodontitis apical alrededor de un diente con pulpitis es signo solo de inflamación y no de infección.^{70, 71}

La tasa de éxito a largo plazo se observó mayormente en dientes con restauraciones coronales duraderas ya que un buen sellado coronal previene la microfiltración de bacterias, las que pueden provocar una degeneración posterior de la pulpa.⁵¹ Se recomienda retrasar la restauración definitiva hasta por 6 semanas para dar tiempo suficiente a posibles complicaciones postoperatorias.

Los fracasos clínicos tempranos pueden ser multifactoriales, pero casi siempre están relacionados con un diagnóstico pulpar inicial inadecuado desencadenando en dolor espontáneo a los días o semanas de la terapia pulpar.⁷²



La terapia pulpar vital tiene una alta tasa de éxito si se cumplen con ciertos criterios:

- Selección del caso
- Planificación del tratamiento
- La pulpa no está inflamada
- La hemorragia se controla adecuadamente
- Aplicación de materiales a base de silicatos tricálcicos
- Restauración definitiva post tratamiento.^{73, 74}

1.5.1 Limitaciones:

1.5.1.1 Diagnóstico.

No se puede diagnosticar de manera predecible el estado inflamatorio de la pulpa afectada, basándonos únicamente en las pruebas de sensibilidad pulpar, ya que no podemos conocer el estado histopatológico de la pulpa.⁷⁵

1.5.1.2 Edad y dolor preoperatorio.

(Tan y Col., 2020) Los resultados encontrados en su estudio revelan que la edad no es limitante para realizar la terapia pulpar, pero el dolor preoperatorio si fue un factor pronóstico para el fracaso a corto plazo, por lo que la terapia pulpar se debe limitar en adultos a dientes asintomáticos. Ya que la edad cronológica no siempre refleja la edad fisiológica.^{57, 75, 76}

(Lipski y Col., 2018) demostraron en su estudio que hubo mayor fracaso en el tratamiento de recubrimiento pulpar directo con Biodentine en paciente mayores de 40 años.⁷⁷

1.5.1.3 Estado de la pulpa.

Una pulpa que sangra continuamente y no hace hemostasia contraindicaría la TPV.⁶⁸



1.5.1.4 Desplazar bacterias, chips de dentina.

Puede ser perjudicial para la cicatrización y éxito de la TPV.

Tratamientos incluidos en la terapia pulpar vital:

1.5.2. Recubrimiento pulpar directo

Se realiza cuando se produce una exposición pulpar, con el fin de reducir riesgos de infección o mayor daño a la pulpa. No necesariamente exposición mecánica o traumática si no también cariosa.⁷⁸

Siempre debe haber ausencia de signos y síntomas de degeneración pulpar, porque lo que se desea que la pulpa tenga la capacidad de formar una matriz similar a la dentina y reparar el tejido afectado preservando la vitalidad de la pulpa dental, colocándose de manera directa sellando la herida pulpar con un material a base de silicatos tricálcicos sobre la exposición mecánica o traumática,^{79,80} por lo tanto Biodentine y MTA son materiales de primera elección porque brindan alta biocompatibilidad, efecto odontogénico, baja respuesta inflamatoria y angiogénesis.

81

La ventaja al realizar este tratamiento es que la pulpa cameral tiene gran perfusión sanguínea, y alta capacidad ante agresiones por lo que puede sanar.⁸² El límite de la exposición pulpar se considera hasta de 1.5mm. Su principal objetivo es evitar el tratamiento de conductos o por lo menos posponerlo hasta que haya sintomatología.⁵

1.5.2.1 Indicaciones:

- Órganos dentales diagnosticados con pulpitis reversible, así como presentar dentina sana rodeando la exposición pulpar.
- Pulpa vital
- Hallazgos radiográficos normales.
- Presentar un sangrado rojo, sin áreas amarillentas o ausencia del mismo, con una hemostasia de 2-3 minutos



-No desplazar chips dentinarios dentro de la pulpa. ⁸³

1.5.2.2 Contraindicaciones:

- Dolor espontáneo.
- Evidencia de patología pulpar o periapical.
- Tracto sinuoso.
- Calcificaciones pulpares.
- Hemorragia que no ceda a la compresión.
- Sin hemorragia u áreas amarillentas. ⁶⁵

1.5.2.3 Técnica:

- 1.- Eliminar toda la caries periférica antes de la caries profunda.
- 2.- Controlar la hemorragia con una bolita de algodón estéril.
- 3.- Desinfectar la cavidad y lavar con agua esteril.
- 4.- Colocar el material a base de silicatos tricálcicos directamente sobre la exposición.
- 5.- Cubrir el recubrimiento con ionómero y después restaurar definitivamente. ⁵⁴

1.5.3. Recubrimiento pulpar indirecto

Procedimiento que consiste en dejar una pequeña cantidad de dentina dura y firme cerca de la pulpa en una cavidad profunda para evitar la comunicación pulpar, con materiales biocompatibles a base de silicatos tricálcicos para estimular la recuperación del tejido pulpar, se deberá contar con sintomatología de pulpitis reversible, formándose después un tejido mineralizado de cicatrización y subsecuente disminución de la cantidad de microorganismos debido a que aún se cuenta con la capacidad de defensa del tejido pulpar. ⁵⁴.



1.5.3.1 Indicaciones

- Pulpa vital
- Hallazgos radiográficos normales
- Sin antecedente de dolor espontáneo, persistente o intenso.

1.5.3.2 Contraindicaciones.

- Síntomas de dolor espontáneo.
- Presencia de tracto sinuoso o evidencia radiográfica de patosis pulpar o periradicular.
- Exposición pulpar.
- El diente requiere restauración extensa.

1.5.3.3 Técnica:

- 1.- Retirar toda la caries sin exponer la pulpa, o dejar dentina afectada sin exponer el tejido pulpar.
- 2.- Desinfectar la cavidad con hipoclorito de sodio al 2.5% durante 1 minuto y lavar con agua esteril.
- 3.- Colocar el material a base de silicatos tricálcicos sobre la dentina cerca del tejido pulpar.
- 4.- Colocar restauración definitiva.⁵⁴

1.5.4.- Pulpotomía

Se realiza una extirpación de una parte de la pulpa, siendo la porción coronal la mayormente afectada, conservado el resto de pulpa en los conductos radiculares permitiendo su vitalidad y función normal. ^{84,85} Puede ser parcial o total.



1.5.4.1 Pulpotomía Parcial:

Extracción de una pequeña porción de la pulpa coronal, conservando el resto de tejido pulpar coronal vital colocando un material a base de silicatos tricálcicos directamente sobre el tejido pulpar antes de una restauración permanente, también se le conoce como pulpotomía Cvek. Si no se encuentra tejido pulpar sano o que no se pueda lograr la hemostasia después de un tiempo razonable, se vuelve a retirar una capa más de tejido pulpar y se coloca la herida más apicalmente, en caso de que aún no se controle la hemostasia se repite el paso anterior hasta llegar a las características óptimas de un tejido pulpar sano, pudiendo convertirse en pulpotomía total.^{86, 87}

Las ventajas de la pulpotomía parcial es conservar el tejido pulpar coronal ya que es rico en células y mejora la deposición de dentina en el área cervical.⁸⁸

1.5.4.2 Pulpotomía total:

Remoción total de toda la pulpa coronal, conservando solo la porción radicular. Aplicando un material a base de silicatos tricálcicos directamente sobre el tejido pulpar al nivel de los orificios del conducto radicular.^{47, 54.}

Con esto se desea mantener la vitalidad pulpar siempre que sea posible y que los procedimientos de curación de la pulpa induzcan a la formación de dentina terciaria o tejido mineralizado parecido a dentina.

Su principal ventaja consiste en que es un procedimiento que se puede realizar en un periodo de tiempo más breve y en una sola cita, en comparación con el tratamiento de conducto radicular, que anteriormente estaba estipulado por la guía de endodoncia clínica de la AAE que solo era un procedimiento de emergencia o provisional en lo que se podía lograr el tratamiento de conducto radicular^{89, 90, 91}



1.5.4.2.1 Indicaciones:

- Dientes vitales con caries profundas.
- Diente que responda positivamente a las pruebas de sensibilidad pulpar.
- Hallazgos radiográficos normales.
- Hemorragia controlada.
- Diente restaurable.

1.5.4.2.2 Contraindicaciones:

- Dolor espontáneo.
- Evidencia de patología periapical.
- Calcificaciones en la cámara pulpar.
- Hemorragia que no ceda a la compresión.
- Evidencia de tracto sinuoso.

1.5.4.2.3 Técnica:

- 1.- Retirar toda la lesión cariosa.
- 2.- Con fresa de bola estéril o cucharilla afilada amputar la pulpa coronal.
- 3.- Aplicar presión con bolita de algodón estéril sobre la hemorragia pulpar.
- 4.- Desinfectar la herida pulpar y la cavidad con hipoclorito de sodio, con concentraciones diluidas o directamente de la botella y lavar con agua esteril.
- 4.- Colocar material a base de silicatos tricálcicos mínimo 2mm de espesor. ⁶¹



5.- Restaurar con material definitivo el órgano dental.⁵⁴

Así mismo, la presencia de síntomas dolorosos no siempre indica que la pulpa no sea capaz de repararse, por lo que las lesiones cariosas profundas no están siempre asociadas a un patrón irreversible de lesión pulpar, ya que la degeneración pulpar como se sabe puede avanzar lentamente desde la porción coronal hacia apical, siempre y cuando no existan presencia de cambios radiográficos o indicios de una lesión periapical. Por lo que se definirá como caries profunda a aquella que ha penetrado tres cuartas partes de todo el espesor de la dentina cuando se evalúa radiográficamente según Bjørndal.⁹²

Se considera que la terapia pulpar en dientes permanentes sintomáticos con exposición a caries, en específico dientes jóvenes, pueden ser tratados con estos procedimientos como una alternativa al tratamiento de conductos radiculares.⁹³

Desde el punto de vista histológico, el tiempo que se estima para la formación de una barrera de tejido duro debajo de los materiales varía considerablemente, y en la mayoría de los estudios el tiempo notificado es de 30 a 42 días.⁹⁴



2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene la finalidad de analizar varios estudios, donde se realicen tratamientos de terapia pulpar vital en dientes permanentes con caries, esto se realiza con el propósito de conocer la efectividad de los tratamientos efectuados con materiales hidráulicos a base de silicatos tricálcicos, específicamente Biodentine y Trióxido Mineral Agregado.

Actualmente los dientes son afectados principalmente por la caries, y esta puede avanzar hasta la dentina provocando desmineralización y consigo cavidades profundas dando como resultado pérdida de estructura e inclusive la necrosis del tejido pulpar. Como tratamiento de primera elección para solucionar dicho problema es someter el diente a una endodoncia. Con la endodoncia se pierde las funciones de la pulpa las cuales son nutrición, formación, reparación, etc. El principal objetivo de nuestra investigación es demostrar la efectividad de la terapia pulpar vital como alternativa viable para mantener la vitalidad pulpar y por ende las funciones del diente.

El recubrimiento pulpar directo, indirecto y pulpotomía son algunas de las opciones que puede tener el endodoncista para conservar la vitalidad pulpar y evitar el tratamiento de conducto radicular. De aquí la importancia del estudio de estos materiales hidráulicos a base de silicatos tricálcicos para confirmar, a través del análisis, su porcentaje de efectividad y éxito, ya que esto podría representar un avance importante en una alternativa viable y menos invasiva para los pacientes que presenten dicho padecimiento, brindándoles una vida más larga a su órgano dental, y con esto postergar la endodoncia por un tiempo.

Actualmente contamos con muchos materiales en el área odontológica para tratar una lesión cariosa, pero no todos brindan los mismos beneficios al órgano dental, por lo que estos materiales llamados también hidráulicos o bioactivos tienen la capacidad de aumentar la proliferación, migración y adhesión celular de la pulpa,



y trae consigo la reparación de estructura dental dañada con la formación de un tejido mineralizado duro.

Por lo que se pretende ampliar la información y conocimiento para contribuir mayormente a poner en práctica los tratamientos de la terapia pulpar vital tanto en endodoncistas como en odontólogos generales, ya que esto contribuirá en disminuir la cantidad de horas de tratamiento, ser más conservadores con la estructura dental y pulpar, y en caso de fracaso optar por el tratamiento de conducto radicular.

Con esta información se pretende plasmar los resultados de la terapia pulpar vital y su pronóstico a largo plazo.



3 OBJETIVO GENERAL

Comparar la efectividad de Biodentine y MTA en la terapia pulpar vital en dientes permanentes con lesiones cariosas profundas según estudios clínicos en la literatura.



4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Conocer la eficacia de los materiales Biodentine y MTA.
- 2.- Entender la forma correcta en que se deben aplicar, para evitar posibles fallas.
- 3.- Demostrar la protección que tienen Biodentine y MTA en la pulpa de agresiones como la caries dental.
- 4.- Comprobar su biocompatibilidad o citotoxicidad en el cuerpo humano.
- 5.- Corroborar su eficacia en tratamientos de lesiones cariosas profundas.
- 6.- Disminuir casos clínicos con lesiones cariosas profundas que se remitan a endodoncia.
- 7.- Obtener resultados para demostrar si es factible o no la terapia pulpar vital en lesiones cariosas profundas.



5 METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio: Investigación de tipo Descriptiva

5.2 Diseño de estudio: Revisión de la literatura

5.3 Población de estudio o muestra: Artículos publicados relacionados con investigaciones experimentales acerca de Terapia pulpar Vital en órganos dentales permanentes con caries profundas.

5.4 Lugar de realización: La presente investigación se llevó a cabo durante los años 2020-2022, en el Posgrado en Estomatología con opción en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en la Cd. de Chihuahua, Chihuahua, México.

5.5 Criterios de selección:

CRITERIOS

INCLUSIÓN:

Se incluyeron estudios de ensayos clínicos que realizaran tratamientos de terapia pulpar vital (recubrimiento pulpar directo, indirecto y pulpotomía) la mayoría son controlados aleatorizados, utilizando materiales dentales como Biodentine y MTA en dientes permanentes con caries durante un mínimo de 12 meses de seguimiento.

EXCLUSIÓN:

Se excluyeron revisiones sistemáticas o metaanálisis, investigaciones teóricas, investigaciones en animales, estudios controlados aleatorizados que no incluyeran dientes permanentes con caries o las palabras claves de búsqueda.

5.6 Operación de las variables:

- Variable independiente: Lesiones cariosas profundas
- Variable dependiente: Remineralización de dentina y conservación de vitalidad pulpar

5.7 Métodos:

Se realizó una búsqueda electrónica en fuentes de información utilizando bases de datos como: Pubmed, Cochrane library y scienceDirect, con estudios publicados hasta 2017, utilizando operadores booleanos como AND con las palabras claves: "Dental Pulp Capping", "Pulpotomy" AND "mineral trioxide aggregate", "Biodentine" AND "Dentition, Permanent".

Las referencias de los artículos se revisaron manualmente leyendo el título, resumen o el artículo completo para saber si correspondía y sería incluido en la revisión, se formuló la estrategia de investigación siguiendo los lineamientos PICO

P: Población: Dientes permanentes jóvenes con caries profundas que involucran la pulpa coronal.

I: Intervención: Dientes con tratamientos de terapia pulpar vital.



C: Comparación: terapia pulpar vital usando Biodentine o MTA.

O: Resultados: éxito clínico a largo plazo de los diferentes tratamientos que incluye la TPV.

5.8 Aspectos éticos:

En la presente investigación se reclutaron artículos de diferentes autores siendo de estudios experimentales en pacientes con caries profundas en órganos dentales permanentes, todos ellos con una previa carta de consentimiento informado y debidamente referenciada cada bibliografía.

6 RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda bibliográfica obtuvieron un total de 86 artículos en las diferentes bases de datos utilizando el operador booleano AND. De los cuales se seleccionaron 15 estudios clínicos que incluían tratamientos de terapia pulpar vital, en dientes permanentes con caries y que utilizaran Biodentine o MTA.

De la búsqueda de 86 artículos 29 fueron repetidos, 5 se realizaban en dientes inmaduros o dientes con fracturas, 12 eran revisión de la literatura, sistemática o metaanálisis, 7 fueron experimental o reportes, 7 hablaban de acerca de los materiales u otros materiales hidráulicos, 3 estuvieron incompletos, 3 no eran ensayos controlados, 3 realizaban comparaciones con el tratamiento de conducto radicular y 2 presentaban una muestra pequeña. Fig 1.

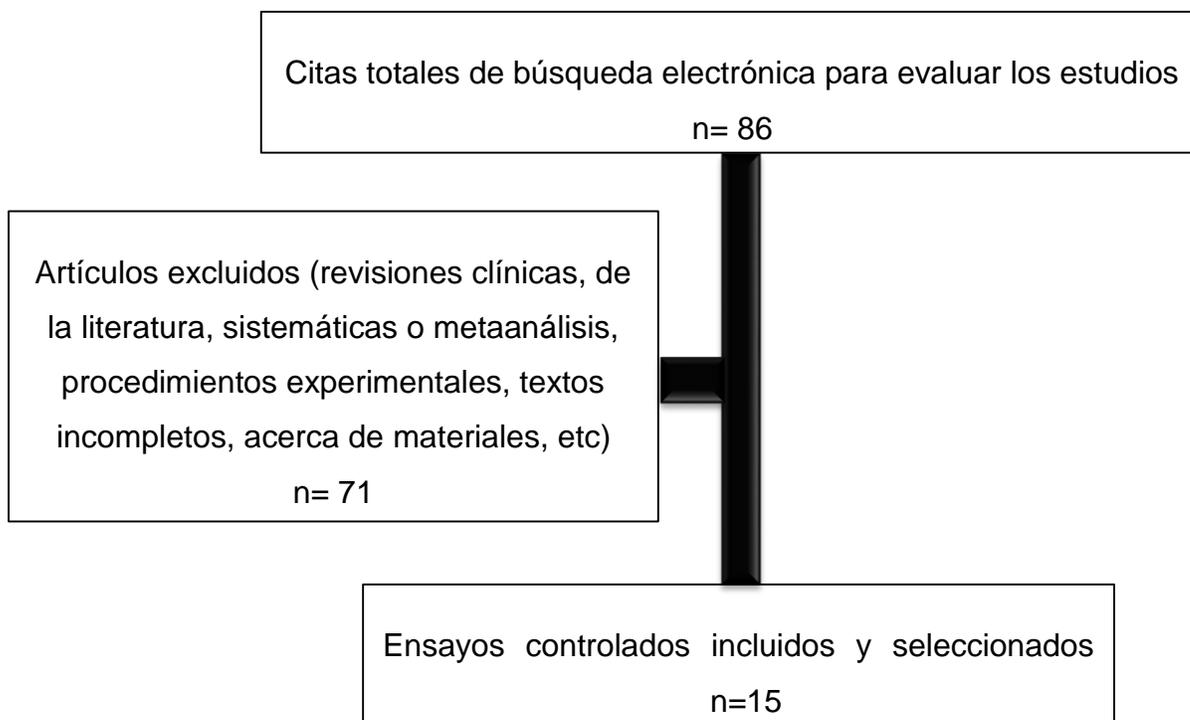


Fig. 1. Diagrama de flujo de selección de estudios

Todos los estudios incluidos informaron resultados clínicos y radiográficos de seguimiento mínimo de 12 meses de los diferentes tratamientos de la terapia pulpar vital tanto como de éxito o fracaso. Se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Estudios de terapia pulpar vital en pacientes con caries en dientes permanentes usando Biodentine y MTA

Autores	Rango edad	Seguimiento en meses	Muestra Inicial*	Px. Perdidos**	Muestra Final***	Material	Diagnóstico	Tratamiento	Éxito %
Brizuela y Col. 2017 ⁵	11	12m	56	34	22	MTA	P.R	RPD	86.4
			60	35	25	BD			100
Kang y Col. 2017 ⁸⁸	6 a 68	12m	104	26	78	MTA	P.R	PP	94.9
Katge. 2017. ⁵³	7 a 9	12m	58	16	21	MTA	P.R	RPD	100
					21				BD
Linsuwanont y col. 2017 ⁷¹	7 a 68	62m	66	11	55	MTA	P.I	PT	87.3
Linu y Col. 2017 ⁹⁵	15 a 30	18m	15	2	13	MTA	P.R	RPD	84.6
			15	2	13				BD
Taha y Col. 2017 ⁶⁶	20 a 52	28m	27	1	26	MTA	P.I	PP	84.6
Awawdeh y Col. 2018 ⁶⁴	16 a 51	36m	34	2	27	BD	P.R- P.I	PP	81.48
			34	4	27				MTA
Lipski y Col. 2018 ⁷⁷	11 a 79	18m	112	26	86	BD	P.R	RPD	82.6
Parinyaprom y Col. 2018. ⁷⁸	06 a 18	54m	30	3	27	MTA	P.R-P.I	RPD	92.6
			29	1	28				BD
Taha y Col. 2018. ⁹³	9 a 17	12m	20	0	20	BD	P.I	PT	95.0
Taha y Col. 2018. ⁹⁶	19 a 69	12m	64	4	60	BD	P.I	PT	98.3
Suhag y Col. 2019 ¹³	15 a 40	12m	32	5	27	MTA	P.R	RPD	96.3
Uesrichai y Col. 2019 ⁸¹	6 a 18	35m	37	0	37	MTA	P.I	PP	91.9
			32	2	30				BD
Tan Y Col. 2020 ⁵⁷	21 a 75	60m	61	6	55	BD	P.R	PP	71
Asgary. 2022 ⁶¹	14 a 60	24m	55	4	51	MTA	P.I	PT	100

P.R: Pulpitis reversible, P.I: Pulpitis irreversible, RPD: Recubrimiento pulpar directo, PP: Pulpotomía parcial, PT: Pulpotomía total. BD: Biodentine, MTA: Trióxido Mineral Agregado.

**Se refiere a la cantidad de dientes incluidos.*

***Se refiere a los pacientes que no acudieron al seguimiento y no fueron incluidos.*



*** Es el resultado de la diferencia entre la muestra inicial y los pacientes perdidos, siendo los dientes que iniciaron y terminaron el tratamiento.

Por lo que Biodentine tiene una tasa aproximada de éxito en RPD del 82.6%⁷⁷ al 100%^{5,53}. En PP el éxito se encuentra entre 71%⁵⁷ al 86.7%⁸¹ y la PT tiene un éxito que va desde el 95%⁹³ al 98.3%.⁶⁷

MTA en el RPD tiene una tasa de éxito que va desde el 84.6%⁹⁵ al 100%⁵³, en PP de 84.6%⁶⁶ al 94.9%⁸⁸ y en PT el éxito oscila entre 87.3%⁷¹ al 100%⁶¹.

Con ambos materiales la pulpotomía parcial es el tratamiento con menos porcentaje de éxito, en segundo lugar, el recubrimiento pulpar y con mayor éxito la pulpotomía total.

Referente al diagnóstico inicial del diente el éxito no se ve afectado si es pulpitis reversible e irreversible, por lo que dientes con ambos diagnósticos pueden ser tratados con terapia pulpar vital conforme los resultados obtenidos en esta investigación.

Tanto Biodentine como MTA presentaron resultados similares en los diferentes tratamientos de la terapia pulpar vital, teniendo ligeras diferencias conforme al tiempo de seguimiento ya que a mayor tiempo de seguimiento, el porcentaje de éxito fue disminuyendo y se mostraron seguimientos desde 12 meses hasta 5 años, donde en muchos dientes se cumplió con la finalidad de la terapia pulpar vital, la cual fue postergar la realización del tratamiento de conductos y se conservó la vitalidad pulpar por un periodo de tiempo largo.



7 DISCUSIÓN

Según los diferentes estudios el éxito de la TPV oscila entre 71%⁹⁶ al 100%^{5,61,53}, dependiendo de varios factores como procedimiento realizado, material utilizado, restauración protésica, tiempo de seguimiento, entre otros.

Por lo que la TPV es un tratamiento alternativo al tratamiento de conducto radicular con previa planeación, seleccionando el caso y con experiencia en el conocimiento de distinguir una pulpa sana de una pulpa inflamada.

El uso de materiales hidráulicos a base de silicatos tricálcicos hoy en día son los materiales de primera elección para este tipo de tratamiento por encima de cualquier otro material, debido a su capacidad de formar un puente de tejido duro mineralizado tanto en estudios clínicos en animales y humanos, y preservar la vitalidad y el micro ambiente vascular pulpar.

MTA y Biodentine muestran resultados comparables ya que comparten propiedades biológicas, químicas y físicas en común, siendo la única diferencia que Biodentine es más fácil de manejar y con un fraguado más rápido que MTA, aunque su inconveniente es la radiopacidad, pero ambos son materiales indicados para la TPV.^{48,61}

Las tasas de éxito de la terapia pulpar vital disminuyen conforme transcurren los meses del seguimiento, que puede ir desde un 86% al 100%^{5,61,53}, el primer año y disminuir al 82.6%⁷⁷ el segundo año, y el tercer año a 71%⁵⁷ pudiendo ser por la falta de un buen sellado coronal u otros aspectos, por lo que es de suma importancia realizar restauraciones duraderas con buen sellado marginal para aumentar el éxito del tratamiento y tomar en consideración las citas de seguimiento para la evaluación del estado pulpar y el sellado de la restauración. ^{48,61,76}

Diferentes estudios han demostrado que los tiempos para la hemostasia y las soluciones de lavado de la comunicación pulpar no influyen en el éxito de la TPV. ⁶¹



Y tener en claro que un diente con pulpotomía no revelará la vitalidad del diente ya que las pruebas de sensibilidad pulpar como el frío no responderán de manera positiva.

La tasa general de éxito entre los materiales tiene un promedio del 88.8% para Biodentine y 91.1% para MTA, pero no es significativa la diferencia ya que ambos materiales promueven la vitalidad y biocompatibilidad con el cuerpo humano.

78

Referente a la edad de los pacientes en estudios donde se realizaron rangos de edades con pacientes jóvenes que van desde 7 a 18 años, ^{93, 78, 53} el porcentaje de éxito en promedio fue del 94%, y en estudios donde el rango de edad fue más amplio desde los 6 a 75 años el porcentaje de éxito en promedio fue de 88%, por lo que como se ha mencionado anteriormente la pulpa joven es más amplia y vascularizada y el éxito es mayor, mientras que en los adultos es una desventaja por el simple hecho de la deposición de dentina secundaria y reducción de la cámara pulpar. Pero independientemente de la edad el organismo cuenta con un sistema inmune que puede protegernos sin importar la edad del paciente y por ende conservar la vitalidad y el diente con más estructura dental remanente.

La terapia pulpar para dientes con caries sigue siendo una de las áreas más controvertidas en odontología. Sin diagnóstico claro no existe indicación o método terapéutico para tratar dichos órganos. Como en el estudio de Taha y col. ⁵⁷ se demuestra que a pesar de tener un diagnóstico de pulpitis reversible el éxito a largo plazo disminuirá (71%), pero a pesar de eso, sigue siendo un porcentaje de éxito alto para poder ofrecer este tipo de alternativas al tratamiento de conducto.



8 CONCLUSIONES

Es de gran importancia preservar la vitalidad y la salud de la pulpa expuesta en lugar de reemplazarla con un material de obturación de raíces después de la exposición pulpar. Una pulpa vital y funcional es capaz de iniciar mecanismos de defensa inmune para proteger de la colonización bacteriana. Por lo que la terapia pulpar vital es recomendada en dientes permanentes con caries profundas.

1.- La TPV es mínimamente invasiva con la estructura dental y en conjunto con materiales a base de silicatos tricálcicos, como Biodentine y MTA protege el complejo dentino pulpar, siempre y cuando el órgano dental al momento de realizar el tratamiento cumpla con las características ideales de vitalidad para ser tratado, ya que como se mencionó anteriormente una pulpa avascular o hiperémica no es indicada para realizar este tratamiento, así como también es recomendable retirar toda la caries infectada, aunque se realice una comunicación pulpar.

2.- El éxito clínico se considera con ausencia de signos y síntomas de patología pulpar o periapical, sin inflamación intra o extraoral, ausencia de tracto sinuoso o movilidad anormal. El éxito radiográfico es con ausencia de rarefacciones apicales, reabsorciones internas o externas u obliteración del conducto

3.- Es de suma importancia que los pacientes a quienes se les realice TPV deben estar en seguimientos, por lo tanto, deben ser pacientes cooperadores de lo contrario no será indicado realizar el tratamiento.

4.- Al observar los resultados obtenidos en este estudio, se puede determinar que la terapia pulpar vital es un tratamiento recomendable en órganos dentales tanto con diagnóstico de pulpitis reversible como pulpitis irreversible.

5.- Se determinó que la edad del paciente no es un factor que este asociado al éxito de la TPV, por lo cual está indicada también en pacientes adultos.



6.- Aún hay una discrepancia entre el diagnóstico clínico e histológico por lo que sería ideal poder determinar el diagnóstico real de un diente, para tratarlo con certeza y no tener fracasos a corto o mediano plazo, desarrollando nuevas investigaciones o técnicas para saber el estado actual de la pulpa por lo que sería un tema interesante de nueva investigación.



9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Goldberg M, Kulkarni A, Young M, Boskey A. Dentin: structure, composition and mineralization. *Front Biosci (Elite Ed)*. 2011; 3(2):711-35
- 2.- Rosa W, Piva E, Silva A. Disclosing the physiology of pulp tissue for vital pulp therapy. *Int Endod J*. 2018; 51(8): 829-846.
- 3.- Ricucci D, Loghin S, Lin L, Spångberg L, Tay F. Is hard tissue formation in the dental pulp after the death of the primary odontoblasts a regenerative or a reparative process? *Journal of Dentistry*. 2014. 42(9); 1156–1170.
- 4.- Gómez de Ferraris M. Campos Muñoz A. *Histología y Embriología Bucodental*. 2ª Ed. Editorial Medica Panamericana. 2002. Pag 237- 269
- 5.- Brizuela C, Ormeño A, Cabrera C, Cabezas R, Silva C, Ramírez V y Col. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 2017; 43(11):1776–80
- 6.- Torabinejad M, Watson T, Pitt T. Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate When Used As a Root End Filling Material. *JOE*. 1993; 19(12). 591-595.
- 7.- Tawil P, Duggan D, Galicia J. MTA: A Clinical Review. *Compend Contin Educ Dent*. 2015; 36(4):247–64.
- 8.- Bakhtiar H, Aminishakib P, Ellini M, Mosavi F, Abedi F, Esmailian S y col. Dental Pulp Response to RetroMTA after Partial Pulpotomy in Permanent Human Teeth. *J Endod*. 2018; 44(11):1692-1696.
- 9.- Laurent P, Camps J, About I. Biodentine induces TGF- β 1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J*. 2012;45(5):439–48.
- 10.- Soni H. Biodentine Pulpotomy in Mature Permanent Molar: A Case Report. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(7):ZD09-ZD11.
- 11.- Mahmoud S, El-Negoly S, Zaen A, El-Zekrid M, Grawish L, Grawish H, y col. Biodentine versus mineral trioxide aggregate as a direct pulp capping material for human mature permanent teeth – A systematic review. *J Conserv Dent*. 2018 ;21(5):466–73.



- 12.- Saghiri M, Asatourian A, Garcia-Godoy F, Sheibani N. Effect of biomaterials on angiogenesis during vital pulp therapy. *Dent Mater J.* 2016; 35(5): 701-709
- 13.- Suhag K, Duhan J, Tewari S, Sangwan P. Success of Direct Pulp Capping Using Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide in Mature Permanent Molars with Pulp Exposed during Carious Tissue Removal: 1-year Follow-up. *J Endod.* 2019; 45(7):840-847
- 14.- Gruythuysen, R, Strijp G, Wu M. Long-term Survival of Indirect Pulp Treatment Performed in Primary and Permanent Teeth with Clinically Diagnosed Deep Carious Lesions. *J Endod.* 2010. 36(9), 1490–1493.
- 15.- Sanz J, Rodríguez F, Llena C, Sauro S, Forner L. Bioactivity of Bioceramic Materials Used in the Dentin-Pulp Complex Therapy: A Systematic Review. *Materials (Basel)* 2019. 12(7). 1-30
- 16.- Ricucci D, Grande N, Plotino G, Tay F. Histologic Response of Human Pulp and Periapical Tissues to Tricalcium Silicate-based Materials: A Series of Successfully Treated Cases. *J Endod.* 2020;46(2):307-317
- 17.- Dammaschke T, Gerth H, Zuchner H, Schafer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater* 2005; 21:731–738.
- 18.- Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod.* 2010. 36(1): 16-27.
- 19.- Torabinejad M, Hong C, McDonald F, Pitt T. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995; 21:349–53
- 20.- Chen S, Shi L, Luo J, Engqvist H. Novel Fast-Setting Mineral Trioxide Aggregate: Its Formulation, Chemical-Physical Properties, and Cytocompatibility. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2018. 10(24): 20334-20341
- 21.- Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod.* 2010; 36(2):190-202
- 22.- Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal R, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Indian J Dent Res.* 2014; 25(6):692-7



- 23.- Yelamali S, Patil A. "Evaluation of shear bond strength of a composite resin to white mineral trioxide aggregate with three different bonding systems"-An in vitro analysis. *J Clin Exp Dent*. 2016;8(3) :273-277
- 24.- Duarte M, Marciano M, Vivian R, Tanomaru M, Guerreiro J, Camilleri J y col. Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz. Oral Res*. 2018;32(suppl):111-118
- 25.- Sarkar N, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2005; 31(2): 97-100
- 26.- Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod*. 2010; 36(3): 400-413
- 27.- Kim S, Kratchman S. *Microsurgery in Endodontics*. 1 ed. USA: Wiley Blackwell; 2018
- 28.- Cervino G, Laino L, D'Amico C, Russo D, Nucci L, Amoroso G, y col. Mineral Trioxide Aggregate Applications in Endodontics: A Review. *Eur J Dent*. 2020; 14(4):683-691.
- 29.- Torabinejad M, Parirokh M, Dummer P. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J*. 2018. 51(3):284-317.
- 30.- Mehta D, Abraham S, Kamble A, Vaswani S, Najan H, Mehta P. Spectrophotometric analysis of the color stability of white mineral trioxide aggregate in contact with four different irrigating solutions - An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2020. 23(4): 377-383.
- 31.- Choi Y, Jang Y, Kim B, Kim J, Kim Y. Pre-application of dentin bonding agent prevents discoloration caused by mineral trioxide aggregate. *BMC Oral Health*. 2020; 20(1): 163.
- 32.- Malkondu Ö, Karapinar M, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int*. 2014; 160951. 1-10
- 33.- Paula A, Laranjo M, Marto C, Abrantes A, Casalta J, Gonçalves A, y col. Biodentine Boosts, WhiteProRoot MTA Increases and Life Suppresses Odontoblast Activity. *Materials (Basel)*. 2019; 12(7): 1184.



- 34.- Dawood A, Parashos P, Wong R, Reynolds E, Manton D. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent*. 2017; 8(2): 1-15.
- 35.- Kusumvalli S, Diwan A, Pasha S, Devale M, Chowdhary C, Saikia P. Clinical evaluation of biodentine: Its efficacy in the management of deep dental caries. *Indian J Dent Res*. 2019; 30(2): 191-195.
- 36.- Raghavendra S, Jadhav G, Gathani K, Kotadia P. Bioceramics in endodontics – a review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017;51(3 Suppl 1):S128–37.
- 37.- Akinci L, Simsek N, Aydinbelge H. Physical properties of MTA, BioAggregate and Biodentine in simulated conditions: A micro-CT analysis. *Dent Mater J*. 2020; 39(4):601-607
- 38.- Kaup M, Schäfer E, Dammaschke T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med*. 2015; 11(1):16
- 39.- Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dental Materials*. 2013; 29(2): e20–e28.
- 40.- Odabaş M, Bani M, Tirali R. Shear Bond Strengths of Different Adhesive Systems to Biodentine. *Scientific World Journal*. 2013. 1-5
- 41.- Ochoa V, Tanomaru M, Rodrigues E, Guerreiro J, Spin R, Faria G. Addition of zirconium oxide to Biodentine increases radiopacity and does not alter its physicochemical and biological properties. *J Appl Oral Sci*. 2019; 27(0). 1-10
- 42.- Escobar D, Aguirre E, Méndez V, Pozos A. Cytotoxicity and Initial Biocompatibility of Endodontic Biomaterials (MTA and Biodentine) Used as Root-End Filling Materials. *Biomed Res Int*. 2016. 1-7
- 43.- Youssef A, Emara R, Taher M, Al-Allaf F, Almalki M, Almasri M, Siddiqui S. Effects of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide, biodentine and Emdogain on osteogenesis, Odontogenesis, angiogenesis and cell viability of dental pulp stem cells. *BMC Oral Health*. 2019; 19(1):133
- 44.- Rajasekharan S, Martens L, Cauwels R, Anthonappa R. Biodentine material characteristics and clinical applications: a 3 year literature review and update. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2018; 19(1):1-22.



- 45.- Valles M, Roig M, Duran F, Martinez S, Mercade M. Color stability of teeth restored with Biodentine: a 6-month in vitro study. *J Endod.* 2015; 41(1): 1157–60
- 46.- Clarkson J, Ramsay C, Ricketts D, Banerjee A, Deery C, y col. Selective Caries Removal in Permanent Teeth (SCRiPT) for the treatment of deep carious lesions: a randomised controlled clinical trial in primary care. *BMC Oral Health.* 2021; 21(1):336
- 47.- Duncan H, Galler K, Tomson P, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, y col. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J.* 2019; 52(7): 923-934.
- 48.- Cushley S, Duncan H, Lappin M, Chua P, Elamin AD, Clarke M, El-Karim I. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2021; 54(4):556-571.
- 49.- Ricucci D, Siqueira J, Rôças I, Lipski M, Shiban A, Tay F. Pulp and dentine responses to selective caries excavation: A histological and histobacteriological human study. *J Dent.* 2020; 100:103430.
- 50.- Hahn C, Liewehr F. Relationships between caries bacteria, host responses, and clinical signs and symptoms of pulpitis. *J Endod.* 2007; 33(3):213-9
- 51.- AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy. *J Endod.* 2021; 47(9):1340-1344.
- 52.- Asgary S, Eghbal M, Fazlyab M, Baghban A, Ghoddusi J. Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clin Oral Invest.* 2014; 19(2), 335–341.
- 53.- Katge F, Patil D. Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Split Mouth Study. *J Endod.* 2017; 43(4):507-513
- 54.- Cohenca N, Paranjpe A, Berg J. Vital pulp therapy. *Dent Clin North Am.* 2013; 57(1): 59-73.
- 55.- Sanz J, Soler A, López S, García D, Rodríguez F, Lozano A y col. Comparative Biological Properties and Mineralization Potential of 3 Endodontic Materials for Vital Pulp Therapy: Theracal PT, Theracal LC, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. *J Endod.* 2021; 47(12):1896-1906.



- 56.- Witherspoon D. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives--permanent teeth. *J Endod.* 2008; 34(78):25-8
- 57.- Tan S, Yu V, Lim K, Tan B, Neo C, Shen L, Messer H. Long-term Pulpal and Restorative Outcomes of Pulpotomy in Mature Permanent Teeth. *J Endod.* 2020; 46(3): 383-390
- 58.- Bogen G, Kim J, Bakland L. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *J Am Dent Assoc.* 2008; 139(3): 305-15.
- 59.- Sabeti M, Huang Y, Chung Y, Azarpazhooh A. Prognosis of Vital Pulp Therapy on Permanent Dentition: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endod.* 2021; 47(11):1683-1695.
- 60.- Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *J Endod.* 2011; 37(5):581-7
- 61.- Asgary S, Eghbal M, Shahravan A, Saberi E, Baghban A, Parhizkar A. Outcomes of root canal therapy or full pulpotomy using two endodontic biomaterials in mature permanent teeth: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2022; 26(3):3287-3297.
- 62.- Asgary S, Hassanizadeh R, Torabzadeh H, Eghbal M. Treatment Outcomes of 4 Vital Pulp Therapies in Mature Molars. *J Endod.* 2018; 44(4):529-535
- 63.- Asgary S, Fazlyab M, Sabbagh S, Eghbal MJ. Outcomes of different vital pulp therapy techniques on symptomatic permanent teeth: a case series. *Iran Endod J.* 2014; 9(4):295-300
- 64.- Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H, Chakra R. Outcomes of Vital Pulp Therapy Using Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2018; 44(11):1603-1609.
- 65.- Santos J, Pereira J, Marques A, Sequeira D, Friedman S. Vital Pulp Therapy in Permanent Mature Posterior Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Systematic Review of Treatment Outcomes. *Medicina (Kaunas).* 2021; 57(6):573
- 66.-Taha N, Khazali M. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2017; 43(9):1417-1421



- 67.- Taha N, Abdelkhader S. Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. *Int Endod J.* 2018; 51(8):819-828
- 68.- Ward J. Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Aust Endod J.* 2002; 28(1): 29-37.
- 69.- Çalışcan, M. Pulpotomy of carious vital teeth with periapical involvement. *Int Endod J.* 1995; 28(3): 172–176
- 70.- Abella F, Patel S, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. Evaluating the periapical status of teeth with irreversible pulpitis by using cone-beam computed tomography scanning and periapical radiographs. *J Endod.* 2012; 38(12):1588-91.
- 71.- Linsuwanont P, Wimonstuthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment Outcomes of Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomy in Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: The Retrospective Study. *J Endod.* 2017; 43(2):225-230.
- 72.- Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod.* 2017; 43(7): 1033-105.
- 73.- Lin L, Ricucci D, Saoud T, Sigurdsson A, Kahler B. Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Aust Endod J.* 2020; 46(1):154-166.
- 74.- Peskersoy C, Lukarcanin J, Turkun M. Efficacy of different calcium silicate materials as pulp-capping agents: Randomized clinical trial. *J Dent Sci.* 2021; 16(2):723-731.
- 75.- Taha N, About I, Sedgley C, Messer H. Conservative Management of Mature Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure. *J Endod.* 2020 Sep;46(9S):33-41
- 76.- Alqaderi H, Lee C, Borzangy S, Pagonis T. Coronal pulpotomy for cariously exposed permanent posterior teeth with closed apices: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016; 44:1-7.
- 77.- Lipski M, Nowicka A, Kot K, Postek L, Wysoczańska I, Borkowski L y Col. Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine. *Clin Oral Investig.* 2018; 22(5):2021-2029
- 78.- Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Na Lampang S, Srisuwan T, Sastraruji T, Bua-On P y Col. Outcomes of Direct Pulp Capping by Using Either



ProRoot Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine in Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure in 6- to 18-Year-Old Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Endod.* 2018; 44(3):341-348

79.- Mathur V, Dhillon J, Logani A, Kalra G. Evaluation of indirect pulp capping using three different materials: A randomized control trial using cone-beam computed tomography. *Indian Journal of Dental Research.* 2016;27(6):623-629

80.- Farhin A. Devendra P. Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate–based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Split Mouth Study. *JOE.* 2017; 43(4):507-513.

81.- Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Srisuwan T, Sastraruji T, Chompu-Inwai P. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J.* 2019; 52(6):749-759.

82.- Brodén J, Heimdal H, Josephsson O, Fransson H. Direct pulp capping versus root canal treatment in young permanent vital teeth with pulp exposure due to caries. A systematic review. *Am J Dent.* 2016; 29(4):201-207.

83.- Komabayashi T, Zhu Q, Eberhart R, Imai Y. Current status of direct pulp-capping materials for permanent teeth. *Dent Mater J.* 2016;35(1):1-12

84.- Bimstein E, Rotstein I. Cvek pulpotomy - revisited. *Dent Traumatol.* 2016;32(6):438–42.

85.- Sadaf D. Success of Coronal Pulpotomy in Permanent Teeth with Irreversible Pulpitis: An Evidence-based Review. *Cureus.* 2020; 12(1): 1-7

86.- Ricucci D, Siqueira J Jr, Li Y, Tay F. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *J Dent.* 2019; 86: 41-52

87.- Abuelniel G, Duggal M, 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.

88.- Kang C, Sun Y, Song J, Pang N, Roh B, Lee C, Shin Y. A randomized controlled trial of various MTA materials for partial pulpotomy in permanent teeth. *J Dent.* 2017; 60:8-13



- 89.- Alqaderi H, Al-Mutawa S, Qudeimat M. MTA pulpotomy as an alternative to root canal treatment in children's permanent teeth in a dental public health setting. *J Dent.* 2014; 42(11):1390-5.
- 90.- Leong D, Yap A. Vital pulp therapy in carious pulp-exposed permanent teeth: an umbrella review. *Clin Oral Investig.* 2021; 25(12):6743-6756.
- 91.- Pedano M, Li X, Yoshihara K, Landuyt K, Meerbeek B. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials (Basel).* 2020; 13(12):2670
- 92.- Bjørndal L. Indirect pulp therapy and stepwise excavation. *Pediatr Dent.* 2008; 30(3): 225-9.
- 93.- Taha N, Abdulkhader S. Full Pulpotomy with Biodentine in Symptomatic Young Permanent Teeth with Carious Exposure. *J Endod.* 2018; 44(6):932–7.
- 94.- Parirokh M, Torabinejad M, Dummer P. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J.* 2018;51 (2):177–205.
- 95.- Linu S, Lekshmi M, Varunkumar V, Sam J. Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study. *J Endod.* 2017; 43(10):1635-1639.
- 96.- Glossary of Endodontic Terms. 10 Ed. American Association of Endodontists. 2020. Pág. 18.