



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTIVIDAD DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA
EL TRATAMIENTO DE DIENTES INMADUROS CON
PULPA NO VITAL EN PACIENTES ESCOLARES.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

MARÍA GUADALUPE MALDONADO ANTUNEZ

TUTOR: Mtro. OMAR PÉREZ SALVADOR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres:

Gracias por haber forjado a la persona que hoy soy, por impulsarme a estar en donde estoy, apoyarme incondicionalmente y brindarme los consejos que me han motivado a ser mejor día a día. Han sido parte fundamental en esta etapa de mi vida y este logro es de ustedes y para ustedes. Los amo con todo mi corazón y agradezco que siempre hayan sido un soporte para mí.

A mí hermana:

Gracias por el apoyo que me has brindado y por estar en los momentos más felices e importantes de mi vida.

A mí tutor:

Gracias por el tiempo y dedicación que me otorgó durante este proceso aún a pesar de las circunstancias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO	5
1. PATOLOGÍA PULPAR EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES	6
1.1 PULPA SANA	6
1.2 PULPITIS REVERSIBLE	7
1.3 PULPITIS IRREVERSIBLE	8
1.4 NECROSIS PULPAR	9
2. CARACTERÍSTICAS PULPARES EN DIENTES INMADUROS	10
2.1 ANATÓMICAS	11
2.2 FISIOLÓGICAS	15
3. TRATAMIENTOS DE DIENTES PERMANENTES CON ÁPICE INMADURO	17
3.1 APICOGÉNESIS	18
3.1.1 OBJETIVOS	18
3.1.2 INDICACIONES	19
3.1.3 CONTRAINDICACIONES	19
3.1.4 TRATAMIENTO	20
3.2 APICOFORMACIÓN	23
3.2.1 OBJETIVOS	24
3.2.2 INDICACIONES	24
3.2.3 CONTRAINDICACIONES	24
3.2.4 TRATAMIENTO	25
4. TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA INDUCIR CIERRE APICAL EN DIENTES CON NECROSIS PULPAR	29
4.1 MTA	29
4.1.1 TÉCNICA	33
4.2 BIODENTINE	35

4.2.1. TÉCNICA	39
4.3 REVASCULARIZACIÓN	41
4.3.1 TÉCNICA	46
CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53



INTRODUCCIÓN

El tratamiento de dientes permanentes con ápices inmaduros representa un reto para los odontólogos, ya que la anatomía radicular de estas piezas dentales presenta paredes frágiles siendo susceptibles a la fractura, además de la falta de un tope apical.

El tratamiento de dichos dientes está enfocado principalmente, en generar una barrera apical, siendo los procedimientos convencionales más utilizados la apicogénesis y la apicoformación; procedimientos que han evolucionado gracias a la aparición de nuevos materiales biocerámicos como el Mineral de Trióxido Agregado (MTA) y el Biodentine®, los cuales, por su biocompatibilidad con la zona ósea, hace posible crear una barrera apical inmediata.

En la actualidad los avances en reingeniería tisular han hecho posibles la introducción de nuevos tratamientos como la revascularización y la regeneración endodóntica, las cuales se basan en la regeneración de células odontoblásticas para estimular el adecuado cierre apical permitiendo la reparación y regeneración del complejo dentino-pulpar.

El objetivo del presente trabajo es describir la efectividad de las técnicas alternativas para el tratamiento endodóntico en dientes no vitales con ápice incompleto, y mostrar su efectividad en el cierre apical.



1. PATOLOGÍA PULPAR EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES

Los dientes permanentes jóvenes son susceptibles al daño pulpar ocasionado por caries, lesiones endo-periodontales, traumatismos, exposición pulpar mecánica, tratamiento ortodóntico o anomalías congénitas que conducen a la pérdida de la vitalidad y desarrollo radicular incompleto. ¹

Las patologías pulpares y periapicales son la inflamación del tejido pulpar y de los tejidos periapicales de un diente, como consecuencia de una agresión externa, que comprometen la pulpa. Inicialmente se presenta el daño a nivel pulpar y si no se realiza una intervención oportuna progresa hasta los tejidos periapicales del diente. ²

1.1 PULPA SANA

Término referido a una pulpa libre de enfermedades, vital, asintomática que da una respuesta de intensidad débil a moderada frente a diferentes estímulos. La respuesta cesará cuando cese el estímulo y demorará de 1 a 2 segundos.

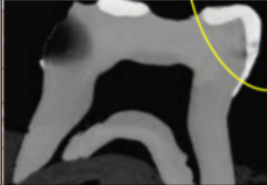
Clínicamente se deben observar estructuras conservadas. Radiográficamente no se observa reabsorción radicular, la lámina dura se ve intacta, el conducto o los conductos se ven bien delineados y sin evidencia de calcificación. ³

1.2 PULPITIS REVERSIBLE

Pulpa inflamada que mantiene su capacidad de reparación y vitalidad lo suficiente como para recuperar su salud si cesa el estímulo o el agente irritante que lo causa. Se caracteriza por la presencia de dolor agudo, localizado que aparecen por la presencia de estímulos osmóticos o térmicos y que desaparece al quitar dicho estímulo, no presenta cambios de coloración, pero si una dentina esclerótica. ³ Cuadro 1

Etiológicamente encontramos afecciones por caries, dentina expuesta o deshidratada, traumatismos, preparaciones cavitadas sin refrigerante, restauraciones sobre contorneadas o defectuosas. ⁴

Durante las pruebas de vitalidad la respuesta es más rápida al frío que al calor y en la percusión la respuesta es negativa. Radiográficamente se observan normales la lámina dura y el ligamento periodontal. ³

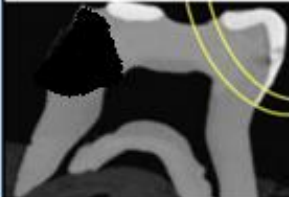
HISTORIA DEL DOLOR	Provocado
	A cambios térmicos (frío)
	Intermitente
CAMBIO DE COLORACIÓN	No presenta
	Dentina esclerótica
TEJIDOS BLANDOS	Aparentemente Normal
SENSIBILIDAD A LA PERCUSIÓN	No
EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA	 <p>Próximo a la pulpa (IRL: Hasta 2/3 de dentina)</p>

Cuadro 1. Características de Pulpitis Reversible. ²

1.3 PULPITIS IRREVERSIBLE

Esta patología radica de la inflamación definitiva del órgano pulpar, sin capacidad reparativa después de la eliminación de la causa. Su etiología proviene de pulpitis reversibles no atendidas, caries que comprometen la pulpa, fracturas a nivel de la corona o irritación química mecánica. ⁴

El diagnóstico se basa en hallazgos que indican que la pulpa inflamada vital no tiene posibilidad de repararse, esta condición se puede dividir en pulpitis irreversible sintomática y asintomática. No presenta cambios en la coloración, pero si hiperplasia pulpar (Cuadro 2). En ambos casos se debe realizar tratamiento endodóntico. ⁵

HISTORIA DEL DOLOR	Espontáneo
	Agudo / Nocturno
	Constante
CAMBIO DE COLORACIÓN	No presenta
TEJIDOS BLANDOS	Hiperplasia pulpar
SENSIBILIDAD A LA PERCUSIÓN	No
EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA	 <p>Aparente compromiso pulpar (IRL: Más 2/3 de dentina)</p>

Cuadro 2. Características de Pulpitis Irreversible. ²

Pulpitis irreversible sintomática: Se caracteriza por el dolor espontáneo, difuso, irradiado, pulsátil y de larga duración producido por cambios posturales o térmicos que no cesan al quitar el estímulo. Ante pruebas térmicas, cuando progresa la inflamación la respuesta se intensifica con el calor mientras que en fases avanzadas el frío alivia el dolor. ³



Radiográficamente se observan estructuras periapicales normales y algunas veces un ensanchamiento ligero del espacio periodontal. Además, puede haber indicios de calcificación extensa de la cámara pulpar. ^{3, 5}

Pulpitis irreversible asintomática: Estos dientes no presentan sintomatología incluso aunque la caries clínica y radiográficamente haya avanzado hasta la pulpa, si estos dientes no son tratados se puede convertir en una pulpitis irreversible sintomática o simplemente necrosarse.

5

1.4 NECROSIS PULPAR

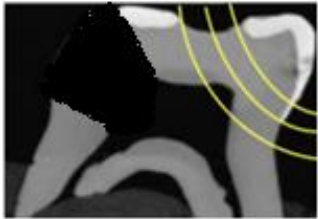
La necrosis pulpar es el cese de los procesos metabólicos de este órgano con la consiguiente pérdida de vitalidad de su estructura, así como sus defensas naturales. ⁶

Al examen clínico se puede observar el cambio de color en la corona, que normalmente es matiz pardo, verdoso o gris; también se pierde la traslucidez y el tono opaco se extiende a la corona. Hay un evidente compromiso pulpar. ⁷ Cuadro 3

Normalmente no responde a las pruebas de sensibilidad, en algunos casos genera falsos positivos en dientes multirradiculares, en donde no presenta necrosis en la totalidad de los conductos. En algunos casos hay presencia de dolor a la percusión y movilidad dental.

Radiográficamente se observa un ligero agrandamiento del espacio periodontal. ⁷

HISTORIA DEL DOLOR	Provocado
CAMBIO DE COLORACIÓN	A cambios térmicos (calor)
SENSIBILIDAD A LA PERCUSIÓN	Presenta
EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA	No
PATOLOGÍA INTERRADICULAR	Si



Evidente compromiso pulpar

Cuadro 3. Características de Necrosis Pulpar. ²

2. CARACTERÍSTICAS PULPARES EN DIENTES INMADUROS

Un diente permanente joven es aquel que ha erupcionado recientemente en la cavidad bucal y presenta una formación incompleta de sus ápices. Figura 1

La pulpa de un diente joven con forámenes amplios se caracteriza por poseer:

- Intensa actividad calcificadora para seguir produciendo dentina adventicia junto a la existente, la cual formará con el cemento el tercio apical radicular.
- Gran vascularización y potencial de diferenciación celular, que determina:
 - a) mayor capacidad de reacción ante agentes externos, y
 - b) mayor aporte nutricional. ⁸

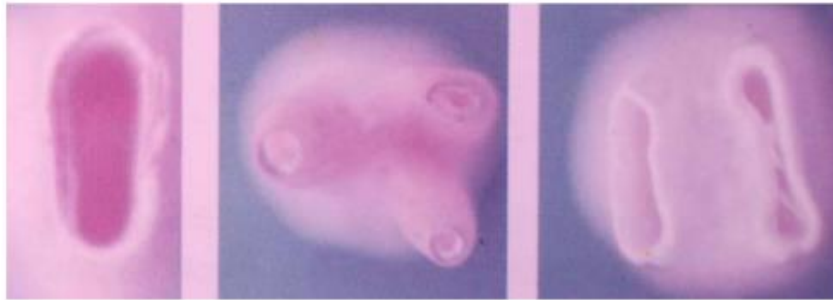
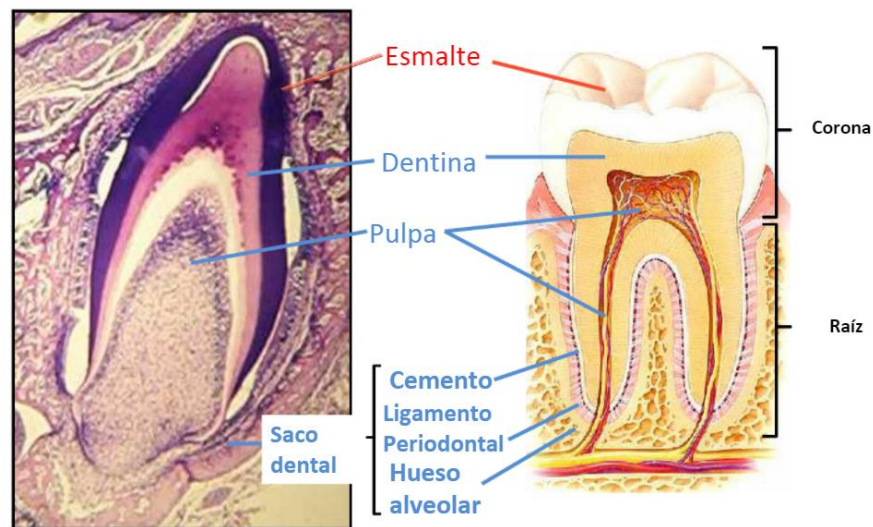


Figura 1. Forámenes inmaduros de un premolar, una molar superior y una molar inferior permanente. Villena H. Endodoncia Pediátrica. 2005. ⁹

2.1 ANATÓMICAS

La pulpa es un tejido blando laxo especializado; que alberga un gran número de elementos tisulares, incluidos los nervios, el tejido vascular, fibras de tejido conectivo, sustancia fundamental, líquido intersticial, odontoblastos, fibroblastos y otros componentes celulares menores. Está localizada en el centro del diente, forma, soporta y está rodeada por dentina. ^{6,7} Figura 2



Fotografía de germen dental, estadio de tejidos mineralizados. Cátedra de Histología y Embriología, FOUBA

Esquema diente in situ

Figura 2. Pulpa dental. ¹⁰



Morfológicamente, la pulpa dental puede dividirse en varias capas.

a) *Capa de odontoblastos*: es la más externa y se localiza inmediatamente por debajo de la predentina. Está constituida por los cuerpos de los odontoblastos y algunos capilares sanguíneos y fibras nerviosas. En la porción coronaria de una pulpa joven los odontoblastos adoptan una configuración cilíndrica alta, lo que determina un aspecto de empalizada. A medida que se acercan al ápice radicular, los odontoblastos presentan una forma cada vez más aplanada. Entre odontoblastos existen uniones celulares especializadas que permiten una transmisión de estímulos más rápida.

b) *Zona con escaso contenido celular*: es una zona estrecha libre de células, cuyo contenido principal consiste en vasos sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y prolongaciones de los fibroblastos. Esta zona prácticamente no se observa en pulpas jóvenes, que forman dentina con rapidez.

c) *Zona rica en células*: es una capa con muchos fibroblastos, macrófagos, linfocitos y plasmocitos. Esta capa celular intervendría en la regeneración de la capa de odontoblastos.

d) *Pulpa propiamente dicha*: es la masa central de la pulpa; contiene los vasos sanguíneos y fibras nerviosas de mayor tamaño. Además, existen fibroblastos, fibrocitos y una red de fibras colágenas.^{7,8}

La dentina es el tejido mesenquimático calcificado que forma la mayor parte del diente. La dentina primaria es la que se produce durante la formación del diente. La dentina que se desarrolla fisiológicamente después que la raíz se encuentra totalmente mineralizada se denomina

dentina secundaria. La predentina es la matriz orgánica no mineralizada de la dentina, situada entre la capa de odontoblastos y la dentina mineralizada. ^{7, 8} Figura 3

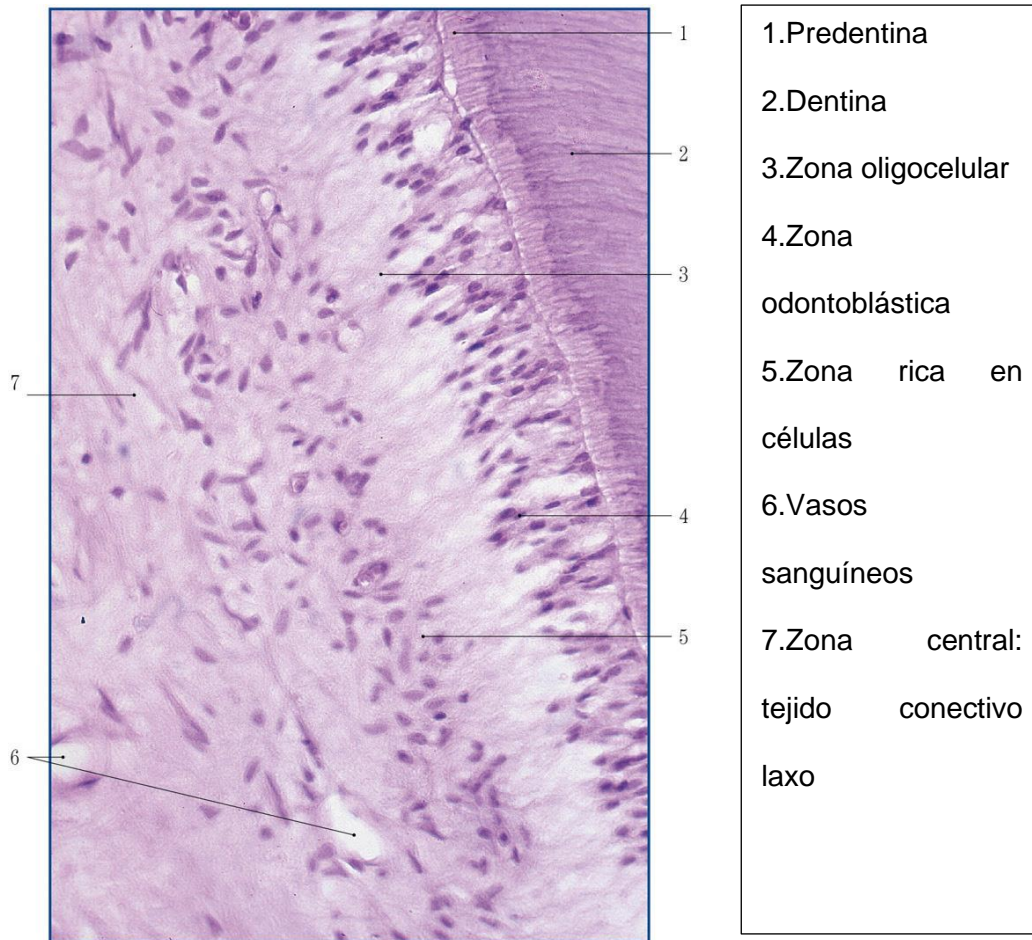


Figura 3. Capas de la pulpa dental. ¹¹

La dentina primaria se caracteriza por la presencia de túbulos que se forman alrededor de las proyecciones de los odontoblastos, atravesando todo el espesor, desde el límite amelodentinario o amelocementario hasta la pulpa. Estos túbulos son ligeramente afinados y su porción más ancha está situada hacia la pulpa. La permeabilidad de la dentina aumenta a medida que los túbulos convergen sobre la pulpa, debido a que presentan mayor diámetro en ese lugar. ⁸



Por lo tanto, la dentina que se forma debajo de una cavidad profunda es más permeable que la ubicada debajo de una cavidad superficial. La dentina de un diente permanente joven es más permeable debido a que los túbulos presentan un diámetro mayor, lo que determina una mayor difusión de agentes nocivos hacia la pulpa y periodonto.⁸

El cemento es el tejido mesenquimático calcificado que forma la capa externa de la raíz anatómica del diente.

Morfológicamente, pueden describirse dos tipos diferentes de cemento: acelular (primario) y celular (secundario). La formación del cemento comienza con la mineralización de la trama de fibrillas colágenas dispuestas irregularmente, dispersas en la sustancia fundamental. Su espesor aumenta por aposición de la matriz, efectuada por cementoblastos. El depósito de cemento continúa una vez que el diente ha erupcionado, principalmente en los ápices y zonas de furcaciones.

El hueso alveolar está constituido por el hueso alveolar propiamente dicho (compacto), el hueso alveolar de sostén (trabéculas esponjosas), y las láminas vestibular y lingual. Está compuesto por una matriz calcificada con osteocitos encerrados dentro de espacios denominados lagunas. Los osteocitos extienden prolongaciones dentro de canalículos que forman un sistema anastomosado dentro de la matriz intercelular del hueso.⁸

El ligamento periodontal es la estructura de tejido conectivo que rodea la raíz y la une con el hueso. Sus elementos más importantes son las fibras principales, que son colágenas y están dispuestas en haces. Los elementos celulares del ligamento periodontal son los fibroblastos, células endoteliales, cementoblastos, osteoblastos, osteoclastos, macrófagos y células epiteliales de la denominada vaina de Hertwig. Una de las

funciones del ligamento periodontal es la formativa, tanto de hueso como de cemento. ⁸

El cemento, periodonto y hueso alveolar, constituyen el complejo biológico ápico-periapical. ⁸

2.2 FISIOLÓGICAS

La formación de la raíz dentaria es posterior a la formación de la corona. En su configuración, y en la del ápice radicular, interviene la vaina de Hertwig, que es una consecuencia del epitelio reducido del esmalte. Mientras los odontoblastos producen dentina en la parte interna, la vaina de Hertwig se fragmenta. Entre sus células epiteliales crecen elementos celulares procedentes del mesénquima del folículo dentario, que iniciarán la aposición de la matriz cementaria por fuera. Estas células reciben el nombre de cementoblastos. Los cementoblastos elaboran colágeno y este forma la matriz orgánica cementaria. Una vez depositada cierta cantidad de matriz, se inicia la mineralización del cemento. ⁸ Figura 4 y 5

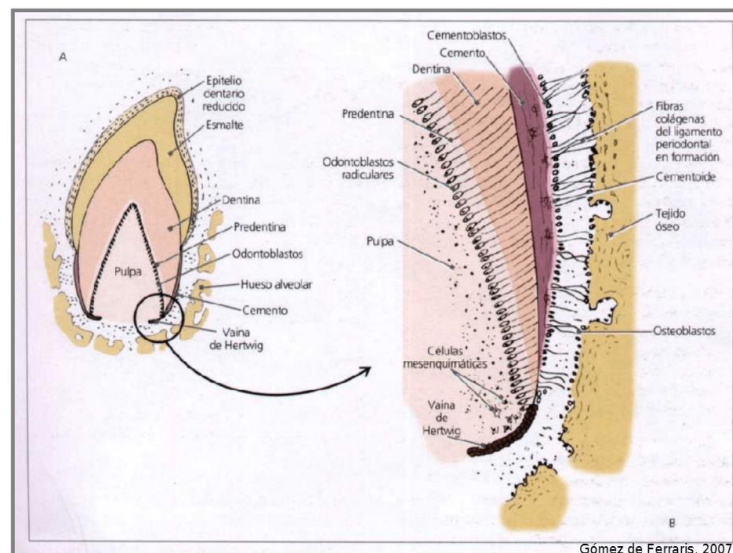
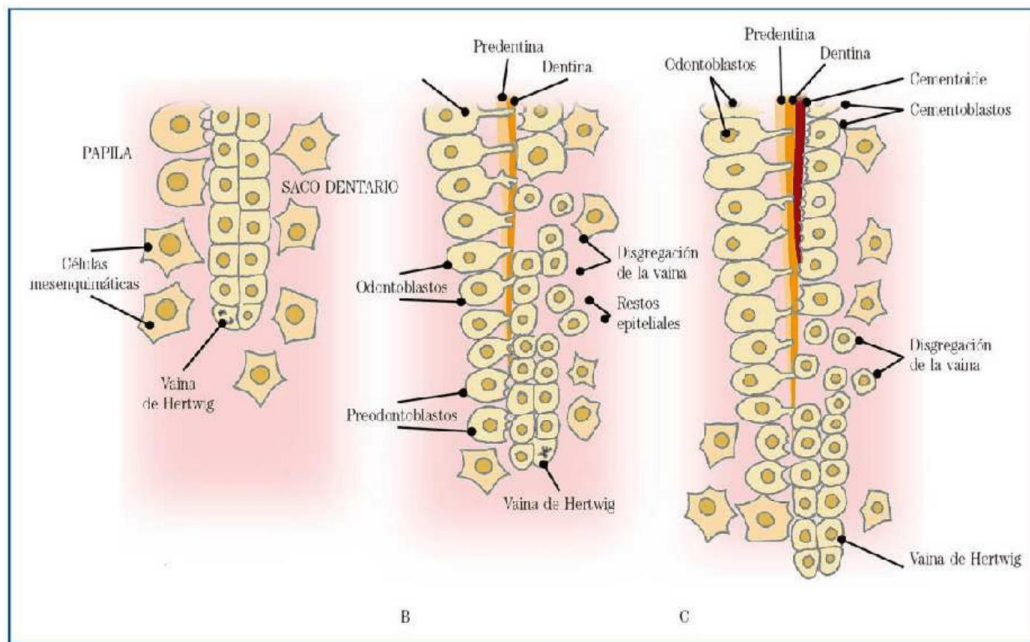


Figura 4. Vaina radicular de Hertwig. ¹⁰



©2009 Editorial Médica Panamericana

Figura 5. Etapas de la cementogénesis. ¹⁰

Los dientes con raíces en desarrollo presentan un ápice abierto, el cual completa su formación radicular hasta aproximadamente 3 años después de su erupción.

Según el desarrollo radicular y apical los dientes inmaduros pueden presentar desarrollo radicular:

- a. Parcial, con diámetro apical mayor que el diámetro del conducto.
- b. Casi completo, pero con diámetro apical mayor que el diámetro del conducto.
- c. Completo, con diámetro apical igual al del conducto.
- d. Desarrollo radicular completo, con diámetro apical más pequeño que el del conducto.
- e. Completo, con tamaño apical microscópico. ¹²

La pérdida de vitalidad pulpar en dientes permanentes jóvenes crea problemas especiales. Dado que la pulpa es necesaria para la formación



de la dentina, si claudica antes de completar la longitud radicular el diente tendrá una relación corono-radicular deficiente. Si esto se produce antes de que finalice la aposición dentinaria en la porción radicular, la raíz será fina y más propensa a la fractura en caso de traumatismo. ¹²

3. TRATAMIENTOS DE DIENTES PERMANENTES CON ÁPICE INMADURO

La elección y el empleo de técnicas endodónticas en piezas permanentes jóvenes constituyen un tema amplio y delicado, debido a que intervienen varios factores en la determinación del tratamiento a efectuar, tales como: el grado de desarrollo radicular y el estado pulpar. ¹²

Las afecciones pulpares estimadas como reversibles deben ser tratadas mediante terapias conservadoras. Los estados irreversibles pueden llegar a determinar la utilización de técnicas inductoras, dependiendo del desarrollo radicular. Ante pulpas necróticas siempre se recurre a tratamientos inductores.

Las terapias inductoras utilizadas actualmente son *apicogénesis* (*apexogénesis*) y *apicoformación*. ¹²



3.1 APICOGÉNESIS

La Apexogénesis consiste en la eliminación de la pulpa afectada y la colocación de hidróxido de calcio sobre el tejido pulpar remanente sano, para evitar la inflamación total de la pulpa y promover la salud pulpar y la nueva formación de dentina radicular. Solo el tejido inflamado debe ser removido pero la dificultad para determinar la separación entre tejido inflamado y tejido sano es aún desconocida. ^{12, 13, 14}

La pulpa remanente, debidamente protegida y tratada, continúa de forma indefinida en sus funciones sensoriales, defensivas y formadora de dentina. Esta última de básica importancia cuando se trata de dientes jóvenes en los cuales no ha culminado la formación radicular.

Esta técnica favorece al desarrollo de la dentina radicular y a la formación del conducto cementario, permitiendo que el conducto radicular adquiera la forma y la longitud ideal. ¹²

3.1.1 OBJETIVOS

Según Webberson los siguientes:

- a. Mantener la vaina radicular epitelial de Hertwig, permitiendo el desarrollo continuo de la raíz a una relación corona-raíz más favorable.
- b. Mantener la vitalidad pulpar, permitiendo que los odontoblastos restantes generen apósitos de dentina, formándose una raíz más gruesa y disminuyendo la probabilidad de una fractura.
- c. Promover el cierre apical, creando así una constricción apical natural para la obturación del conducto radicular. ¹²



- d. Generar un puente dentinario, no es esencial para el éxito del procedimiento; pero, se sugiere que así la pulpa mantendrá su vitalidad.

El tiempo total para la consecución de los objetivos de la apexogénesis oscila entre 1 y 2 años, dependiendo del grado de desarrollo del diente en el momento del procedimiento. El paciente debe acudir a sus controles a intervalos de 3 meses con el fin de determinar la vitalidad pulpar y el grado de desarrollo apical. ^{12, 13, 14}

Una vez logrado el cierre apical, se debe realizar la endodoncia convencional.

3.1.2 INDICACIONES

- a. Dientes inmaduros con formación radicular incompleta.
- b. Dientes con lesión en la pulpa coronaria, pero con una pulpa radicular sana.
- c. Dientes que presenten la corona casi intacta y con posibilidad de restauración. ^{12, 14}

3.1.3 CONTRAINDICACIONES

- a. En dientes permanentes maduros.
- b. Dientes avulsionados, reimplantados o muy luxados
- c. Fractura corona-raíz grave.
- d. Diente con fractura radicular horizontal desfavorable.
- e. Muy cariado que no pueda ser restaurado.
- f. Dientes maduros con conductos estrechos y ápices calcificados.
- g. Procesos inflamatorios pulpares. ¹²



3.1.4 TRATAMIENTO

Pulpotomía parcial superficial o técnica de Cvek.

Pasadas las 24 hrs. y hasta una semana de la exposición, se considera que la inflamación del tejido pulpar expuesto es sólo superficial, y se observa clínicamente a la pulpa de color rojo brillante, con una hemorragia que se cohibe rápidamente.

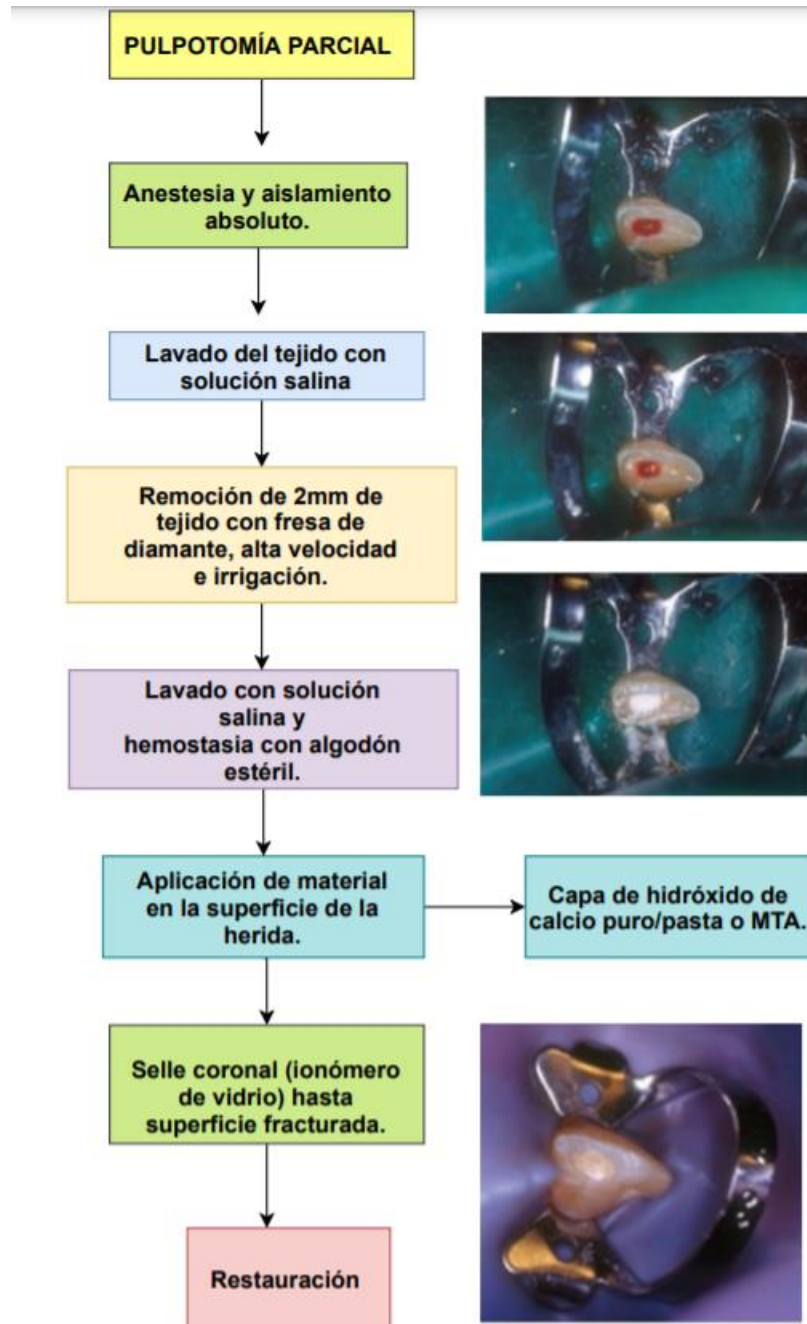
La técnica consiste en:

1.-Realizar un corte de tejido pulpar de 2 a 3 mm con una fresa redonda de tamaño ligeramente mayor a la exposición, con turbina y abundante refrigeración.

2.- Colocar sobre la pulpa una pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ preparada con agua destilada, o agua de cal para promover la cicatrización y la formación de una barrera dentinaria que permita la conservación de la vitalidad pulpar, para que continúe con la función dentinogénica, engrose las paredes del conducto y se produzca el cierre apical. Puede utilizarse como material de recubrimiento pulpar el compuesto de trióxido mineral (MTA) cuya principal ventaja es que no se reabsorbe como el hidróxido de calcio, sino que permanece estable en el tiempo, por lo cual se considera un tratamiento definitivo. Esquema 1

Además del tiempo transcurrido de la exposición, se debe tener en cuenta otros aspectos clínicos subjetivos como: el color del tejido pulpar, si es de aspecto brillante y una hemorragia que se cohiba en segundos son datos que ayudan a definir la posibilidad de realizar éste tratamiento, por el contrario una pulpa rojo vinosa y con hemorragia abundante, indica un

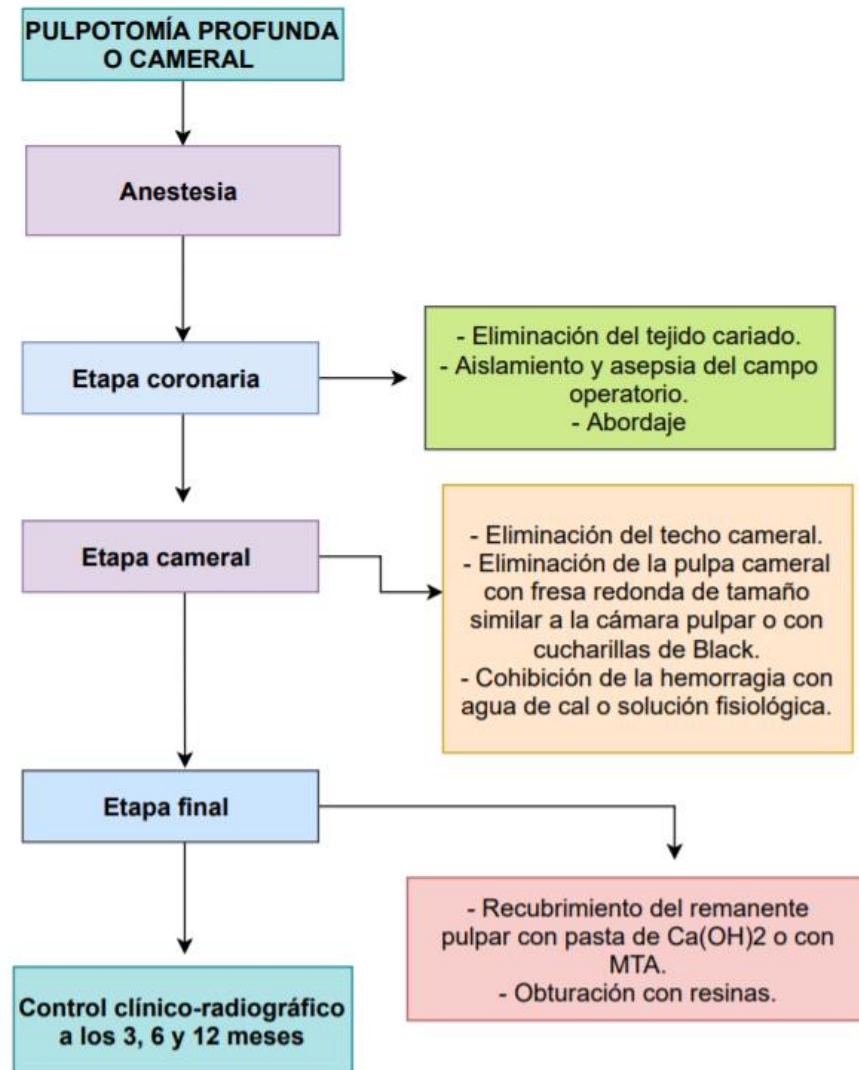
tejido pulpar con graves alteraciones vasculares que indicaría la necesidad de realizar un tratamiento parcial con eliminación completa de la pulpa cameral. ¹⁵



Esquema 1. Pulpotomía. ^{16, 17}

Pulpotomía profunda o Cameral.

Es un tratamiento que consiste en la extirpación completa de la pulpa cameral y posterior recubrimiento a la pulpa remanente con un apósito de pasta de Ca (OH)2 o con MTA. Los tratamientos realizados con Ca (OH)2 se consideran transitorios; una vez que se logra el objetivo (cierre y maduración apical) se realiza el tratamiento total para evitar la calcificación de los conductos o la reabsorción dentinaria interna. Si se emplea compuesto de trióxido mineral (MTA) y no se observan cambios regresivos se le puede considerar un tratamiento definitivo.¹⁵ Esquema 2



Esquema 2. Pulpotomía profunda.¹⁵

3.2 APICOFORMACIÓN

La apicoformación es un método que permite crear una barrera apical artificial en un diente con ápice abierto (Figura 6), o inducir la continuación del desarrollo apical en una raíz con formación incompleta y pulpa necrótica; la barrera calcificada que se forma oblitera el orificio apical y evita la sobre obturación del conducto o la falta de sellado. En la ejecución de este método es fundamental la preparación adecuada del conducto y la mejoría del estado de la región apical para posibilitar la reanudación del proceso de desarrollo radicular y la calcificación apical. ^{13, 18, 19}



Figura 6. Diente permanente con ápice inmaduro. ¹⁵

La técnica fue descrita por Frank en 1966. Antes de ese periodo, el manejo clínico de un conducto, conocido como en forma de “trabuco”, por lo general requería de un abordaje quirúrgico para la colocación de un sellado apical en un frágil y amplio ápice. ¹³



3.2.1 OBJETIVOS

Este procedimiento debe inducir el cierre del ápice radicular (apexificación) o barrera apical en ápices inmaduros, evidenciados por evaluación radiográfica.

Signos o síntomas clínicos como sensibilidad, dolor o edema no deben ser evidentes después del tratamiento. No debe haber evidencias radiográficas de reabsorción radicular externa, patología radicular lateral o colapso de los tejidos perirradiculares de soporte durante o después de la terapia.²⁰

3.2.2 INDICACIONES

- a. Dientes permanentes no vitales con rizogénesis incompleta.

3.2.3 CONTRAINDICACIONES

- a. Fracturas radiculares verticales y horizontales
- b. Reabsorción por reemplazo.
- c. Raíces muy cortas.¹⁶



3.2.4 TRATAMIENTO

Tratamiento de pulpa no vital obturado con pastas alcalinas (a base de Ca(OH)_2 o compuesto de trióxido mineral (MTA).

Revitalización pulpar (tratamiento de pulpa no vital), regenerando nuevas células. ^{14, 21, 22}

Técnica convencional

Primera visita

1. Anestesia y aislamiento absoluto del campo operatorio.
2. Apertura y preparación del acceso.
3. Establecer la conductometría mediante la radiografía dentoalveolar.
4. Realizar preparación de o los conductos con gran suavidad y mínima eliminación de la dentina, irrigar el conducto constantemente con suero fisiológico.
5. Secar el conducto.
6. Preparar una pasta espesa de hidróxido de calcio y colocarla correctamente en el conducto. Figura 7
7. Colocar una torunda de algodón, seguida de un sellado duradero (IRM, ionómero de vidrio o resina). ^{21, 22} Figura 8

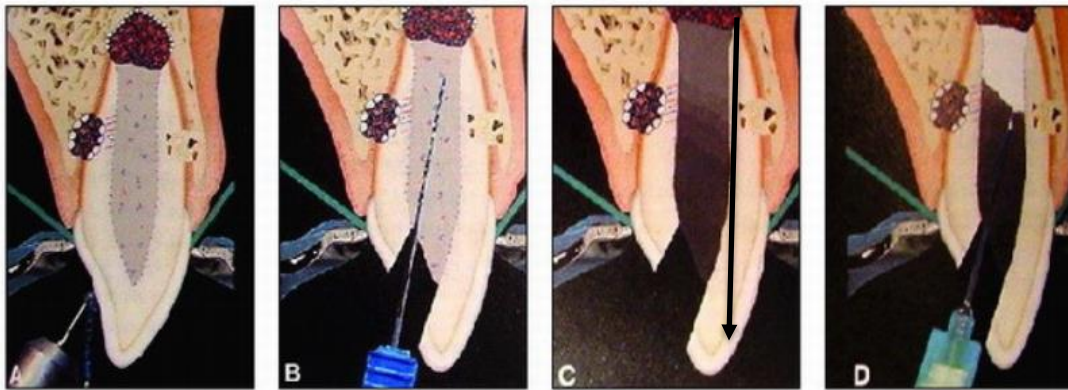


Figura 7. A) Cavidad y acceso. B) Apertura y preparación del acceso. C) Conductometría. D) Colocación de hidróxido de calcio. ²³

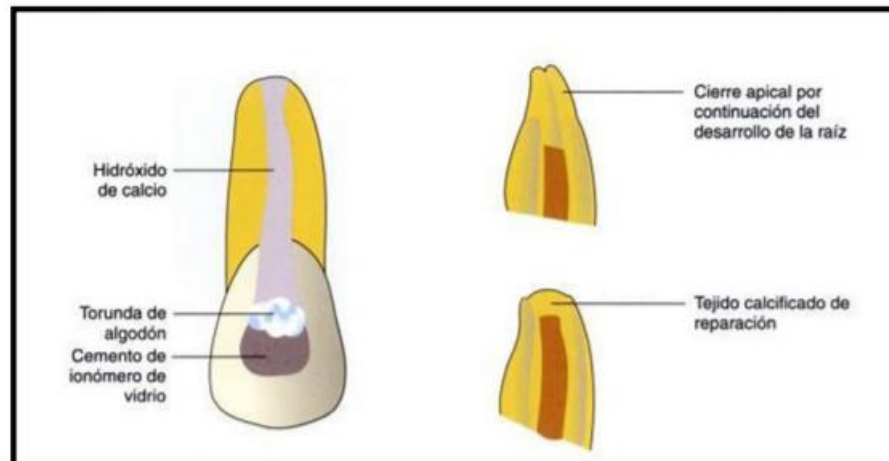


Figura 8. Colocación de torunda de algodón y sellado con ionómero de vidrio. ²⁴

Segunda visita (de 4 a 6 meses más tarde):

8. Tomar una radiografía para hacer una valoración comparativa del ápice. (Si no se ha desarrollado suficientemente, repetir el proceso de la primera visita).
9. Hay que realizar una radiografía para restablecer la longitud del diente.

10. Citar al paciente a intervalos de 4 o 6 meses hasta que se evidencie un cierre radiográfico. El cierre se verifica abriendo el conducto y probando con instrumentación; hay que encontrar un tope definido. Figura 9



Figura 9. Cierre apical radiográfico. ²⁵

A los seis meses cuando se tome la radiografía una de las siguientes cinco condiciones tendrá que encontrarse:

- a) No hay cambio radiográfico aparente, pero si se inserta un instrumento, un bloqueo en el ápice del diente será encontrado.
- b) Evidencia radiográfica de un material calcificado en él o cerca del ápice. En algunos casos el grado de calcificación puede ser extenso y en otros puede ser mínimo.
- c) El ápice radicular cierra sin ningún cambio en el espacio del conducto.
- d) El ápice continúa su formación con cierre del conducto radicular.

- e) No hay evidencia radiográfica de cambios y no se presenta sintomatología y/o se desarrollan lesiones periapicales. Figura 9 y 10



Figura 10. Sintomatología ausente en diente con tratamiento de apexificación. ¹⁶

No es necesario obtener un cierre completo para proceder a la obturación permanente. Es necesario tener un ápice mejor diseñado que permita la colocación y ajuste de una punta para proceder a la técnica de condensación. Si el grado o la calidad del ápice continúa dudoso, se debe repetir el proceso de la primera visita. ^{21, 22}



4. TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA INDUCIR CIERRE APICAL EN DIENTES CON NECROSIS PULPAR.

El manejo de piezas dentales con ápice inmaduro y pulpa necrótica se considera uno de los retos más complejos para el odontólogo. Históricamente, el manejo conservador de este tipo de casos se limita a crear una contención en la porción terminal de la raíz que facilite la posterior adaptación del material de obturación. ²⁶

La apexificación es una modalidad de tratamiento convencional en los que se utiliza la pasta de hidróxido de calcio para inducir una barrera apical, Trióxido Mineral Agregado (MTA) y Biodentine®, lo cual generalmente estimulan la mineralización a nivel apical para evitar que las toxinas y bacterias entren en el tejido perirradicular y así ayudar a desinfectar el conducto radicular. ²⁷

Actualmente se están implementando procedimientos de regeneración endodóntica en dientes inmaduros con necrosis pulpar diseñados para reemplazar estructuras dañadas, incluyendo dentina y estructura radicular además de células del complejo dentino-pulpar, llamada revascularización. ^{16, 27}

4.1 MTA

El Agregado de Trióxido Mineral, MTA, es un material biocerámico derivado del cemento Portland, desarrollado en la Universidad de Loma Linda, California a principios de los años 90. ²⁷

Se describió por primera vez en 1993 por Mohamoud Torabinejad, como un cemento utilizado para sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos perirradiculares.

Está compuesto de una mezcla mecánica de tres ingredientes en polvo; cemento Portland, constituido por un 75% en peso, 20% de óxido de bismuto y 5% de yeso. ^{27, 28} Tabla 1

Silicato tricálcico, Aluminio tricálcico, Óxido tricálcico, Silicato dicálcico	75% Cemento Portland
Óxido de bismuto	20%
Sulfato de calcio Dihidratado en forma de Yeso	5%

Tabla 1. Composición del MTA. ²⁸

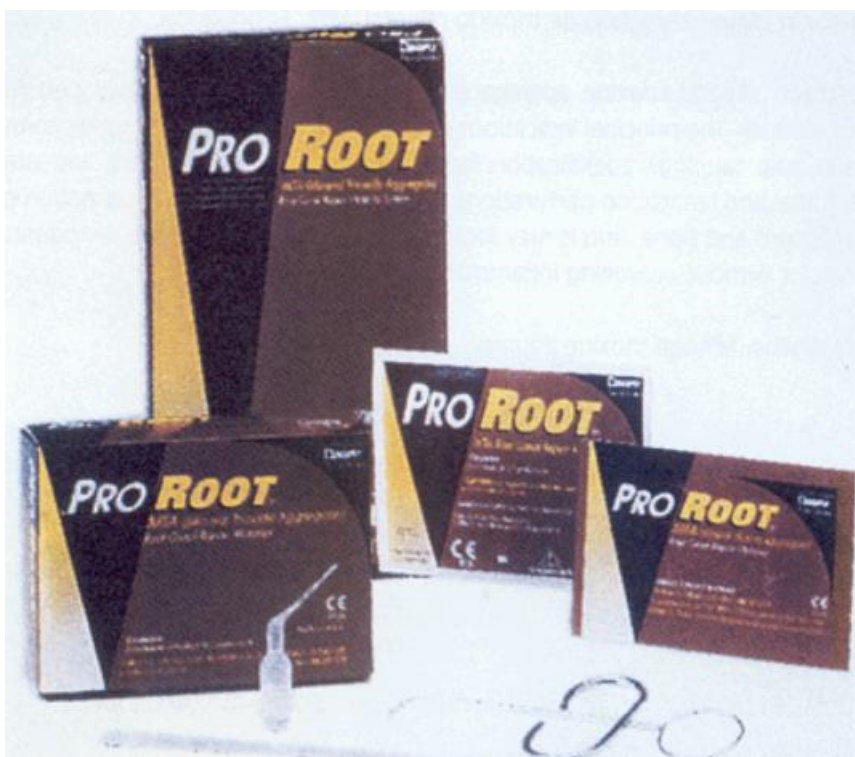


Figura 11. Presentación comercial del MTA PRO ROOT®. ²⁹



Originalmente, se comercializa el MTA gris (Grey ProRoot® MTA) (Figura 11), el cual se modifica en 2002 MTA White (tooth-colored MTA o WMTA) con el objetivo de evitar los potenciales cambios de coloración.

Recientemente se han introducido nuevos materiales como el MTA flow de Ultradent®, este permite la proliferación de fibroblastos, formación de colágeno y la regresión del proceso inflamatorio en tejido subcutáneo a los 60 días.^{27, 28}

Se muestran las propiedades físicas y químicas del Trióxido de Mineral Agregado (Tabla 2); así como las indicaciones ventajas y desventajas (Tabla 3).

Propiedades físicas y químicas del MTA	
Reacción de fraguado	Está compuesto por partículas hidrofílicas que se endurecen en presencia de humedad. Al hidratar el polvo se crea un gel coloidal con un pH medio de 12.5 que demora al menos 4 horas en solidificarse.
Biocompatibilidad	Su pH alcalino, es propicio para la inhibición bacteriana, sobre algunas bacterias anaerobias. Torabinejad y col. (1995), en un estudio “in vivo” demostraron que el MTA en contacto con los tejidos es capaz de promover regeneración pulpar y de los tejidos perirradiculares.

Fuerza comprensiva	El MTA a los 21 días resiste fuerzas compresivas de 70 Mpa (megapascales)
Radiopacidad	La medida de radiopacidad del MTA es de 7.17mm, equivalente al espesor del aluminio.
Microfiltración	Buena capacidad de sellado, de acuerdo con Torabinejad.
Actividad Antibacteriana y Antifúngica	Su pH alcalino, ayuda a eliminar la presencia de bacterias en los tejidos perirradiculares y disminuye el riesgo de infecciones endododónticas producidas por algún complejo polimicrobiano.

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del MTA. ^{27, 28, 30}

Agregado de Trióxido de Mineral (MTA)		
Indicaciones	Ventajas	Desventajas
I. Protección pulpar directa (Recubrimiento)	I. No es tóxico.	I. Costo elevado
II. Pulpotomía	II. Es biocompatible con los tejidos.	II. Extenso tiempo de fraguado
III. Dientes	III. Excelente capacidad de sellado	III. Puede causar decoloración

permanentes con ápices inmaduros	IV. Fragua en presencia de humedad sin perder sus propiedades	de la estructura dental.
IV. Perforación	V. No es mutagénico.	
V. Obturación de conducto.	VI. Su alta radiopacidad, nos facilita poder observar mejor en la radiografía.	
VI. Reabsorción dental.	VII. Fácil de eliminar excedentes.	
VII. Fractura radicular.	VIII. Promueve la regeneración tisular	
	IX. Tiene propiedades hidrofílicas.	
	X. Insoluble en fluidos tisulares	
	XI. Es de fácil manipulación.	

Tabla 3. Indicaciones, ventajas y desventajas del MTA. ^{28,30, 31}

4.1.1 TÉCNICA

La manipulación del MTA depende de las recomendaciones del fabricante. El polvo se mezcla con el agua destilada que viene con el producto, (en la proporción de 3:1) en una loseta estéril con la ayuda de una espátula de cemento, esta proporción puede modificarse según el lugar en el que se utilizará el material y así obtener mayor fluidez en caso de ser necesario. ²⁷



PRIMERA CITA

- 1.- Anestesia local y aislamiento absoluto.
- 2.- Preparar un acceso adecuado. ^{9, 16, 27, 32}
- 3.- Establecer conductometría.
- 4.- El sistema de conductos radiculares se debe preparar utilizando instrumentos de gran calibre (80 o 100 mm) para retirar el tejido pulpar e irrigar con hipoclorito de sodio.

En dientes necróticos, para desinfectar el conducto radicular, se introduce el hidróxido de calcio como medicamento intraconducto por una semana.

- 5.- Irrigar el conducto radicular con NaOCl para eliminar el Ca(OH)_2 .
- 6.- Secar con puntas de papel absorbente.
- 7.- Mezclar el polvo del MTA con agua estéril en una loseta estéril y llevar la mezcla al conducto con un aplicador MTA, creando un tapón apical de MTA de 3 a 5 mm (comprobar su extensión radiográficamente).

Si la colocación de la barrera apical falla en el primer intento, lavar el MTA con agua estéril y repetir el procedimiento.

- 8.- Colocar una torunda algodón húmeda en el conducto y cerrar el acceso con un material de restauración temporal, ya que este material tarda en fraguar de 2 horas y 45 minutos en medio húmedo.

SEGUNDA CITA

- 9.- Obturar el resto del conducto radicular con gutapercha o con resinas compuestas. ^{9, 16, 27, 32} Figura 12

10.- Sellar la cavidad de acceso con una restauración definitiva y evaluar clínica y radiográficamente. ^{9, 16, 27, 32}

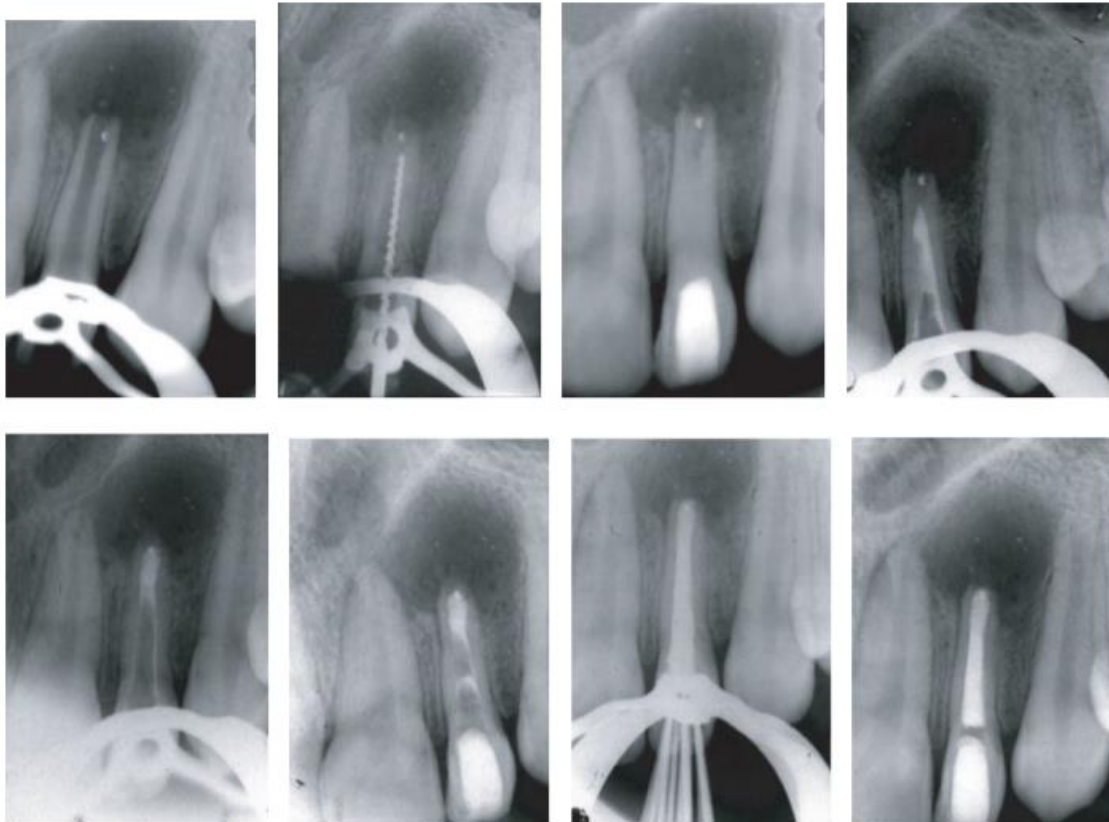


Figura 12. Técnica de Apicoformación con MTA. ⁹

4.2 BIODENTINE®

Biodentine® es un cemento biocerámico a base de silicato de calcio (Figura 13), bioactivo que promueve la dentinogénesis estimulando las células de la pulpa para formar una dentina reactiva. Sus propiedades son similares a las de la dentina sana, y puede reemplazarla tanto a nivel coronario como a nivel radicular. ³³



Figura 13. Presentación comercial del Biodentine®. ²⁸

El Biodentine®, pertenece a la misma familia del MTA (basado en silicato de calcio), surge para obtener las características favorables que otorgaba éste, pero sin sus desventajas: pobres propiedades mecánicas, cambio de coloración tras la exposición a la luz, tiempo de fraguado prolongado, alto costo y difícil manipulación.

Durante el desarrollo de este nuevo material, se determinó que lo que causaba las fallas de fragilidad y fracaso a largo plazo del MTA era la presencia de impurezas metálicas y de aluminio, por lo que decidieron utilizar la tecnología disponible para purificar sus componentes.

Está compuesto por partículas puras de un polvo consistente en silicato tricálcico (que regula la reacción de fraguado), silicato dicálcico, carbonato de calcio (relleno), óxido de zirconio (otorga radiopacidad al cemento) y un líquido con cloruro de calcio dihidratado (acelerador) más un polímero hidrosoluble. Este último reduce la viscosidad del cemento para lograr alta resistencia a corto plazo, disminuir la cantidad de agua requerida para la mezcla y facilitar su manipulación. ^{28, 33} Tabla 4

Powder	Percentage
Tricalcium silicate ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) (main core material)	80.1
Dicalcium silicate ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) (second core material)	-
Calcium carbonate (CaCO_3) (filler)	14.9
Zirconium Oxide (ZrO_2) (radioopacifier)	5
Iron oxide (colouring agent)	-

[Table/Fig-1]: Composition of Biodentine.

Tabla 4. Composición de Biodentine®.²⁸

Se muestran las propiedades físicas y químicas del Biodentine® (Tabla 5); así como las indicaciones ventajas y desventajas (Tabla 6).

Propiedades físicas y químicas del BIODENTINE®	
Reacción de fraguado	Se inicia cuando el silicato tricálcico (C3S) se hidrata y se transforma en un gel de silicato de calcio hidratado (CSH) e hidróxido de calcio. El tiempo de fraguado inicia en 6 minutos y termina de 10 a 12 minutos.
Biocompatibilidad	Es capaz de estimular la formación de dentina reparadora y de tejido duro, luego de su aplicación.
Resistencia compresiva	Su resistencia el primer día es de 131,5MPa y aumenta a 300MPa al mes de utilizado, momento en que este valor se estabiliza y se asemeja al de

	la dentina (297MPa)
Radiopacidad	3,5 mm de aluminio (menor radiopacidad a diferencia del MTA).
Microfiltración	Forma una "zona de infiltración mineral" a lo largo de la interfaz dentina-cemento dando un mayor sellado.
Actividad Antibacteriana y Antifúngica	Efecto antimicrobiano significativo contra E. faecalis.

Tabla 5. Propiedades físicas y químicas del Biodentine®. ^{28, 33}

BIODENTINE®		
Indicaciones	Ventajas	Desventajas
Indicado a nivel coronario para: I. Restauración no definitiva del esmalte, dentinaria definitiva. II. Restauración de lesiones cariosas coronarias profundas y/o voluminosas (técnica sandwich).	I. Estabilidad dimensional II. Costo accesible III. Presenta características	I. Falta de estudios clínicos. II. Uso de

<p>III. Restauración de lesiones cervicales y/o radiculares profundas.</p> <p>IV. Recubrimiento pulpar pulpotomía</p> <p>Indicado a nivel radicular para:</p> <p>I. Reparación de perforaciones radiculares, de perforaciones del techo de la cámara pulpar.</p> <p>II. Reparación de reabsorciones internas perforantes.</p> <p>III. Reparación de reabsorciones externas apexificación.</p> <p>IV. Obturación apical en endodoncia quirúrgica (obturación a retro</p>	<p>mecánicas similares a la dentina humana</p> <p>IV. Fácil manipulación y en comparación con otros cementos su tiempo de fraguado es superior.</p>	<p>amalgamador para capsulas de Biodentine.</p>
--	---	---

Tabla 6. Indicaciones, ventajas y desventajas del Biodentine®. ^{28, 33, 34}

4.2.1 TÉCNICA

Para la manipulación del Biodentine® se debe tomar una cápsula y agitarla ligeramente para asentar el polvo, colocar 5 gotas exactas en la cápsula y posteriormente introducirla en el amalgamador durante 30 segundos con una velocidad de 400 a 4200 oscilaciones/minuto aproximadamente. (Se comprueba la consistencia del material y si se requiere más espeso dejarlo por mayor tiempo). ^{27, 28, 32}

PRIMERA CITA

1. Anestesia local y aislamiento absoluto.
2. Preparar un acceso adecuado.
3. Establecer conductometría.
4. El sistema de conductos radiculares se debe preparar utilizando instrumentos de gran calibre (80 o 100 mm) para retirar el tejido pulpar e irrigar con hipoclorito de sodio.

En dientes necróticos, para desinfectar el conducto radicular, se introduce el hidróxido de calcio como medicamento intraconducto por una semana.^{9, 16, 27}

5. Irrigar el conducto radicular con NaOCl para eliminar el $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
6. Secar con puntas de papel absorbente.
7. Colocar la cápsula de Biodentine® en el amalgamador y llevar la mezcla al conducto con un porta amalgama, creando un tapón apical de Biodentine® de 3 a 5 mm (comprobar su extensión radiográficamente).
Figura14

8. Esperar el tiempo de fraguado final (de 10 -12 minutos) y obturar el resto del conducto radicular con gutapercha o con resinas compuestas.

9. Sellar la cavidad de acceso con una restauración definitiva y evaluar clínica y radiográficamente.^{9, 16, 27, 32}



Figura 14. Forma de preparación del Biodentine®.²⁸



4.3 REVASCULARIZACIÓN

La revascularización es una nueva opción de tratamiento para dientes no vitales que aún no han concluido su formación radicular. Es un tratamiento con bases biológicas que permite la regeneración de la dentina y de la pulpa, logrando un completo desarrollo radicular y cierre apical. Se basa en la estimulación de las células madre y factores de crecimiento presentes en la papila apical de los dientes con ápice abierto, que se conservan vitales aun cuando hay necrosis pulpar.³⁵

Se ha demostrado, que la porción apical del tejido pulpar de estos dientes (papila apical), así como la vaina epitelial de Hertwig, permanecen vitales, y contienen células mesenquimales indiferenciadas (células madre pulpares) que pueden proliferar y diferenciarse en neo-odontoblastos o dentinoblastos.³²

En la regeneración pulpar se necesita que existan células madre (Tabla 7 y Figura 15), factores de crecimiento que permitan la diferenciación de las células madre (Tabla 8), y un medio adecuado para ello.^{36, 37}

Células madre	
(SCAPs)	Células madre que permanecen vitales en la papila apical Por influencia de las células de la vaina epitelial de Hertwig, podrían proliferar y diferenciarse en odontoblastos.

<p>(DPSCs)</p>	<p>Células madre de la pulpa dental Presentes en la pulpa dental de los dientes permanentes. Pueden diferenciarse en odontoblastos.</p>
<p>(PDLSCs)</p>	<p>Células madre del ligamento periodontal Proliferan a nivel de la región apical de la pulpa e invaden el conducto radicular y las paredes dentinarias.</p>
<p>(BMSCs)</p>	<p>Células madre del hueso medular periradicular La inducción del sangrado abundante en el conducto radicular necrótico ya desinfectado transportaría células madre óseas al lumen del conducto.</p>

Tabla 7. Células madre presentes en diente y tejidos vecinos. ^{32, 35}

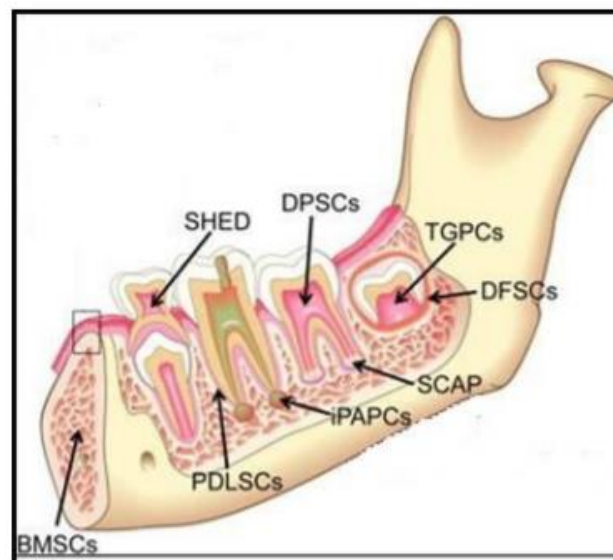


Figura 15. Distintas fuentes potenciales de células madre. ³²



Los factores de crecimiento son un amplio grupo de proteínas que se unen a los receptores celulares con el fin de inducir la proliferación y diferenciación celular mediante la unión a receptores en la superficie celular.^{36, 37} Tabla 8

Factores de crecimiento	
PDGF	Factor de crecimiento derivado de plaquetas
VEGF	Factor de crecimiento del endotelio vascular
Factor de crecimiento tisular	Estimulan la diferenciación y maduración de fibroblastos, odontoblastos y cementoblastos
TGF	Factor de transformación de crecimiento
BMP	Proteína morfogenética ósea Aplicadas directamente sobre la pulpa estimulan la diferenciación de células madre progenitoras en odontoblastos, así como la formación de dentina.
FGF	Factor de crecimiento fibroblástico Estimula a las células madre pulpares.

VEGF y FGF-2

Factor de crecimiento endotelial vascular.

Juegan un papel muy importante en la neovascularización de los tejidos dañados.

Tabla 8. Factores de crecimiento.³²

Un espacio vacío en el conducto no favorece el crecimiento de nuevo tejido desde el área de la papila apical. Es necesario una matriz de andamiaje que actúe como guía sobre la que se promueva el crecimiento del nuevo tejido y la diferenciación celular, además de permitir la adherencia de las células.

La matriz debe ser biodegradable, para que pueda ser reemplazada por el tejido regenerado, debe ser porosa para permitir la penetración y colocación de las células, y biocompatible con el tejido huésped. Las matrices pueden ser naturales (colágeno, fibrina, seda, y alginato) o sintéticas (varios polímeros como PLA, PGA, entre otros).

Como matriz sobre la que prolifere el nuevo tejido se ha utilizado el coágulo sanguíneo, gel de colágeno, plasma rico en plaquetas (PRP) y fibrina rica en plaquetas.^{16, 32}

Las condiciones necesarias para que se produzca la revascularización pulpar son:

- a) Tejido pulpar vital a nivel apical.
- b) Células madre.
- c) Desinfección profunda del canal radicular y colocación de pasta triantibiótica.



- d) Formación de una matriz en el interior del espacio pulpar que sirva de andamio para la proliferación del nuevo tejido.
- e) Factores de crecimiento.
- f) Sellado coronario:

Debe ser biocompatible y no se recomienda materiales como amalgama, resina compuesta o ionómero de vidrio en contacto directo con el tejido pulpar. Sólo se deben usar éstos, una vez que estos tejidos sean cubiertos con un material biocompatible como MTA. ^{16, 32}

REVASCULARIZACIÓN		
Indicaciones	Ventajas	Desventajas
I. Dientes permanentes jóvenes con ápice inmaduro no vitales.	II. Engrosamiento de las paredes del conducto radicular III. Elongación radicular IV. Tiempo de tratamiento corto: V. Una o dos sesiones VI. Recuperación de la irrigación y la inervación VII. Neoformación de tejidos dentarios similares a los originales VIII. Cierre apical: Stop apical natural	IX. Los resultados clínicos a largo plazo aún son controversiales X. Desconocimiento de la naturaleza del tejido formado

Tabla 9. Indicaciones, ventajas y desventajas de la revascularización. ³⁵



4.3.1 TÉCNICA

Numerosos trabajos científicos proponen diversos protocolos para la regeneración endodóntica, con ligeras variantes entre ellos; sin embargo, se resumen en el siguiente protocolo:

PRIMERA CITA

1. En la primera sesión se recomienda el uso de anestesia con vasoconstrictor, como lidocaína al 2% con 1:100.000 de epinefrina. En la segunda sesión, se indica el uso de anestesia sin vasoconstrictor, como mepivacaína al 3% sin vasoconstrictor, (el vasoconstrictor impide la hemorragia intraconducto), se debe colocar en una zona lo más alejada del diente problema.
2. Colocar aislamiento absoluto.
3. Realizar el acceso coronario y radicular.
4. Obtener conductometría.
5. Irrigación con Hipoclorito de sodio al 1%.
6. Medicación intraconducto con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por 24 Horas.
7. Medicación intraconducto con pasta triantibiótica por 2 a 5 días.

Figura 16 y 17



Mezcla de 3 antibióticos: Metronidazol, Minociclina y Ciprofloxacina.
La minociclina pertenece al grupo de las tetraciclinas la cual causa pigmentación de la corona dentaria, está puede ser sustituida por amoxicilina de 500 mg.

En caso de que el paciente sea alérgico a la penicilina se debe utilizar 1 tableta de azitromicina 500 mg o clindamicina 300 mg.

SEGUNDA CITA

1. Estimular el sangrado periapical con lima K #25 hasta que se llene el conducto radicular en su totalidad.
2. Colocar una torunda de algodón estéril pequeña en la entrada del conducto radicular hasta que se forme el coagulo sanguíneo (3 minutos aproximadamente).^{16, 32, 35, 38}
3. Colocar MTA en el tercio cervical del conducto radicular y encima de él colocar una torunda de algodón estéril pequeña húmeda por 24 horas para que se realice su fraguado adecuado.
4. Colocar restauración temporal de ionómero de vidrio entre cada cita.
5. A las 24 horas se retira la restauración temporal y la torunda de algodón que recubre el MTA y se coloca la restauración permanente (resina o amalgama).

6. Control radiográfico cada 3 meses.

7. En caso de presentar sintomatología retirar el MTA y continuar con tratamiento de apicoformación convencional. ^{16, 32, 35, 38} Figura 16 y 17

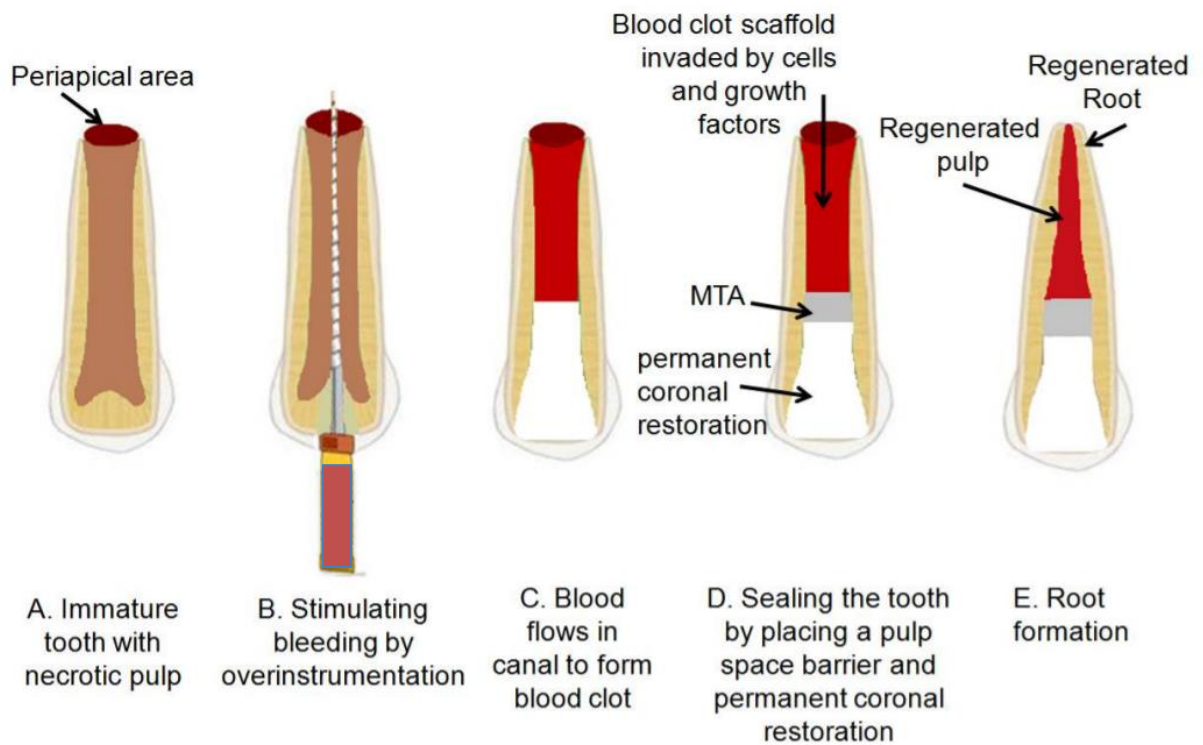


Figura 16. Regeneración apical. ¹⁶

TÉCNICA DE REVASCULARIZACIÓN



Radiografía preoperatoria



Aislamiento y acceso



Conductometría



Desinfección



Secado



Colocación de pasta triantibiótica



Sellado con ionómero de vidrio



Retiro de pasta triantibiótica



Formación de coágulo sanguíneo



Colocación de MTA/Biodentine



Cierre apical

Figura 17. Técnica de revascularización. ³⁵



La revascularización es un procedimiento que restablece la vitalidad de un diente no vital, permitiendo la reparación y regeneración del complejo dentino-pulpar.

Se basa en la existencia de una matriz de tejido estéril a la cual se le proporcionan nuevas células, las que pueden crecer y restablecer la vitalidad pulpar. 16, 32, 35, 38



CONCLUSIONES

La afectación pulpar producida por diferentes etiologías que están presentes en dientes permanentes que no han culminado el desarrollo radicular provocan dientes que no tienen una proporción corono radicular adecuada, presentan una raíz corta, con paredes muy delgadas las cuales conllevan a una futura fractura del diente afectado.

La técnica por realizar en una pieza inmadura va a depender del diagnóstico pulpar, sin embargo, el objetivo de tratamientos realizados con cementos biocerámicos como el MTA o el Biodentine®. es el mismo, conseguir un tope apical para luego continuar con el tratamiento endodóntico.

Biodentine® tiene mejores propiedades en comparación con el MTA en términos de fraguado. La presencia del acelerador en Biodentine® da como resultado un fraguado más rápido, mejorando así propiedades de manejo y resistencia.

Los procedimientos de endodoncia regenerativa con células madre y factores de crecimiento, consisten en reemplazar estructuras dañadas y su fin es regenerar el complejo dentino-pulpar.

Las desventajas de los procedimientos de regeneración incluyen un mayor número de citas y tiempos de tratamiento más largos en comparación con la técnica de barrera apical de MTA o Biodentine®.

Los procedimientos de endodoncia regenerativa pueden convertirse en el tratamiento estándar base para tratar dientes permanentes con ápice



abierto y necrosis pulpar. Es la única opción de tratamiento que promueve el desarrollo continuo de la raíz, lo que reduce el riesgo de futuras fracturas radiculares obteniendo de esa manera una mejor proporción corona-raíz.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sarmiento-Cárdenas Andrea, Gutiérrez-Pulla Karen, Bastidas-Calva Zulay, Cemento biocerámico como barrera apical en diente permanente no vital con ápice inmaduro, Revista OACTIVA UC Cuenca. [Internet] Vol. 6, No. 1, enero-abril, 2021 [citado:04/01/21] Disponible en:
<https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/471/635>
2. Seminario Rodríguez Carla, “Diagnóstico y tratamiento pulpar en dentición decidua y permanente joven”, Lima-Perú [Internet] 2019 [citado:20/01/21] Disponible en:
<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5115>
3. Bachiller De La Cruz Navarro, Sandra Paola, Manejo de terapia pulpar, pulpotomía, pulpectomía, apicoformación, Lima [Internet] 2017 [Citado:22/01/21] Disponible en: <https://cutt.ly/uIRkQTK>
4. Solano Diaz Erika, Prevalencia de patologías pulpares y periapicales en las piezas 6 de pacientes de 7 a 10 años que acuden a la consulta odontológica de la ucla en el período de marzo-abril 2017, UDLA [Internet] 2017 [Citado:22/01/21] Disponible en: <https://cutt.ly/PIRkB90>
5. Hernández Guiraldo María Fernanda, Protocolo de atención del adulto mayor con pulpitis irreversible, UNAM Facultad de Odontología, [Internet] 2018 [Citado:22/01/21] Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2018/noviembre/0782327/Index.html>
6. Canché-Colonia Liliana, Alvarado Gabriel, López María, Ramírez Marco, Vega- Elma, Frecuencia de patologías pulpares en el CDFU Humberto Lara y Lara, Rev Tamé 2015; 4 (11): 387-391. [Citado:22/01/21] Disponible en:



<http://40.71.171.92/bitstream/handle/123456789/2223/Tam1511-05i.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. Montoya Cárdenas Gretha Lizeth, Prevalencia de pulpitis irreversible en pacientes atendidos en el centro odontológico de la Universidad de San Martín de Porres en el año 2017, Lima-Perú [Internet] 2020 [Citado:25/01/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/dIRlh3x>
8. Bonazzi Mariana, Tratamientos pulpares en dientes permanentes jóvenes, PRECONC [Internet] 1992 [Citado:03/02/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/zIRIEJs>
9. Villar Ayora Adriana Raquel, “Manejo endodòntico de dientes con àpices abiertos”, Universidad Peruano Cayetano Heredia, Facultad de Estomatología Roberto Beltrán, [Internet] 2011 [Citado:21/02/2021] Disponible en: <http://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/ADRIANARAQUELVILLARAYORA.pdf>
10. Juan Pedro, Cementogénesis, Universidad de Buenos Aires [Internet] 2014 [Citado:21/02/2021] Disponible en: <https://filadd.com/doc/citaci-n-14-cemento-cementog-nesis-pdf-biologia>
11. R. Alondra, Complejo dentino-pulpar, [Internet] [Citado:21/02/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/hIRIKGq>
12. Carrasco Rober Iván, “Manejo de terapia pulpar en dientes deciduos y permanentes jóvenes”, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima [Internet] 2017 [Citado:29/01/21] Disponible en: <https://cutt.ly/ZIRI9ux>
13. Coaguila Llerena H, Denegri Hacking A. Uso de barreras apicales y apexificación en endodoncia. REH [Internet]. 19nov.2014 [citado: 31/01/2021];24(2):120 Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/2133>



14. Pérez Alfaro Ma. Del Socorro, Unidad 14: endodoncia pediátrica y endodoncia geriátrica Sección 3: Terapia pulpar del diente permanente inmaduro, Fes Iztacala [Internet] [Citado:31/01/21] Disponible en:
<https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/infantil3.html>
15. Gutiérrez Marisa, Fadel Patricia, Tratamiento del diente permanente joven, UNC [Internet] 2017 [Citado:08/02/2021] Disponible en:
<https://cutt.ly/QIRzptE>
16. Paniagua C. Martha Isabel, Apexogénesis apexificación, [Internet] [Citado:09/02/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/JIRzjl6>
17. Blanco Lucia, Boiero Claudio, Fracturas coronarias con exposición pulpar. Reporte de tres casos clínicos en diferentes edades, [Internet] 2014 [Citado:08/02/21] Vol.21, No. 72. Disponible en:
<https://www.coc-cordoba.org.ar/claves/revistaclaves72/article4.html>
18. González Docando Yanet Elena, García Martínez Yarilis, Ávila Mercedes, et. al., Tratamiento pulpo radicular para dientes con aperturas apicales amplias, MEDICIEGO [Internet] 2016; Vol.22 No.2 ISSN: 1029-3035 [Citado:03/02/2021] Disponible en:
<https://www.medigraphic.com/pdfs/mediciego/mdc-2016/mdc162a.pdf>
19. Pérez Alfaro Ma. Del Socorro, Terapia pulpar del diente permanente inmaduro, Fes Iztacala, [Internet] [Citado:08/03/2021] Disponible en:
<https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/infantil3.html>
20. Borba de Araújo Fernando, De Andrade Ma. De Lourdes, Percinoto Célio, Medeiros Ítalo, Terapia pulpar en dientes deciduos y permanentes jóvenes, [Internet] [Citado:14/03/2021] Disponible en:
<https://drive.google.com/file/d/1zbfO54ujXIOszTgZ98QYKZEqppiHkvI6/view>
21. Pérez Alfaro Ma. Del Socorro, Apexificación o Apicoformación, Unidad 14: endodoncia pediátrica y endodoncia geriátrica



- Sección 3: Terapia pulpar del diente permanente inmaduro, Fes Iztacala [Internet] [Citado:16/003/21] Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas14Infantil/inmapefrank.html>
22. Sossa R. Henry, Técnica convencional Hidróxido de calcio, Guía de endodoncia, Fundación HMI [Internet] 2009 [Citado:16/003/21] Disponible en: http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion_homi/8.%20Guia%20de%20Endodoncia.pdf
23. Cristóbal Cotarelo Beatriz, Apexificación con hidróxido de calcio vs tapón apical de MTA, Gaceta Dental [Internet] 2009 [Citado:16/003/21] Disponible en: <https://gacetadental.com/2009/03/apexificacin-con-hidrxido-de-calcio-vs-tapn-apical-de-mta-31613/>
24. Santiago Medina Noemí María, Tratamiento endodóntico y rehabilitación en un diente permanente joven no vital, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, LIMA-PERÚ [Internet] 2015 [Citado:16/003/21] Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/13709/Santiago_Medina_Noemi_Maria_2015.pdf?sequence=1
25. Bóveda Carlos, Barnett Fred, Inducción del cierre apical, [Internet] [Citado:16/003/21] Disponible en: https://www.carlosboveda.com/images/Casos/casosinvitados/Barnett/barnett_25.htm
26. Plascencia Contreras Hugo, Solís Sánchez Rodrigo, Díaz Magaña Mariana, et. al. Apexificación mediante creación de barrera apical con MTA: serie de 5 casos. Revista Tamé, [Internet] 2014; 2 (6):184-189 [Citado:20/03/21] Disponible en: http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero_6/Tam136-05.pdf



27. Sagbay Bueno Diana Patricia, “Efectividad del Biodentine y MTA, en el tratamiento de apexificación”, Universidad de Guayaquil [Internet] 2018 [Citado:20/03/21] Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33792>
28. Thomas Kipling María Teresa, Estudio comparativo de la bioactividad de los materiales biocerámicos en endodoncia, Universidad Iberoamericana [Internet] 2020 [Citado:20/03/21] Disponible en:
https://repositorio.unibe.edu.do/jspui/bitstream/123456789/285/1/180981_TF.pdf
29. Miñana Gómez Miguel. El Agregado de Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia. RCOE [Internet]. 2002 junio [citado:20/03/21]; 7(3): 283-289. Disponible en:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2002000400006&lng=es.
30. Rodríguez Villalobos Patricia, Bolaños López Violeta, Propiedades y Usos en Odontopediatría del MTA (Agregado de Trióxido Mineral), UCR [Internet] 2011 [Citado:20/03/21] Disponible en:
<https://cutt.ly/7xImEIH>
31. Chaple Gil Alain, Herrero Lien, Generalidades del agregado de Trióxido Mineral (MTA) y su aplicación en odontología: Revisión de la literatura, Acta Odontológica Venezolana, [Internet] 2006 [Citado:20/03/21] Disponible en:
<https://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/3/art-30/>
32. Rodríguez Benítez Soledad, Estudio sobre diferentes protocolos de irrigación y medicación intraconducto para la revascularización pulpar en dientes inmaduros y necróticos de perros Beagle, Universidad de Sevilla [Internet] 2015 [Citado:20/03/21] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/51394471.pdf>



33. Fuentes Orellana María Carolina, Efecto de biodentine en la conservación de la vitalidad pulpar de dientes temporales con pulpotomía, Universidad Finis Terrae, [Internet] 2015 [Citado:20/03/21] Disponible en: <https://cutt.ly/ZvbFZDp>
34. Gurría Mena Adriana., Vilchis Rodríguez Sara., Rodríguez Sepúlveda A., Uso de biodentine como alternativa de recubrimiento pulpar., Revista Mexicana De Estomatología, [Internet] 2020; 6(2), 29-33. [Citado:20/03/21] Disponible en: <https://cutt.ly/4vbFPSZ>
35. Fernández Rocío, Endodoncia regenerativa en piezas dentarias permanentes jóvenes con necrosis pulpar: Revisión de un caso clínico, Universidad Nacional de la Plata, [Internet] 2018 [Citado:22/03/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/EvgMBCN>
36. Blázquez Molina Patricia, Riobos González María Fe, Técnica de revascularización en odontopediatría paso a paso. A propósito de un caso. Revista de Odontopediatría Latinoamericana, [Internet] 2019; 9(2), 140-149 [Citado:22/03/2021] Disponible en: <https://revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/174/37>
37. Moreno Millán Daniela, Revascularización pulpar en dientes permanentes inmaduros: revisión sistemática de la literatura, Universidad Santiago de Cali, [Internet] 2018 [Citado:22/03/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/1xIQijH>
38. Pérez Salvador Omar, Terapéutica pulpar en dientes permanentes jóvenes, UNAM [Internet] [Citado:22/03/2021] Disponible en: <https://cutt.ly/kvgZPEw>