



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**TRATAMIENTO DE DIENTES CON ÁPICE ABIERTO
EMPLEANDO MTA COMO BARRERA APICAL.**

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
C I R U J A N A D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

VIRIDIANA TORRES MARTÍNEZ

TUTORA: Esp. MARÍA DEL ROSARIO LAZO GARCÍA

ASESORA: Esp. ELIZABETH POWELL CASTAÑEDA

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 Dios, por haberme dado esta vida.

A Espiridión Torres Villalobos,
por ser mi amigo, mi padre y maestro.

A Julieta Martínez Becerra,
por tu confianza y apoyo incondicional.

A ambos, con infinito respeto,
admiración y amor. Gracias papás.

A la UNAM por haberme dado
mi formación educativa.

A la Dra. Ma. del Rosario Lazo García y
a la Dra. Elizabeth Powell Castañeda
por su apoyo en la realización de este trabajo.

A mi familia, amigos y compañeros,
por haber compartido momentos de su vida conmigo
y haber hecho de estos una etapa hermosa.
Cada quien sabe su lugar en mi corazón.

Gracias a ustedes soy lo que soy,
con cariño Viry.

Índice	Página
Introducción.....	5
Objetivo.....	7
CAPÍTULO 1. EMBRIOLOGÍA DENTAL.....	9
1.1 Generalidades.....	9
1.2 Odontogénesis.....	9
1.3 Desarrollo radicular.....	13
CAPÍTULO 2. EL DIENTE CON ÁPICE ABIERTO.....	18
2.1 Manejo del diente con vitalidad pulpar.....	19
2.2 Apicogénesis.....	19
2.3 Manejo del diente con necrosis pulpar.....	20
2.3.1 Por caries.....	21
2.3.2 Por traumatismo.....	22
2.4 Apicoformación.....	24
2.4.1 Antecedentes históricos.....	25
CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DE DIENTES CON APICE ABIERTO Y NECROSIS PULPAR.....	30
3.1 Generalidades.....	30
3.2 Recambios de hidróxido de calcio.....	31
3.3 Barrera apical.....	33
3.3.1 Barrera apical con hidróxido de calcio.....	33
3.3.2 Barrera apical con fosfato tricálcico.....	33
3.3.3 Barrera apical con MTA.....	34
CAPÍTULO 4. MTA.....	36
4.1 Historia.....	36
4.2 Características generales.....	37
4.2.1 Valor de pH.....	37
4.2.2 Radiopacidad.....	38
4.2.3Tiempo de endurecimiento.....	38
4.2.4 Resistencia compresiva.....	39
4.2.5 Solubilidad.....	39
4.2.6 Microfiltración.....	39

4.3 Usos.....	40
4.4 Manipulación.....	40
CAPÍTULO 5. TÉCNICA DE BARRERA APICAL CON MTA.....	43
5.1 Aislamiento absoluto.....	43
5.2 Acceso.....	43
5.3 Longitud de trabajo (LT).....	44
5.4 Instrumentación.....	45
5.5 Irrigación.....	45
5.6 Medicación intraconducto.....	46
5.6.1 El hidróxido de calcio sobre los tejidos periapicales.....	47
5.7 Sellado provisional.....	48
5.8 Obturación del conducto de dientes con ápice abierto.....	48
5.8.1 Colocación del tapón apical.....	49
5.9 Restauración después de la apicoformación.....	51
Conclusiones.....	53
Bibliografía.....	54
Anexos.....	56

Introducción

La terapia endodóncica tiene por objeto la permanencia de los órganos dentales en boca, para mantener su función y estética. Este intento por conservarlos el mayor tiempo posible tiene buen pronóstico cuando se cumple con una buena irrigación, conformación y obturación tridimensional del conducto radicular, además de la adecuada reconstrucción del diente tratado.

La pulpa es el elemento que permite al diente terminar su formación radicular; cuando esta se ve afectada ya sea por un proceso carioso o traumático también se verá alterada la formación de la raíz, en el caso de que esta agresión provoque la muerte pulpar el tratamiento de elección es la apicoformación.

Cuando el diente es un diente joven y no ha concluido aún su formación radicular, los tejidos son más frágiles que los de un diente maduro, lo cual limita la preparación del conducto y la restauración protésica del diente; la anatomía del conducto es diferente en cuanto a dimensiones, lo que complica la irrigación ya que es fácil enviar el irrigante a los tejidos perirradiculares y el ápice abierto dificulta el sellado endodóncico y por consiguiente favorece la penetración de bacterias.

Se han desarrollado diferentes técnicas para tratar estos casos. En un inicio el tratamiento era quirúrgico, se amputaba una parte de la raíz, lo cual podía generar trauma en el paciente ya que generalmente es un tratamiento realizado en niños y además este corte generaba mala proporción corona-raíz impidiendo su reconstrucción. Posteriormente se utilizó hidróxido de calcio [$Ca(OH)_2$] para inducir el cierre fisiológico del ápice. Este tratamiento presentaba algunas desventajas como el costo, disposición del paciente y posible fractura radicular a lo largo del tratamiento, debido a la duración del

mismo, por lo que se desarrollaron técnicas en las que se crea una barrera apical con distintos materiales como $Ca(OH)_2$, fosfato tricálcico y MTA. Con la creación de estas barreras se consiguen resultados favorables a nivel apical y el tiempo necesario para concluir el tratamiento puede ser de una a dos citas respetando el tiempo de fraguado de la barrera apical de MTA, exponiendo poco a las paredes dentinarias delgadas.

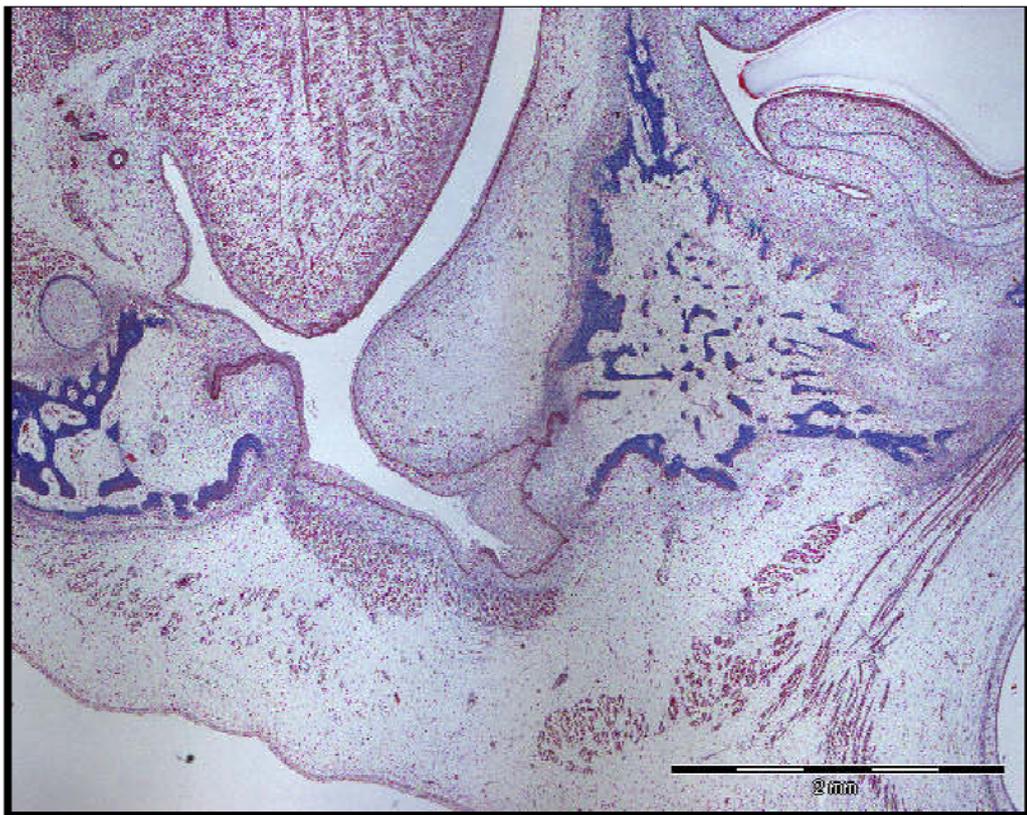
Objetivo

Conocer mediante revisión bibliográfica las diferentes alternativas para el manejo de dientes necróticos con foramen abierto; y de manera específica la colocación del Agregado Trióxido Mineral (MTA) como material de barrera apical.

CAPÍTULO 1

EMBRIOLOGÍA

DENTAL



CAPÍTULO 1. EMBRIOLOGÍA DENTAL

1.1 Generalidades

La terapia endodóncica establece una relación fundamental con la anatomía dentaria interna, independientemente de las características del espacio anatómico, el cual presenta variaciones morfométricas que pueden relacionarse, con factores como: edad del paciente, factores fisiológicos y factores patológicos. ¹

El tejido pulpar determinará, en algunas situaciones, la aparición de lesiones irreversibles y de la consecuente necrosis. Estas alteraciones se presentan como resultado de la contaminación del sistema de conductos abrigando toxinas residuales, microorganismos y subproductos, haciendo que de esta manera, el sistema de conductos se vuelva una fuente de agresión a los tejidos vivos de la región periapical. ¹

1.2 Odontogénesis

A partir de la cuarta semana de vida intrauterina, se puede reconocer una región denominada estomodeo o cavidad oral primitiva. Esta se origina de una invaginación del ectodermo, que se separa del intestino cefálico mediante una fina capa de células endodérmicas, la membrana bucofaríngea que, posteriormente, será rota. El estomodeo está delimitado en su porción superior por el tubo neural; caudalmente por la eminencia cardíaca y, lateralmente, por el primer par de arcos braquiales.

Este primer arco se caracteriza porque su superficie está revestida por el ectodermo –tejido epitelial primitivo- en lugar del endodermo como sucede en los arcos restantes. Su región central está compuesta inicialmente por células del mesénquima y será posteriormente invadida por células de la

cresta neural. Estas células, en el primer arco, son las responsables de la formación de todos los tejidos dentarios exceptuando el esmalte.¹

El primer arco posee dos procesos: maxilar y mandibular. El primero será responsable de la formación del maxilar, del arco cigomático y de la porción escamosa del temporal. El otro, a su vez, determinará la mandíbula. Los arcos maxilares se funden con los procesos frontonasaes determinando el arco maxilar. A su vez, los procesos mandibulares también se funden determinando el arco mandibular. Como estos están revestidos por un epitelio denominado odontogénico, este fenómeno determinará la presencia de dos bandas epiteliales primarias, una en cada arco, que se caracterizan por una placa continua de epitelio en forma de herradura.¹

Esta banda epitelial determinará dos estructuras: la lámina vestibular, que será la responsable para la formación del vestíbulo, y la lámina dentaria, que se encargará de estimular la formación del elemento dentario.

El primer fenómeno que se puede observar en la lámina dentaria es una intensa actividad proliferativa formando una banda gruesa de epitelio, denominada lámina dentaria.¹

A lo largo de esta lámina, en puntos bien definidos, donde se formarán los dientes deciduos, se produce una proliferación extra de células basales, invaginándose en el ectomesénquima y originando así minúsculas dilataciones ovoidales o esféricas en la membrana basal en forma de botón, con crecimiento del borde libre de la lámina dentaria, que darán origen a los primordios del órgano dentario hacia el interior del ectodermo. Simultáneamente, se produce la condensación de las células de esta región por debajo del epitelio de revestimiento.¹

Durante la secuencia de multiplicación epitelial, se produce crecimiento y modificación morfológica del botón que ahora tiene la forma de capuchón o casquete. (Figura 1) En esta fase, hay un aumento de la concentración de células del ectomesénquima y la clara determinación del órgano dentario. La misma comprende una capa de células con aspecto cilíndrico por debajo o adyacente al ectomesénquima, denominado epitelio dentario interno. Otra capa en la región opuesta a esta, caracterizada por células cúbicas, se denomina epitelio dentario externo. Estas dos estructuras abrazan una porción denominada retículo estrellado caracterizado por un adelgazamiento de células unidas por desmosomas, lo que provee un aspecto de estrella, permeados con líquido fluido y rico en albúmina.¹

Otras estructuras del ectomesénquima que pueden ser identificadas a partir de este momento son: la papila y el folículo dentario. La papila dará origen al conjunto dentinopulpar, está en la región central justo por debajo de la cavidad del casquete. El folículo dentario, se posiciona lateralmente a esta cavidad, originará los tejidos de sostén del diente, cemento, ligamento periodontal y porción fasciculada del hueso alveolar. El órgano del esmalte, la papila dentaria y el folículo dentario en conjunto constituyen el germen dentario. Estos dos tejidos embrionarios se diferencian en el hecho de que el folículo posee una cantidad mucho mayor de fibrillas de colágeno.¹

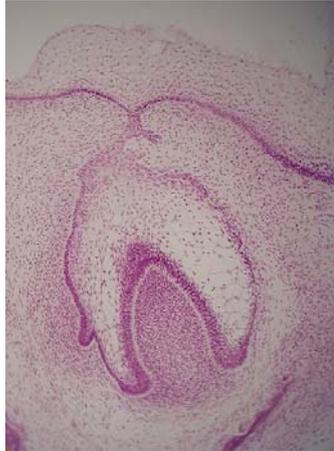


Figura 1. Estadio de casquete (Tomada de <http://images.google.com.mx>)

Cuando el órgano del esmalte crece cambia su morfología tomando forma de campana, donde se logra el máximo crecimiento y diferenciación. (Figura 2) En esta fase, se manifiesta, entre el retículo estrellado y el epitelio dentario interno, la presencia de un grupo de células denominado estrato intermedio, que son células con alta actividad de fosfatasa alcalina, responsables del inicio de la calcificación. Estas células en conjunto son responsables de la formación del esmalte y, junto con las células de la papila, de la formación de la dentina, además de determinar la forma de la corona y establecer el epitelio de unión.¹

En relación a la formación del patrón radicular aparece un asa cervical, que es la unión de los epitelios dentarios interno y externo. En esta, las células presentarán una actividad proliferativa, determinando la vaina epitelial de Hertwig que induce a la formación radicular.¹

En este momento se da el desprendimiento del órgano dentario, del anclaje de la lámina dentaria y del epitelio de la cavidad oral. En la fase de campana también se determina la forma de la corona a través del desdoblamiento del órgano del esmalte, donde las primeras células cesan su actividad proliferativa antes de diferenciarse en ameloblastos.

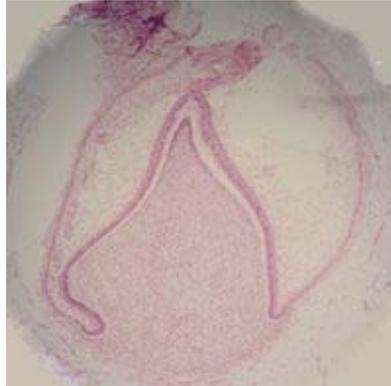


Figura 2. Estadio de campana (Tomada de <http://images.google.com.mx>)

El sistema nervioso, irá inicialmente en dirección del saco dentario y de la papila. En una fase siguiente del desarrollo, la fase coronal, la papila se caracteriza por la formación de tejidos mineralizados, la dentinogénesis y la amelogénesis.¹

1.3 Desarrollo radicular

Es importante el conocimiento del ápice radicular puesto que, las etapas de formación radicular y el tipo de tejido presente dentro de la raíz del diente, tienen gran influencia en la práctica endodóncica.

Este proceso se inicia a partir del momento en el que las células de los epitelios dentarios interno y externo comienzan a proliferar a partir de una asa cervical,¹ la cual, en su crecimiento y desarrollo posterior forma la vaina epitelial radicular de Hertwig, que delimita la futura pulpa del diente y es la responsable de la formación, número, tamaño y forma de las raíces, que inician su formación una vez formado el esmalte.²

Al mismo tiempo que crece la vaina epitelial radicular, a partir de las células mesenquimatosas indiferenciadas del saco dentario; se diferencian los osteoblastos, que producen un tejido osteoide que, una vez mineralizado, forma el hueso del proceso alveolar, en el que se produce una remodelación

continúa por procesos de aposición y reabsorción, debido al crecimiento y cambio de posición del germen dentario.

Cuando la vaina epitelial radicular de Hertwig ha alcanzado su longitud máxima, se dobla hacia dentro circunferencialmente, constituyendo el diafragma apical, estructura que establece la longitud del diente y delimita el foramen apical. En este momento se habla de pulpa dental en lugar de papila dental.²

Durante la formación y desarrollo de la vaina epitelial de Hertwig se pueden producir pequeñas interrupciones, que originan conductos laterales o accesorios.

En los casos de dientes multirradiculares, la vaina forma unas invaginaciones que dividen el infundíbulo radicular en 2, 3 o más raíces.²

De acuerdo con Orban, el ápice radicular permanece en su lugar, esto quiere decir que, el diente y las estructuras de soporte que lo rodean se mueven oclusalmente, continuando con la formación radicular.

La longitud final de la raíz y el cierre apical varía de acuerdo con la erupción dentaria y el sexo del paciente. En términos generales, se puede resumir que los varones tardan más tiempo en formar cada uno de sus dientes tanto en longitud como en maduración del foramen, que las niñas.

Por otra parte los dientes, después de la erupción, tardarán en llegar a su longitud radicular total hacia los 3 o 4 años más. Mientras que para el cierre apical habrán de transcurrir otros 2 a 5 años más todavía.³

Estos datos se representan en la siguiente tabla:

	Erupción	Cierre Apical	Longitud promedio
Inferiores			
Central	6-7 años	9 años	20.7 mm
Lateral	7-8 años	10 años	21.7 mm
Canino	9-10 años	12-14 años	25.6 mm
1er Premolar	10-12 años	12-13 años	21.6 mm
2do Premolar	11-12 años	13-14 años	21.5 mm
1er Molar	6-7 años	9-10 años	21 mm
2do Molar	11-13 años	14-15 años	20 mm
Superiores			
Central	7-8 años	10 años	22.5 mm
Lateral	8-9 años	11 años	22 mm
Canino	11-12 años	13-15 años	26.5 mm
1er Premolar	10-11 años	12-13 años	20.6 mm
2do Premolar	10-12 años	12-14 años	21.5 mm
1er Molar	6-7 años	9-10 años	20.8 mm
2do Molar	11-13 años	14-16 años	20 mm

Tabla 1.- Cronología de la erupción y cierre apical ³

La formación radicular se realiza por odontoblastos de la pulpa sana. La aposición de dentina se efectúa en sentido coronoapical, induciendo así un estrechamiento progresivo de la luz ductal. ⁴

Clasificación del desarrollo radicular y apical

Patterson en 1958 publicó una clasificación de los dientes permanentes según su desarrollo radicular y apical dividiéndolos en las siguientes cinco clases: (ver Figura 3)

1. Desarrollo parcial de la raíz con lumen apical mayor que el diámetro del conducto.
2. Desarrollo casi completo de la raíz, con lumen apical mayor que el conducto.
3. Desarrollo casi completo de la raíz, con lumen apical mayor que el conducto.

4. Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el del conducto.
5. Desarrollo completo radicular con tamaño microscópico apical.⁵

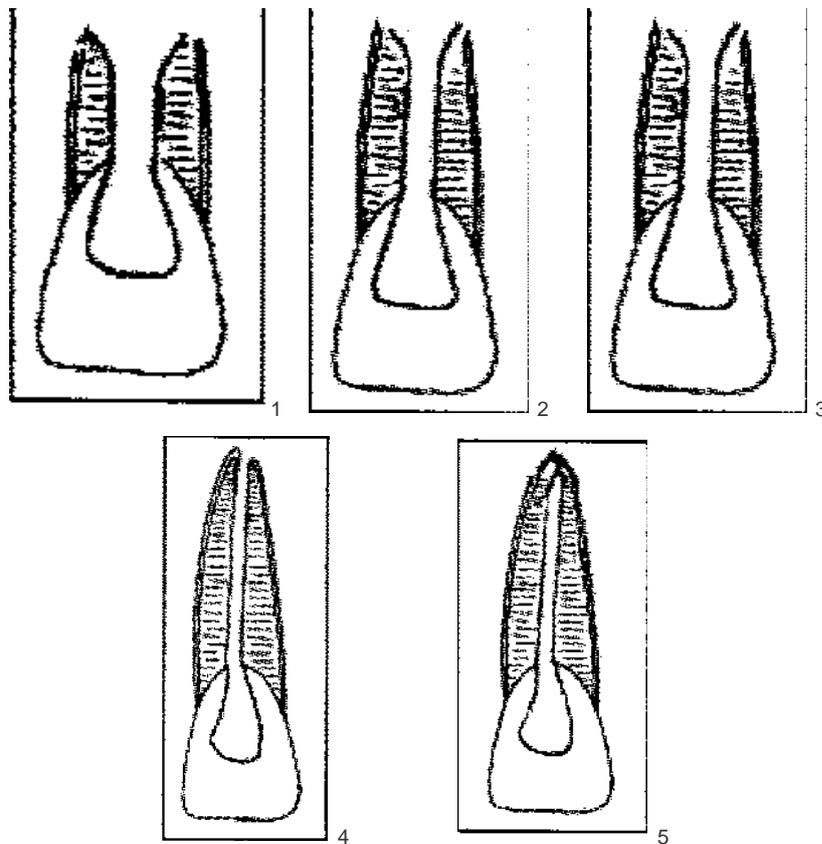
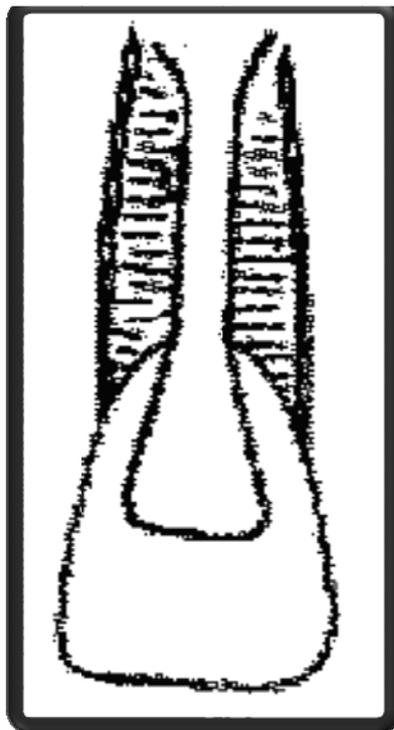


Figura 3. Clasificación del desarrollo radicular y apical

(Tomada de Artículo de Revisión Tratamiento pulpar en la apexificación del diente inmaduro mediante agregado de trióxido mineral. pág. 30)

CAPÍTULO 2

EL DIENTE CON ÁPICE ABIERTO



CAPÍTULO 2. EL DIENTE CON ÁPICE ABIERTO

Una vez que el diente erupciona en la cavidad bucal, lo hace con una formación radicular incompleta por lo que se denomina diente inmaduro o con ápice abierto.

Si el diente presenta alguna patología pulpar ya sea como consecuencia de caries profunda o de alguna lesión traumática puede interferir en la vitalidad pulpar. La pérdida de la vitalidad pulpar en un diente permanente joven antes de concluir la formación radicular trae como consecuencia una raíz de paredes delgadas y propensas a la fractura.⁶

En función de la intensidad y duración de los irritantes y de la resistencia del huésped, la patología pulpar puede variar desde una inflamación temporal o pulpitis reversible, hasta una inflamación grave y progresiva o pulpitis irreversible que evolucionará hacia necrosis.⁶

La caries y los traumatismos dentarios constituyen la causa más frecuente de lesiones pulpares en dientes permanentes jóvenes, afectando la primera con más frecuencia a los dientes posteriores, especialmente a primeros molares, mientras que los traumatismos afectan más a dientes anteriores, en particular al grupo incisivo superior.⁶

Simón y cols. afirman que la densidad de células inflamatorias y la intensidad de la lesión pulpar aumenta conforme la caries avanza en profundidad y amplitud. La capacidad de la pulpa para soportar la lesión se relaciona con la gravedad de esta.⁴

Para realizar el diagnóstico más exacto, se debe obtener información a partir de diversas fuentes, entre ellas, una historia clínica cuidadosa, características del dolor, exámenes clínicos y radiográficos completos.

La exploración extraoral e intraoral cuidadosa es importante para detectar la presencia de alteraciones pulpares en un diente. Se debe examinar cada diente, los tejidos de soporte y los tejidos blandos, debido a que existen diversos signos tales como: enrojecimiento, tumefacción del vestíbulo, fístulas, fracturas dentales, restauraciones defectuosas, caries, pigmentación de la corona; los cuales pueden ser indicadores de patologías pulpares presentes.⁷

2.1 Manejo del diente con vitalidad pulpar

Se diagnostica así al diente cuando:

- ✓ No hay antecedentes de dolor espontáneo
- ✓ No hay signos clínicos ni radiográficos de lesión perirradicular
- ✓ Pulpa de color rojo vivo y sangrado en el lugar de la exposición ⁶

La dentina expuesta durante cualquier preparación mecánica, excavación cariosa o fractura coronal debe ser protegida para sellar los túbulos dentinarios y proteger la pulpa.

Los tratamientos pulpares en dientes permanentes jóvenes con vitalidad pulpar son: recubrimiento pulpar indirecto, recubrimiento pulpar directo y pulpotomía vital o apicogénesis. ⁶

2.2 Apicogénesis

Es el proceso biológico responsable del fin de la rizogénesis; consiste en permitir la continuidad de la formación radicular natural después de una

agresión pulpar, por protección y conservación de las células dentinogénicas. En tanto que la pulpa conserve su vitalidad, debe hacerse todo lo posible por mantenerla; ya que las células pulpares son el promotor natural del desarrollo radicular y cierre apical.⁴

Si la exposición pulpar de un diente permanente joven es de tamaño considerable o de mucho tiempo de evolución, de forma que la pulpa coronal se encuentra infectada, inflamada o con pocas posibilidades de conservar la vitalidad, el tratamiento consiste en eliminar la porción coronal de ésta y el resto de tejido pulpar radicular, tratarlo con Hidróxido de Calcio [$Ca(OH)_2$].

Se realiza en una sola visita, y únicamente se tratan los dientes sin pulpitis dolorosa, ni signos radiográficos de degeneración pulpar.^{6,7}

Se debe efectuar un seguimiento periódico, con controles clínico y radiográfico de estos dientes. Si la evolución es favorable el diente estará asintomático, y en la radiografía no aparecerán imágenes anormales periapicales ni signos de reabsorción radicular interna o externa. Se desarrollará la raíz, y producirá el cierre apical normal.

Tras finalizar el cierre apical, se aconseja realizar el tratamiento endodóncico convencional con gutapercha,^{6,7} incluso en ausencia de problemas, debido a que puede darse la obliteración completa del conducto a causa de la calcificación continua luego de la apicogénesis, lo que puede imposibilitar los procedimientos endodóncicos en un futuro.⁷

2.3 Manejo del diente con necrosis pulpar

La necrosis pulpar es la muerte de la pulpa, con el cese de todo metabolismo y, por tanto, de toda capacidad reactiva. Se emplea el término de necrosis cuando la muerte pulpar es rápida y aséptica, y se denomina necrobiosis si

se produce lentamente como resultado de un proceso degenerativo o atrófico.⁸

En la necrosis, y especialmente, en la necrobiosis, pueden faltar los síntomas subjetivos. A la inspección se observa una coloración oscura, que puede ser de matiz pardo, verdoso o grisáceo. A la transiluminación presenta pérdida de la translucidez y la opacidad se extiende a toda la corona.

El diente puede presentar ligera movilidad y observarse en la radiografía un ligero engrosamiento en el espacio del ligamento periodontal. No se obtiene respuesta con el frío y la corriente eléctrica, pero el calor puede producir dolor al dilatarse el contenido gaseoso del conducto, y a veces el contenido líquido del conducto puede dar una respuesta positiva a la corriente eléctrica.⁸

La causa principal de la necrosis es la invasión microbiana producida por caries o traumatismos.

2.3.1 Por caries

Según la OMS, se define como caries dental a “la enfermedad infecciosa bacteriana transmisible multifactorial que provoca la destrucción de los órganos dentarios”.⁹

Las bacterias provenientes de la caries dental son los agentes etiológicos que más frecuentemente causan agresión a la pulpa dental, la inflamación pulpar proveniente de caries es representada por una lesión crónica y de baja intensidad.¹⁰

Con la progresión de la inflamación del tejido pulpar se puede provocar la disolución del tejido (autólisis de proteínas) a partir de la acción de enzimas proteolíticas lisosomales. La infiltración de polimorfonucleares (neutrófilos)

favorece la licuefacción del tejido necrótico. La necrosis por licuefacción resulta de la acción de enzimas hidrolíticas, bacterianas y endógenas.³

Si la desnaturalización proteica, predomina sobre la autólisis; el tejido pulpar pierde agua sin descomponerse, dando consistencia firme a partir de la coagulación, caracterizando otra forma de necrosis, necrosis por coagulación.³

Posterior a la necrosis pulpar, el ambiente de la cavidad pulpar se torna propicio e ideal a los factores que influyen en el crecimiento y colonización microbiana (nutrientes, baja tensión de oxígeno, gas carbónico y las interacciones existentes).³ (Figura 4)



Figura 4. Lesión cariosa (Tomada de <http://www.clinicaimplantologiaoral.com/uploads/Image/caries1.jpg>)

2.3.2 Por traumatismo

Un traumatismo puede provocar la ruptura del paquete vasculonervioso apical; debido a esta ruptura el tejido pulpar se necrosa.⁴ (ver Figura 5)

Si en la anamnesis se encuentran antecedentes de traumatismos (golpes, caídas, prácticas deportivas, etc); sobre alguno de los dientes; se debe preguntar por el tiempo transcurrido desde el traumatismo y evaluar, en lo

posible, el impacto recibido. Se debe prestar atención sobre las características del dolor, si está presente, si lo hubo, el factor desencadenante, duración, intensidad, irradiación y si ha necesitado de medicación para el alivio del dolor. El síntoma principal y la historia de dolor son factores importantes a considerar para establecer un diagnóstico.⁴



Figura 5. Fractura complicada de la corona (Tomada de http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2002/traumatismos_dentales.asp)

Después de un traumatismo, el estado de salud de la pulpa es difícil de determinar, debido a:

Una respuesta positiva a la prueba térmica no garantiza el mantenimiento de la vitalidad pulpar con el tiempo. Estas pruebas evalúan la integridad de las fibras nerviosas, pero no la vascularización del tejido pulpar. Justo después del traumatismo algunas fibras nerviosas, pueden haberse conservado, mientras que la vascularización se ha interrumpido. En ausencia de circulación sanguínea, las fibras se volverán anóxicas y desaparecerán. Por lo tanto, es importante verificar la reproducibilidad de la prueba en los días y semanas que siguen al traumatismo antes de hablar sobre la vitalidad pulpar del diente.⁴

También dependiendo de la violencia del choque, las fibras nerviosas pueden no transmitir el impulso nervioso durante algún tiempo; a este

fenómeno se le conoce como, shock post-traumático, sin que signifique que realmente la pulpa está necrosada.^{1,4}

La evaluación de la vitalidad del tejido pulpar es un aspecto diagnóstico importante en el tratamiento endodóncico, una medición directa de la circulación pulpar en forma objetiva y no invasiva es la única forma confiable de evaluar la vitalidad del tejido pulpar.¹

En la década de los 80, surgió una técnica para evaluar la vitalidad pulpar denominada flujometría láser Doppler (FLD). Esta permite medir el flujo sanguíneo en el interior de los vasos, capilares, vénulas y arteriolas, a través del efecto Doppler.¹

Este efecto consiste en la variación de la longitud de onda sufrida por un cuerpo al desplazarse. Cuanto más cercana está la fuente, mayor es su frecuencia y menor su longitud de onda.¹

Esta técnica fue comparada con otras pruebas de vitalidad pulpar y criterios de diagnóstico para medir el flujo sanguíneo después del trauma, al compararla con: prueba eléctrica, uso de cloruro de etilo, reabsorción externa, radiolucidez apical, transiluminación, alteración del color de la corona, percusión, fístula, historia de dolor; en dientes con vitalidad pulpar o no, observaron que el método FLD tenía especificidad y sensibilidad, ya que ninguna otra prueba fue tan confiable.¹

La utilización del FLD para el diagnóstico de la vitalidad pulpar analiza el valor de flujo medido para diferenciar dientes vitalizados de los desvitalizados. Sin embargo, puede haber contaminación de la señal causada por los vasos adyacentes a la pieza dentaria.

2.4 Apicoformación

En dientes con ápice inmaduro, el diagnóstico de necrosis pulpar es complejo, principalmente debido a la dificultad de respuesta a las pruebas de sensibilidad pulpar, pues las estructuras nerviosas de la pulpa todavía no están completamente desarrolladas. Para el diagnóstico debe considerarse también la presencia de dolor agudo o crónico, sensibilidad a la percusión, movilidad, decoloración de la corona y principalmente el cese de la función formadora de la vaina epitelial de Hertwig, como también el cese de formación de dentina en las paredes del conducto observados en la radiografía.^{3, 11, 12}

Los datos radiográficos del cese del desarrollo radicular y la presencia de áreas radiolúcidas indican reabsorción inflamatoria externa, y son importantes para definir la presencia de necrosis pulpar.³

El examen radiográfico es importante y en esta situación hay que tener cuidado para no confundir la imagen del saco pericoronario con la presencia de reabsorciones apicales. Cuando se produce la interrupción de la rizogénesis, el foramen se mantiene abierto y las paredes radicales están divergentes en la región apical, lo que dificulta el tratamiento endodóncico por los métodos convencionales dificultando la limpieza, conformación y obturación del conducto radicular.³

Aunque la apicoformación se consigue con muchos materiales, se han publicado casos en que esta ocurre, tras la extirpación del tejido pulpar necrótico, aun en ausencia de material de obturación del conducto radicular. Los factores más importantes para conseguir la apicoformación son el desbridamiento completo del conducto radicular (para eliminar el tejido pulpar necrótico), la desinfección del canal y el sellado óptimo del sistema de conductos (para impedir la entrada de bacterias y sustratos).^{11, 12, 13}

2.4.1 Antecedentes históricos

Seltzer S. menciona que se han utilizado diversos medicamentos para producir el cierre apical en dientes no vitales y con ápices abiertos, tales como el tricresol y la formalina Cooke y Rowbotham (1964), pastas antibióticas Ball (1964) y a base de $Ca(OH)_2$ informado por primera vez por Kaiser en 1964, pero popularizado por Frank en 1966; Steiner y cols., 1968; Van Hassel y Natkin, 1970; Heithersay, 1970; Dylewski, 1971; Cvek, 1972; Ham y cols., 1972 concluyen que a este se le adjudica un poder osteoinductor u osteogénico, fosfato tricálcico Koenigs y cols., 1975; Roberts y Brilliant, 1975 y gel de colágena con fosfato de calcio informado por Nevins y cols., 1976.¹⁴

El procedimiento de apicoformación fue descrito por Nyger desde 1838, pero no es sino hasta finales de los años 50, que clínicos como Granath en 1959 y Marmasse en 1961, señalaron la apicoformación como una técnica. Posteriormente, Kaiser en 1964 y Frank en 1967 la presentan como una técnica reproducible y predecible.¹⁵

Krell y Madison (1985) presentaron un método simple y eficiente para la colocación de polvo de $Ca(OH)_2$ dentro de los conductos radiculares hasta el área deseada, con la utilización de la pistola de Messing, refiriendo que su uso permitía un buen control en la colocación del polvo de $Ca(OH)_2$, reduciendo la sobreobturación y permitiendo mayor densidad del polvo de $Ca(OH)_2$, lo cual disminuía la presencia de vacíos.

Otros autores como Lasala en 1992 y Holland 1971; y Holland y cols. en 1973 describen la técnica como el proceso mediante el cual se puede inducir la formación de una barrera calcificada apical en ápices abiertos, de dientes con necrosis pulpar.¹⁵

England en 1991 definió la apicoformación como la inducción de formación de una barrera calcificada apical, a través del ápice abierto, después de una necrosis pulpar.

Entre las técnicas más conocidas para inducir la apicoformación se encuentran la técnica del $Ca(OH)_2$ -paraclorofenol alcanforado preconizada por Kaiser, Frank, Steiner; también llamada técnica de la Escuela Norteamericana y la técnica del $Ca(OH)_2$ -yodoformo preconizada por Maisto, Maisto y Capurro; igualmente llamada técnica de la Escuela Sudamericana.¹⁵

Rivera y Williams (1994) compararon las pastas de $Ca(OH)_2$ cuando este era mezclado con agua estéril o glicerina. Al ser llevadas las pastas por un léntulo, a conductos simulados, se evaluó la extensión de la colocación y la densidad. La glicerina demostró ser significativamente superior al agua tanto en extensión de obturación como en densidad en el tercio coronario, medio y apical, siendo en este último, nulo el porcentaje (0%) de la pasta con agua y un 50% de la pasta con glicerina estuvo completamente densa.¹⁵

El $Ca(OH)_2$ ha mostrado ser eficaz para inducir a la formación de una barrera de tejido duro. Mitchell y Shankwalker en 1958 hacen mención de la capacidad osteoinductora del $Ca(OH)_2$, la cual ha sido demostrada en diferentes estudios; pero ninguno de ellos ofrece una explicación clara y consistente sobre su mecanismo de acción. Se han considerado factores tales como su pH, concentración catiónica, tamaño de partícula, biocompatibilidad, o acción bioquímica específica, así como su efecto antimicrobiano.¹⁵

Diversos autores manifiestan que en los procedimientos de apicoformación, el cierre apical puede suceder sin la presencia de una pasta o medicamento catalizador. Moodnik en 1963 reportó que el ápice es capaz de desarrollarse y reparar, siendo sólo necesaria la eliminación de los irritantes, para que el tejido pueda reparar; citado por Lasala, 1992.¹⁵

England y Best en 1977 basados en datos radiográficos e histológicos de un estudio llevado a cabo en dientes de perros, señalaron que sustancias como el $Ca(OH)_2$, no eran necesarias para estimular el cierre apical. El cierre

apical ocurrió tanto en los dientes que fueron dejados abiertos al medio bucal, como en los sellados sin $Ca(OH)_2$ dentro del conducto radicular. El tejido o material calcificado que se formó parecía ser cemento.¹⁵

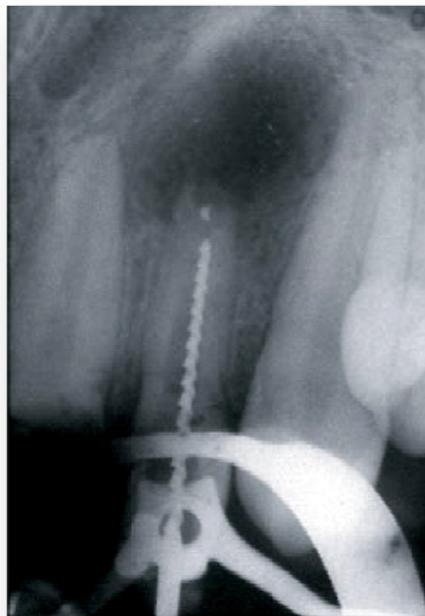
En 1979, un grupo de investigadores informó sobre el empleo de fosfato tricálcico como barrera apical, mediante valoración radiográfica, se comprobaron apicoformaciones con éxito comparables a las conseguidas con el $Ca(OH)_2$.

El empleo del Agregado Trióxido Mineral (MTA) como barrera apical comenzó en 1996, estudios posteriores demostraron que inducía la formación de tejido duro apical con más frecuencia que el $Ca(OH)_2$, con menos inflamación.¹¹

Das y cols. en 1997 investigaron el uso de la tetraciclina dentro del conducto radicular en dientes con desarrollo radicular inmaduro, con pulpas no vitales producidas experimentalmente en animales. Ellos refirieron que a pesar de que la apicoformación con el $Ca(OH)_2$ era un procedimiento rutinario, algunos reportes clínicos sugerían que el completo desarrollo radicular podía ocurrir si la infección era controlada, sin el uso de un catalizador. Por lo cual usaron medicaciones dentro del conducto, de tetraciclina y formocresol, durante 6 meses. En la evaluación bacteriológica encontraron que el número de bacterias se redujo en todos los grupos, y observaron el casi completo desarrollo radicular en más dientes tratados con tetraciclina que con formocresol.¹⁵

CAPÍTULO 3

TRATAMIENTO DE DIENTES CON ÁPICE ABIERTO Y NECROSIS PULPAR



CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DE DIENTES CON ÁPICE ABIERTO Y NECROSIS PULPAR

3.1 Generalidades

La apicoformación es una técnica para el manejo un diente con raíces incompletamente formadas; debe ser considerado como un tratamiento de último recurso; cuando mediante la terapia pulpar indirecta y las técnicas de recubrimiento pulpar y de pulpotomía no se consiga mantener la vitalidad pulpar y que sea el mismo tejido pulpar vital el inductor del desarrollo y del cierre apical.¹⁵

INDICACIONES:

- ✓ Dx pulpar de pulpitis irreversible (dolor)
- ✓ Dx pulpar de necrosis
- ✓ Ausencia de formación radicular
- ✓ Signos clínicos de infección (absceso, fístula, etc) ⁴
- ✓ Imagen radiolúcida a nivel apical (lesión de origen endodóncico)

En el desarrollo radicular, la cara bucolingual del conducto es la última en converger apicalmente a medida que se forma la raíz. Por lo tanto, y debido a que la radiografía dental es una imagen bidimensional de un objeto de tres dimensiones, es posible que en esta se aprecie un conducto radicular convergente apicalmente (plano mesiodistal) mientras que en el plano bucolingual el conducto sea divergente.

Asimismo cuando un diente con un ápice incompletamente formado pierde la pulpa o experimenta una patología periapical, el tratamiento de elección es la apicoformación.^{11, 15}

La apicoformación puede conseguirse mediante 2 alternativas de tratamiento:

- ✓ Recambios de $Ca(OH)_2$
- ✓ Colocación de barrera apical

3.2 Recambios de hidróxido de calcio

Consiste en colocar en el conducto una medicación temporal con $Ca(OH)_2$ y renovar el material regularmente hasta la obtención de una barrera apical de tejido duro. Obteniendo este cierre, se limpia el resto del conducto y se obtura convencionalmente con gutapercha.⁴

El desbridamiento completo y cuidadoso del conducto y la posterior obturación del mismo con $Ca(OH)_2$ es muy importante, pudiendo utilizarse diversas técnicas, entre las que se mencionan: el uso de jeringa premezclada, una pasta densa llevada por porta-amalgama; y el uso de condensadores manuales y digitales, para poder condensar verticalmente el $Ca(OH)_2$ y evitar los vacíos que pudieran quedar luego de su colocación. El $Ca(OH)_2$ puede ser colocado dentro del conducto radicular en varias formas.¹⁵ El $Ca(OH)_2$ presenta la misma radiopacidad que la dentina, por lo que una radiografía de control permite verificar que el conducto se ha llenado de forma adecuada.⁴

El sellado provisional de la corona es un factor determinante para el éxito del tratamiento; si es defectuoso, la contaminación bacteriana del conducto con disolución del $Ca(OH)_2$ conducirá inevitablemente a un fracaso, por lo que es preferible utilizar un material compuesto o un cemento con ionómero de vidrio. El $Ca(OH)_2$ se cambia cada 3 meses hasta la obtención de la barrera apical.^{4, 11}

La duración media necesaria para obtener una barrera apical de tejido duro depende del desarrollo del diente, la divergencia de las paredes radiculares y

la presencia o no de una patología apical. Histológicamente, esta barrera parece estar formada por un tejido osteoide y cementoide.⁴

El mecanismo de acción por el que el $Ca(OH)_2$ permite la reparación de los tejidos y su calcificación, no es bien conocido.

El papel del ión calcio, en la osteogénesis fue investigado por Kawakami y cols. en 1987 y sus resultados indican que a niveles elevados del ión calcio puede producirse la diferenciación celular, la cual puede ser involucrada en el proceso de mineralización; afirmación que realizan igualmente Haga y Stern en 1993.¹⁵

Es posible que el mecanismo de acción del $Ca(OH)_2$ sea indirecto, por el hecho de favorecer la formación de una zona de necrosis superficial, inhibir el crecimiento bacteriano por liberar iones hidroxilo, favorecer la liberación de factores de crecimiento, permitir la fijación de estos factores a los cristales formados por interacción de los iones de calcio con otros iones libres, e inhibir la fagocitosis de los macrófagos. Por otra parte, el $Ca(OH)_2$ hidroliza el lípido A de los lipopolisacáridos (LPS) presentes en las bacterias Gram (-) anaerobias y disminuye la producción de prostaglandinas (PGE_2), por lo que es posible que, más que favorecer la dentinogénesis, inhiba la acción lítica de las prostaglandinas sobre los tejidos calcificados.²

Esta técnica presenta inconvenientes como:

- ✓ La renovación del material debe hacerse durante varios meses o años en ciertos casos, por lo que la cooperación del paciente es indispensable.

- ✓ Muchas raíces se fracturan durante el proceso de apicoformación ya que el conducto al no tener una obturación definitiva vuelve al diente muy frágil.
- ✓ La colocación de $Ca(OH)_2$ es difícil de dominar.⁴

3.3 Barrera apical

Con la apicoformación con pastas se han conseguido buenos resultados, pero se ha visto desplazada por otros tratamientos alternativos que logran barreras artificiales y permiten la obturación inmediata del conducto.¹¹

3.3.1 Barrera apical con hidróxido de calcio

Schumacher y Rutledge en 1993 señalaron que en aquellos pacientes con exigencias estéticas inmediatas, problemas financieros o psicológicos, la técnica de crear una barrera artificial con $Ca(OH)_2$, ofrece una alternativa al tratamiento a largo plazo tradicional de apicoformación con el mismo medicamento; es un método fácil y eficiente que requiere una sola cita para crear un sólido tope apical que facilite la obturación del conducto con sobreobtención mínima de material.

El $Ca(OH)_2$ es fácilmente eliminado del conducto radicular con agua, mientras que como una desventaja, el tapón apical de $Ca(OH)_2$ es debilitado cuando es lavado.¹⁵

3.3.2 Barrera apical con fosfato tricálcico

El fosfato tricálcico genérico es un polvo que cuando es hidratado se puede manipular como la amalgama de plata y condensarse hacia el interior del conducto, formando un tapón duro. Se coloca en los 2 mm apicales del conducto y encima se condensa gutapercha.¹¹

Es una técnica indolora, rápida, poco costosa, biocompatible y fácilmente disponible.

El fosfato tricálcico compactado ajustadamente, no es fácilmente removido ni por el hipoclorito de sodio ni el agua; con esfuerzo puede ser removido de las paredes dentinarias con limas K. La limpieza con ultrasonido es de mucha ayuda.¹⁵

3.3.3 Barrera apical con MTA

El empleo del MTA como barrera apical se ha convertido en el tratamiento ideal. Con esta técnica se eliminan las desventajas inherentes al tratamiento con recambios de $Ca(OH)_2$:

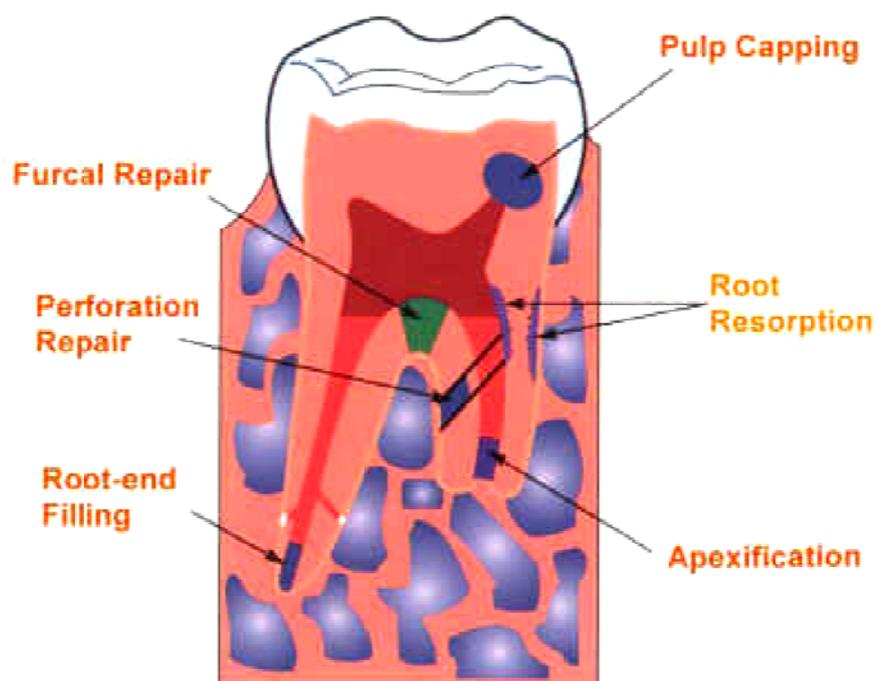
- ✓ Precio elevado (debido a las múltiples visitas)
- ✓ Visitas múltiples (colaboración del paciente)
- ✓ Posible fractura de la raíz¹¹

Además Lasala menciona que la diferencia fundamental entre el $Ca(OH)_2$ y el MTA es que el primero no endurece y se debe utilizar como medicación temporal, mientras que el MTA endurece y se puede aplicar como terapéutica definitiva.⁸

CAPÍTULO 4

MTA

Clinical Applications of MTA



CAPÍTULO 4. MTA

4.1 Historia

El Agregado Trióxido Mineral (MTA) Surgió en el inicio de los años 90, como un material experimental que el Prof. Mahmoud Torabinejad desarrolló. Se elaboró en la Universidad de Loma Linda – California, Estados Unidos, con la finalidad de sellar la comunicación entre el interior y el exterior del diente.³

En 1993, *Lee y cols.* publicaron el primer trabajo científico utilizando MTA. Los autores, mediante un estudio *in vitro*, probaron experimentalmente ese nuevo material en casos de perforación radicular lateral de los molares humanos. En ese experimento, los autores también utilizaron el IRM y la amalgama de plata. Los análisis realizados mediante microscopio óptico, después de sumergir los especímenes en azul de metileno durante 48 horas, demostraron que el grupo del MTA presentaba los menores índices de infiltración marginal, siendo estadísticamente superior a los demás materiales.³

En 1996 se realizaron trabajos experimentales en el área biológica y estudios *in vitro* con MTA de color blanco y gris, el Prof. Torabinejad informó que ambos eran iguales.³

Algunas investigaciones lo relacionan con el Cemento Portland (cemento de construcción).³

En 1998, la FDA Norteamericana (U.S. Food and Drugs Administration) evaluó y aprobó el MTA, y fue lanzado comercialmente, en 1999, como Pro Root MTA (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma – USA). En 2001 añadió que el material se compone de un 75% de cemento Portland, 20% de óxido de bismuto y 5% de sulfato de calcio dihidratado.³

4.2 Características generales

El mineral trióxido agregado (MTA) es un polvo de partículas finas hidrófilas que se unen en presencia de humedad. El MTA proporciona un buen sellado y excelente adaptación marginal. Estudios in vivo han confirmado biocompatibilidad de este material y han mostrado el efecto inductivo a un tejido esclerótico. El MTA puede ser usado para elaborar un tope apical permitiendo la rápida obturación del conducto radicular.¹³

El polvo se compone principalmente de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato, además de pequeñas cantidades de otros óxidos minerales y de la adición de óxido de bismuto.¹³

También, según Torabinejad las principales moléculas presentes en el MTA son los iones de Calcio y Fósforo. Según estos autores, como esos iones también son los principales componentes de los tejidos dentales, le proporcionan al MTA excelente biocompatibilidad cuando está en contacto con células y tejidos.³

4.2.1 Valor de pH

Duarte y cols., evaluaron los índices de pH y la liberación de iones calcio del Pro Root MTA y el MTA- Angelus en los períodos de 3, 24, 72 y 168 horas después de la espatulación. Los resultados demostraron que en todos los períodos los valores de calcio liberado y el pH fueron mayores para el MTA- Angelus, estos autores creen que el valor de pH no es mayor a 9.52; aunque Torabinejad y cols. constataron que en seguida de su hidratación con agua destilada es de 10.2 y que 3 horas después sube a 12.5 y se estabiliza.^{3, 16}

4.2.2 Radiopacidad

Característica que debe tener un material de obturación, el MTA presenta más radiopacidad que la gutapercha y que la dentina, su medida es de 7.17mm lo que es equivalente al espesor del aluminio, por lo que puede ser fácilmente identificado en las radiografías.^{3, 16, 17,18}

El óxido de bismuto es el responsable de la radiopacidad en el MTA.³

La comparación de la radiopacidad del MTA con otros materiales se presenta en el cuadro 1:

Radiopacidad de materiales de obturación empleados con mayor frecuencia y Agregado Trióxido Mineral.
(Radiopacidad de los materiales equivalente en espesor de mm de aluminio)

Amalgama	>10
MTA	7.17
Gutapercha	6.14
IRM	5.30
Super EBA	5.16
Cemento de Ionómero de Vidrio	>2.38

Cuadro 1. Comparación de la Radiopacidad del MTA con otros Materiales 17

4.2.3 Tiempo de endurecimiento

El tiempo de endurecimiento prolongado es la principal desventaja del MTA.

Como resultado de la hidratación del polvo de MTA, se forma un gel coloidal que solidifica en menos de 3 horas, Torabinejad menciona que en 2 horas 45

minutos¹⁶ es una estructura dura y resistente. Las características de ese agregado dependen del tamaño de la partícula, proporción polvo/líquido utilizada (según el fabricante de Pro Root MTA® debe ser 3:1), la temperatura (a mayor temperatura, menor tiempo de endurecimiento) y presencia de agua.³

4.2.4 Resistencia compresiva

Con relación a la resistencia a la compresión, el MTA presenta en los tiempos iniciales de la colocación menores valores, que aumentan considerablemente con el transcurso del tiempo. El valor de la fuerza de compresión del MTA es alrededor de 40 MPa (megapascal) inmediatamente después de su fraguado, es decir, aproximadamente 3 horas después de su colocación, y aumenta a 67 MPa después de 21 días. Esta resistencia es menor que la de la amalgama de plata que es de 311 MPa.^{3, 16,18}

4.2.5 Solubilidad

El MTA se ha mostrado resistente a la disolución o a la descomposición por parte de los fluidos tisulares, incluso después de 21 días inmersos en agua. De acuerdo con el fabricante de Pro Root MTA®, la solubilidad del material en agua está comprendida entre el 0.1% y el 1.0%, y se considera ligeramente soluble.³

4.2.6 Microfiltración

Estudios sobre la capacidad de sellado marginal empleando MTA demostraron que es efectivo, debido probablemente a su naturaleza hidrofílica y suave expansión cuando se manipula en ambiente húmedo previniendo la microfiltración bacteriana y la infiltración de endotoxinas. Al ser colocado experimentalmente en cavidades contaminadas con sangre,

demonstró excelente habilidad de sellado, pues la infiltración marginal que se produjo en la interfaz material-pared dentinaria fue mínima.³

4.3 Usos

Varias investigaciones demostraron excelentes resultados y formas de empleo del MTA como:

- ✓ Material de sellado en perforaciones radiculares.
- ✓ Sellado en perforaciones resultantes de reabsorciones internas y externas.
- ✓ Para retroobtención en cirugía endodóncica.
- ✓ Como material de recubrimiento pulpar directo en tratamientos conservadores de la pulpa.
- ✓ Barrera intracoronaria previa al blanqueamiento dental.
- ✓ Para reparación de fracturas radiculares horizontales y verticales.
- ✓ Material para hacer un tope, matriz o barrera apical.³

4.4 Manipulación

De acuerdo con Torabinejad y Chivian, el MTA debe prepararse inmediatamente antes de su utilización. El polvo viene sellado herméticamente. Después de su uso, debe ser muy bien cerrado para evitar el contacto con la humedad del ambiente.

El polvo se mezcla con agua destilada esterilizada en proporción 3:1 sobre una loseta de vidrio o papel, durante 30 segundos, con una espátula de plástico o metal, hasta que adquiera una consistencia pastosa.³

Se recomienda que si el área de aplicación está muy húmeda; la humedad extra se elimine con una gasa seca, ya que la humedad excesiva vuelve al material acuoso y dificulta la manipulación. Por otro lado, cuando la mezcla

es muy seca, se debe adicionar más agua, ya que el MTA necesita humedad para endurecer.³

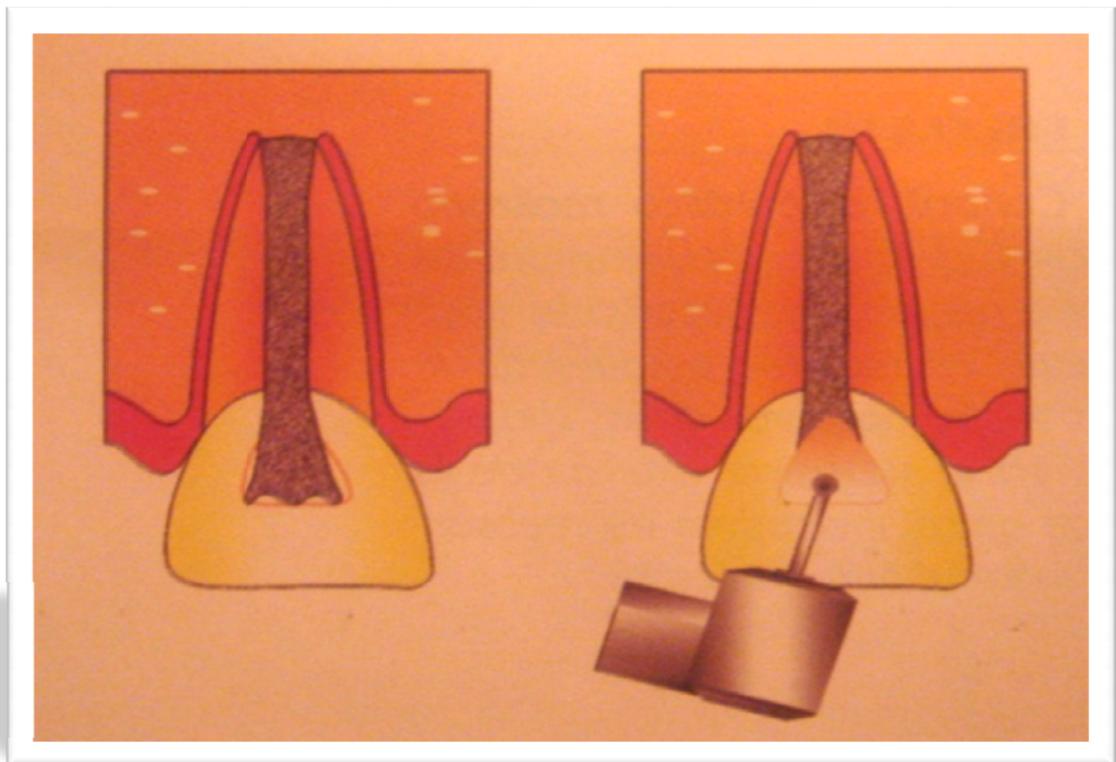
También es recomendable colocar una gasa húmeda sobre la pasta de MTA, ya que al dejar la mezcla sobre la loseta de vidrio o papel, se producirá una deshidratación.

El MTA debe colocarse preferentemente en un lugar seco. Sin embargo, en caso de que ocurra pequeña contaminación con sangre o en un ambiente en el que exista humedad el material no pierde sus propiedades físicas y mantiene el nivel de sellado marginal.³

Debido a su composición química puede provocar la decoloración del diente, por lo que se recomienda que sea utilizado en el espacio del conducto radicular o en la cámara pulpar debajo de la línea gingival. Para evitar esta pigmentación se desarrolló en 1996 MTA blanco, Torabinejad informó que ambos eran iguales³, aunque Asgary y cols. observaron diferencias en el contenido de trióxido de aluminio, óxido de magnesio y óxido de hierro.¹⁹ Se recomiendan precauciones como no permitir que entre en contacto con los ojos, piel, mucosas, evitar su inhalación o su ingestión, pues puede producirse inflamación o irritación del área expuesta al contacto.³

CAPÍTULO 5

TÉCNICA DE BARRERA APICAL CON MTA



CAPÍTULO 5. TÉCNICA DE BARRERA APICAL CON MTA

Tratando dientes no vitales, el principal objetivo es eliminar las bacterias del sistema de conductos radiculares. Como la instrumentación no es muy eficiente en dientes con ápice abierto, la desinfección del sistema de conductos se consigue principalmente por la acción química del hipoclorito de sodio como irrigante y el MTA como medicación intraconducto.¹³

El tratamiento endodóncico de los dientes con ápice inmaduro requiere métodos especiales:

5.1 Aislamiento absoluto

Preferentemente se debe realizar sin grapa, debido a la fragilidad de las estructuras radiculares, principalmente en la región cervical. Se recomienda usar separadores de goma en los espacios interdentales o hilo dental para estabilizar el aislamiento.³ (Ver Figura 6)

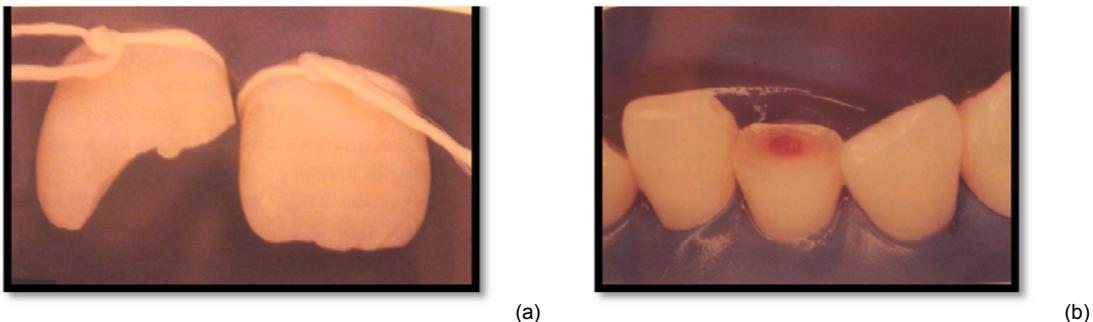


Figura 6. Aislamiento absoluto sin grapa a) estabilización del dique por medio de hilo dental b) estabilización del aislamiento absoluto sin utilizar grapas

(Tomada de ESTRELA, Carlos: *Ciencia Endodóncica*. Sao Paulo-Brasil: Artes Médicas, 2005. pàgs 892-893)

5.2 Acceso

Debe incluir la extensión de la cámara pulpar, en los dientes inmaduros los cuernos pulpares se encuentran en una posición más incisal y es necesario

removerlos para evitar el cambio de color de la corona causada por restos pulpaes que ahí se alojan. Por lo tanto, este suele ser más extenso que en los dientes de pacientes adultos (remoción de divertículos).³

5.3 Longitud de trabajo (LT)

La pulpa debe ser removida con limas hedström de 2ª serie. En seguida el conducto debe irrigarse con solución de NaOCl de baja concentración (0.5% - 1%). Esta solución no deberá sobrepasar el tercio medio del conducto ya que puede dañar el tejido perirradicular debido a las paredes divergentes. Junto con la irrigación, se debe retirar el tejido necrótico, introduciendo progresivamente limas tipo K de 2ª o 3ª serie, hasta alcanzar la longitud de trabajo provisional (LTP). Posteriormente se toma una radiografía para establecer la longitud de trabajo (LT); esta debe tener como límite 1 mm antes del ápice radiográfico.³ (Ver Figuras 7 y 8)

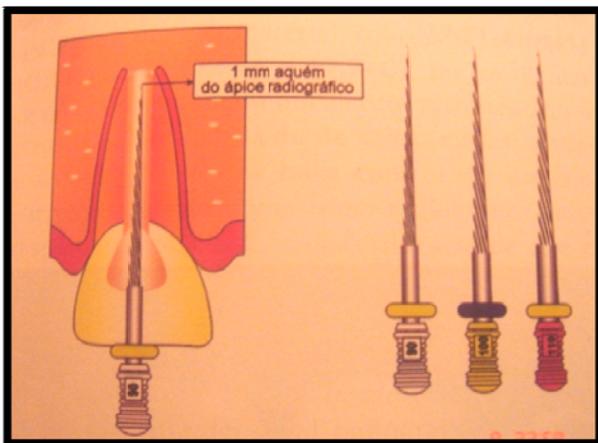


Figura 7



Figura 8

Figura 7. LT 1mm antes del ápice radiográfico Figura 8. Verificación radiográfica (Tomada de ESTRELA, Carlos: *Ciencia Endodóntica*. Sao Paulo-Brasil: Artes Médicas, 2005. pág. 895)

5.4 Instrumentación

Para la adecuada conformación y limpieza del conducto radicular, es necesario eliminar toda la dentina infectada junto con restos necróticos adyacentes. Como las paredes son finas, no es posible utilizar las técnicas convencionales, pues los instrumentos no se adaptan a las paredes de la dentina, como ocurre en los dientes totalmente formados. En los dientes inmaduros los túbulos dentinarios todavía no presentan una formación adecuada de dentina intertubular y peritubular, pues no han alcanzado su completo desarrollo y ofrecen poca o ninguna resistencia a la acción de los instrumentos. Por lo que se recomienda una instrumentación circunferencial mediante limas tipo K de 3ª serie y con movimientos delicados de limado para no debilitar las paredes radiculares delgadas ni el tejido periapical.³

5.5 Irrigación

El ($NaOCl$) es citotóxico, sobre todo en altas concentraciones. Al emplearlo en dientes inmaduros con ápice abierto, hay un riesgo aumentado de proyectar el irrigante más allá del foramen apical. Por eso, es aconsejable usar ($NaOCl$) menos concentrado, del 0.5% al 2.5%.^{3,4,17} También se puede emplear agua oxigenada, solución salina estéril o solución de anestésico como irrigante.⁶

Junto con la instrumentación, la irrigación deberá realizarse inicialmente con solución de ($NaOCl$) de baja concentración. En seguida se debe irrigar con solución concentrada de $Ca(OH)_2$, preparada con suero fisiológico.³

Algunos investigadores recomiendan irrigar con clorhexidina al 0.2% y al 2% antes de la obturación.^{17, 18}

Al final de la preparación del sistema de conductos radiculares, el secado debe realizarse con puntas de papel absorbente de diámetro compatible

previamente medidas a LT para no sobrepasar el ápice, colocándolas algunas veces invertidas para adaptarlas al diámetro del conducto.³

5.6 Medicación intraconducto

El $Ca(OH)_2$ es un polvo de color blanco, con un pH de 12.6 (base fuerte), poco soluble en agua e insoluble en alcohol.^{3, 8}

Debido a que el $Ca(OH)_2$ es una sustancia biológicamente compatible con el tejido pulpar y también el periapical es el material de elección para la medicación intraconducto. Se indica la utilización de agua destilada o propilenglicol; la medicación deberá mantener estrecho contacto con los tejidos periapicales, con la finalidad de promover una acción directa sobre ellos.³

La preparación de la mezcla se debe hacer sobre loseta de vidrio, hasta tener una consistencia firme, que permita una condensación vertical adecuada.

Se recomienda utilizar condensadores tipo Schilder, cuyo diámetro se determina de acuerdo con el del conducto, para llevar el material directamente hacia el ápice y condensarlo de modo que llene el conducto en toda su extensión, hasta el límite cervical. Los condensadores deben seleccionarse previamente, de acuerdo con el diámetro de las diferentes porciones del conducto que se llenarán, siendo que el primero deberá prácticamente ocupar la luz del conducto a una distancia aproximada de 2 a 3 mm antes de la LT. (Ver Figura 9) Se debe realizar una condensación vertical firme, sin forzar el condensador contra las paredes del conducto, para evitar las fracturas de las paredes radiculares que son frágiles. También, es necesario controlar la presión para evitar que el material sobrepase el límite apical.³

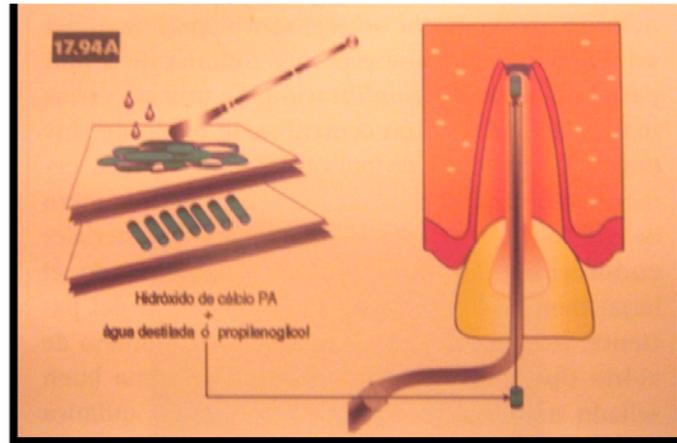


Figura 9 Colocación del hidróxido de calcio. El primer incremento deberá situarse en estrecho contacto con el tejido sin sobrepasar el límite apical (Tomada de ESTRELA, Carlos: *Ciencia Endodóntica*. Sao Paulo-Brasil: Artes Médicas, 2005. pág. 898)

En los dientes que presentan exudado purulento, se recomienda no condensar el material en la primera sesión, hasta que haya control del drenaje.³

Se debe tomar radiografía, para comprobar que el relleno del conducto es adecuado en toda su extensión, desde la región apical hasta la región cervical; el material presenta densidad radiográfica similar a la de la dentina. La cámara pulpar se limpia con excavadores de dentina para remover completamente la pasta de zinc fosfato, para que no interfiera en la adaptación del material del sellado provisional.³

5.6.1 El hidróxido de calcio sobre los tejidos periapicales

El mecanismo de acción del hidróxido de calcio no es totalmente conocido, aunque se basa principalmente en su disociación en iones de calcio e iones hidroxilo que aumentan el pH ambiental en los tejidos vitales, con un efecto de inhibición del crecimiento bacteriano y una acción que favorece los procesos de reparación hística.⁸

Afecta también las propiedades de los LPS, presentes en la pared celular de muchas bacterias anaerobias, que actúan como mediadores de la inflamación. El $Ca(OH)_2$ hidroliza la fracción lípida de los LPS, favoreciendo la destrucción bacteriana.⁸

Lasala menciona que, Sjögren y Ørstavik y cols. comprobaron que el período de tiempo necesario para que sea eficaz una medicación intraconducto de $Ca(OH)_2$ es de una semana. Períodos de tiempo inferiores son insuficientes.⁸

5.7 Sellado provisional

Después de la medicación intraconducto, se coloca en la entrada del conducto una torunda de algodón estéril y el sellado provisional de la cámara se realiza con un espesor mínimo de 4mm para impedir la microfiltración. Se pueden utilizar materiales como: ZOE, cementos de policarboxilato de zinc, cementos de fosfato de zinc, cementos de ionómero de vidrio y resinas fotopolimerizables.³

5.8 Obturación del conducto de dientes con ápice abierto

El MTA es utilizado como tope, principalmente en los casos en los que se hace imposible adaptar adecuadamente el cono de gutapercha principal.³

El MTA al entrar en contacto con los tejidos periapicales, estimula la presencia de sellado biológico en el foramen apical.³ Se ha demostrado la capacidad de estimular células para producir una matriz de tejido duro.²⁰

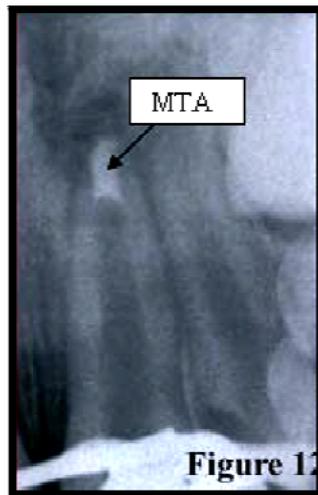
Cuando el diente está sin signos ni síntomas de infección, se coloca el tapón de MTA.¹¹

5.8.1 Colocación de la barrera apical

Previo aislamiento absoluto, se lava profusamente el conducto y se limpia de cualquier resto de $Ca(OH)_2$. Se seca y se compacta el tapón de MTA.^{8, 11} El material se introduce en la región apical por medio de instrumentos especiales (portaamalgama de punta fina o MAP SYSTEM®) o instrumentos endodónticos de punta roma, condensadores (pluggers) o cono de papel. Según Estrela, el material debe colocarse en una extensión de hasta 3 mm, Cohen menciona que el tapón debe colocarse en los 4-5mm apicales para prevenir filtraciones, basandose en un estudio que comprueba que las capas de 4mm son significativamente más efectivas que las capas más delgadas.^{3,11}

Se compacta en el área apical con puntas de papel grandes. Para la compactación inicial, las puntas de papel se dejan 1-2 mm cortas de la LT para prevenir la extrusión apical del material. También puede ser de utilidad para compactar el material, atacadores grandes, de punta roma calibrados.

La comprobación de la correcta colocación del tapón apical se realiza radiográficamente.^{3, 11} (ver Figura 10)



a)



b)

Figura 10. a) b)

Verificación radiográfica del tope apical (tomada de <http://www.smile-on.com/articles/photos/fig11111.jpg> y www.dentistrytoday.com/)

Se elimina el exceso de MTA del conducto, cuyas paredes se frotran con puntas de papel grandes húmedas y aplicadores de plástico con punta de algodón (microbrush), para eliminar cualquier residuo de MTA del interior del conducto.¹¹

Sobre el MTA debe colocarse una torunda de algodón húmeda durante 3 o 4 días, para suministrar humedad para la reacción de fraguado. Se seca el exceso de agua con torundas de algodón y se protege por el sellado provisional, que según Cohen puede ser Cavit.^{3, 8, 11}

En la visita siguiente, se aísla el diente y se elimina el Cavit y algodón. Con una sonda o una lima endodóncica se comprueba el endurecimiento del MTA; si por algún motivo no ha endurecido el MTA, se vuelve a limpiar el conducto y se repite el procedimiento, si no hay problema con el fraguado se procede a la obturación definitiva con resina¹¹ ó cemento de obturación¹² y conos de gutapercha.³ (Ver Figura 11)



Figura 11. Obturación definitiva con gutapercha (tomada de www.dentistrytoday.com/)

5.9 Restauración después de la apicoformación

El diseño de la restauración de un diente inmaduro después de la colocación de un tapón apical de MTA se debe planear para aumentar la resistencia del diente lo máximo posible. Un estudio reciente demostró una resistencia a la fractura significativamente más alta con la colocación de un tapón apical de MTA de 4 mm de espesor y resina de composite en el interior del conducto, que cuando se utiliza MTA y sellado con gutapercha. En otro estudio con ionómero de vidrio modificado con resina y un poste de polimerizado traslúcido, se comprobó un aumento significativo de resistencia a la fractura radicular comparado con la colocación de gutapercha sola en dientes con ápice abierto.¹¹

Cohen menciona que, antes de colocar el composite, se graba la dentina con ácido y se aplica un agente de adhesión en la superficie interna del conducto. Se graba y coloca el adhesivo directamente sobre el tapón de MTA sin poner gutapercha.¹¹

A causa del breve tiempo de trabajo, puede resultar difícil la colocación de un composite de autocurado. Aunque los composites de fotocurado permiten disponer de tiempo suficiente para llevarlos al conducto radicular, tienen la desventaja de polimerizar de forma incompleta en las zonas más profundas

del mismo a causa de la escasa transmisión de luz a través del material. Se han desarrollado espigas de plástico transparente (sistema Luminex, Dentatus USA, Nueva York) que al permitir la transmisión de luz a través del conducto radicular, consiguen el fotopolimerizado de toda la resina.¹¹

En esta técnica, se coloca en el conducto una resina fotopolimerizable, evitando burbujas. Se coloca el poste Luminex en la profundidad de la preparación y se fotopolimeriza por transmisión de luz a través del poste. Una vez polimerizado se corta el poste hasta la línea cervical, y se restaura la abertura incisal.¹¹

Si se requiere un núcleo para colocar una corona, se utiliza el poste Luminex sin indentaciones para polimerizar el composite. Este no se une al poste liso, se puede eliminar fácilmente y cementar en el espacio un poste metálico correspondiente con cemento de resina, y completar la reconstrucción del pilar para la retención de la corona.¹¹

Si no es necesario colocar el poste, se recomienda, después de grabar con ácido y colocar el agente de unión a la dentina, colocar en el conducto incrementos de 2 mm de composite condensable de fotopolimerización Esthet-X (Caulk/Denstply, Milford, DE) o Alert (Pentron Clinical Technologies LLC, Wellingford, CT), se polimerizan hasta el conducto, y se obtura la abertura de acceso. Esta técnica refuerza las raíces débiles y elimina aparentemente las fracturas.¹¹

Conclusiones

El MTA es un material que debido a sus características nos permite crear un tope o barrera sólida en el ápice abierto, pudiendo de esta manera condensar el material de obturación definitivo, ya sea gutapercha, cemento de ionómero de vidrio ó resina, sin riesgo de que este material se extruya del conducto radicular y provoqué lesiones en los tejidos perirradiculares; lo cual no conseguimos ni mediante recambios de hidróxido de calcio, ni con la creación de una barrera apical con el mismo, pues el hidróxido de calcio es un material que no endurece.

El MTA es biocompatible, de baja solubilidad, con buena capacidad de sellado, radiopaco, lo que lo hace un buen material obturador; aunque su desventaja es el largo tiempo de fraguado, que impide la obturación completa del conducto radicular en la misma cita. Por esto es importante recalcar que el sellado provisional de preferencia debe hacerse con resina o cemento de ionómero de vidrio, evitando así que este sea defectuoso y permita el paso de bacterias, pues esto pondría en riesgo el éxito del tratamiento.

Aunque el MTA se presenta como un buen material para la apicoformación, deben tomarse las medidas pertinentes para colocar la barrera apical, mediante control radiográfico y buen manejo del material, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Tampoco se debe abusar de este tratamiento y antes de realizarlo debe haberse hecho una correcta historia clínica y agotar nuestras posibilidades para un tratamiento más conservador, pues no debemos olvidar que la pulpa sana es el mejor inductor de la formación y cierre apical.

Bibliografía

1. Lima Machado, Manoel Eduardo: *Endodoncia de la Biología a la Técnica*. Caracas- Venezuela: Amolca, 2009; Pp. 97-106.
2. Canalda Sahli, Carlos; BRAU AGUADÉ, Esteban: *Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. Barcelona-España: Masson, 2001; Pp. 4-6, 186-189.
3. Estrela, Carlos: *Ciencia Endodóntica*. Sao Paulo-Brasil: Artes Médicas, 2005; Pp. 540, 743-902.
4. Simon, Stéphane; Pertot, Wilhelm-J.: *Éxitos Clínicos Reanudación del Tratamiento Endodóntico*. Barcelona: Quinessence Books, S.L., 2008; Pp. 112-129.
5. Velásquez Reyes, V.; Álvarez Páucar, M. *Treatment of the pulp of the immature tooth apexification with Mineral Trioxide Aggregate*. *Odontol. Sanmarquina* 2009; 12: 29-32.
6. Boj, J.R; Catala, M.; García-Ballesta, C.; Mendoza, A.: *Odontopediatría*. Barcelona-España: Masson, 2004; Pp. 185-190.
7. Pinkham, J.R.; D.D.S.; M.S.: *Odontología Pediátrica*. 3ª edición. México, D.F.: Mc Graw Hill Interamericana, 2004; Pp. 495-503.
8. Lasala, Ángel: *Endodoncia*. 4ª edición. Barcelona-España: Salvat, 1992; Pp. 61-81, 186-190.
9. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m013ssa24.html>
10. López-Marcos, Joaquín F. *Etiología, clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical*. Hallado en: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v9Suppli/medoralv9supplip58.pdf>
11. Cohen, Stephen; Kenneth M. Hargreaves: *Vías de la Pulpa*. 9ª edición. Madrid-España: Elsevier Mosby, 2008; Pp. 772-773, 883-889.
12. Gutmann, James L.; Dumsha, Thom C.; Lovdahl, Paul E.: *Solución de Problemas en Endodoncia. Prevención, Identificación y Tratamiento*. 4ª edición. Madrid-España: Elsevier Mosby, 2007; Pp. 72-83.
13. Raldi, D.P.; Mello, I.; Habitante, S.M.; Lage-Marques, J.L.; Coil, J. *Treatment options for teeth with open apices and apical periodontitis*. *J. Can. Dent. Assoc.* 2009 Oct; 75: 591-596.
14. Seltzer, S.; Bender, I.B.: *Pulpa Dental*. 3ª edición. México, D.F.: El Manual Moderno, 1987; Pp. 283-284.
15. <http://www.dynabizvenezuela.com/images/dynabiz/ID3887/siteinfo/AplicacionesClinicasHidroxidodeCalcio.pdf>
16. Jou, Yi-Tai; Pertl Christof. *Is there a best retrograde filling material?* *Dent Clin North Am.* 1997 Jul; 41: 555-561.
17. Nair, P. N. R., Duncan H.F.; Pitt Ford, T.R.; Luder H.U. *Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of Healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial*. *Zurich: Int. End. Jou.* 2009; 422-444.
18. Torabinejad M.; Hong C.U.; Pitt Ford T.R. *Physical properties of a new root end filling material*. *J Endodon;* 1995; 21: 349-353.

19. Witherspoon, David E.; BDBSc; MS; SMALL, Joel C.; DDS; REGAN, John D.; BDS, NUNN, Martha. *Retrospective Analysis of Open Apex Teeth Obturated with Mineral Trioxide Aggregate*. JOE. 2008 Oct; 34: 1171-1175.
20. Coneglian, P.; Orosco, F.; Bramante, C.; Morales, I.; Garcia, R.; Bernardineli, N. *In Vitro Sealing Ability of White and Gray Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and White Portland Cement Used As Apical Plugs*. J Appl Oral Sci. 2007; 15: 181-185.

Anexos

- Índice de imágenes

Figura 1. Estadio de casquete (página 12)

Figura 2. Estadio de campana (página 13)

Figura 3. Clasificación del desarrollo radicular y apical (página 16)

Figura 4. Lesión cariosa (página 22)

Figura 5. Fractura complicada de la corona (página 23)

Figura 6. Aislamiento absoluto sin grapa a) estabilización del dique por medio de hilo dental b) estabilización del aislamiento absoluto sin utilizar grapas (página 43)

Figura 7. LT 1mm antes del ápice radiográfico (página 44)

Figura 8. Verificación radiográfica (página 44)

Figura 9. Colocación del hidróxido de calcio. El primer incremento deberá situarse en estrecho contacto con el tejido sin sobrepasar el límite apical (página 47)

Figura 10. Verificación radiográfica del tope apical (página 50)

Figura 11. Obturación definitiva con gutapercha (página 51)

- Índice de Tablas

Tabla 1. Cronología de la erupción y cierre apical (página 15)

- Índice de Cuadros

Cuadro 1. Comparación de la radiopacidad del MTA con otros materiales (página 38)

Fe de Errata

En la página 41, último párrafo, la referencia 19, debe ser la referencia 20.

En la página 48, penúltimo párrafo, la referencia 20, debe ser la referencia 19.