



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

APEXIFICACIÓN EN DIENTES PERMANENTES JÓVENES

TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL
DIPLOMADO DE ACTUALIZACIÓN
PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANA DENTISTA
P R E S E N T A:

SILVIA VANESSA HERNÁNDEZ GÓMEZ


TUTORA: C.D. MARTHA HERVERT JONGUITUD



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.

Agradezco a DIOS por regalarme la salud,
cariño y apoyo de mi familia.

Dedico éste trabajo principalmente a mis papás
Silvia y Juvenal, así como también a mi
hermano Irving por el apoyo incondicional,
motivación y confianza depositados en mí para
la culminación de ésta etapa tan importante en
mi vida.

A mi abuelita Amelia, tíos y primos por su
preocupación, ayuda y presencia durante la
realización de mis estudios.

A la Universidad Nacional Autónoma de México
y a la Facultad de Odontología por permitirme
formar parte de ella y desarrollar mis
conocimientos.

A mis amigos incondicionales Tania, Ere, Karina,
Jacqueline, Juan Carlos, Rafael, Carlos, Ricardo
por el impulso, motivación, ayuda y ánimo
inyectados y por enseñarme el verdadero valor
de la amistad.

A todos mis profesores de los que siempre
aprendí algo, en especial al C.D. Enrique Santos
por su apoyo, confianza, consejos y enseñanza.

A todos GRACIAS.

ÍNDICE

	Pags.
INTRODUCCIÓN	
1. ANTECEDENTES	7
2. TÉCNICAS DE FORMACIÓN APICAL	10
2.1 Apicogénesis	10
2.2 Apexificación	11
2.3 Tipos de cierre apical.....	12
3. DESARROLLO RADICULAR	15
3.1 Importancia de la Vaina de Hertwig	17
4. TÉCNICAS	20
4.1 Técnica de Frank	21
4.2 Técnica de Maisto.....	22
4.3 Técnica de Lasala	23
4.4 Técnica de Alfaro	23
4.5 Apicoformación en una sola sesión	24

5. MATERIALES	26
5.1 Hidróxido de Calcio	27
5.1.1 Actividad Antimicrobiana	28
5.1.2 Actividad Osteogénica	30
5.1.3 Desventajas	31
5.2 Mineral Trióxido Agregado (MTA)	32
5.2.1 Usos clínicos del MTA	33
5.2.2 Mecanismo de acción	36
5.3 Vitapex	37
5.3.1 Ventajas	38
5.3.2 Mecanismo de acción	38
5.3.3 Características histológicas	39
6. RESTAURACIÓN DESPUÉS DE LA	
APEXIFICACIÓN	41
CONCLUSIONES	44
FUENTES DE INFORMACIÓN	46

INTRODUCCIÓN

Las actividades entusiastas tanto de los niños como de los adolescentes hacen que los dientes sean más susceptibles a traumatismos. Considerando que el esmalte de los dientes erupcionados recientemente no cuenta con una máxima incorporación del fluoruro y es más susceptible a la caries dental y de la misma manera es vulnerable a la exposición pulpar.

Estadísticamente de acuerdo a la OMS (1998) dentro de las enfermedades bucales que aquejan a la humanidad, la caries dental ocupa el primer lugar. Esta se puede presentar en diferentes grados y lamentablemente un gran número de dientes que la padecen presentan ya necrosis pulpar aunado a un proceso infeccioso crónico, teniendo la necesidad de realizar tratamientos pulpares más complejos.

Otra causa de exposición pulpar, son los traumatismos alveolo dentarios que involucran dentro de las lesiones, al tejido pulpar. Cuando esto se da en dientes permanentes jóvenes en donde no ha concluido su formación radicular pero que presentan ya la necrosis del tejido pulpar junto con la presencia de un proceso infeccioso, también se llega a la necesidad de realizar el tratamiento pulpar correspondiente. Tal es el caso de la apexificación donde ya no se inducirá a la formación radicular si no únicamente se estimulará el cierre del ápice a través de la formación de tejido dentario y cemento.

El principal objetivo del dentista debe ser la conservación de un diente traumatizado además de mantener la funcionalidad del mismo dentro de alveolo el mayor tiempo posible y prevenir el desarrollo de alteraciones patológicas.

Me permito agradecer a mi tutora la C.D. Martha Hervert Jonguitud por el apoyo y dedicación incondicional que me ofreció durante la realización del presente trabajo.

1. ANTECEDENTES

Los materiales dentales han sido parte importante en la constante evolución de los tratamientos endodónticos y gracias a los grandes avances tecnológicos y bioquímicos se ha logrado la generación de nuevos elementos que con sus propiedades físicas, químicas y biológicas pretenden ayudar en la recuperación y cicatrización de nuestros pacientes.¹

En realidad los tratamientos endodónticos así como las apicectomías y colocación de obturaciones a retro se han llevado a cabo desde mediados del siglo XVIII por lo que es importante conocer la evolución y tratamientos que se han utilizado a lo largo de la historia para llevar a cabo el proceso de apexificación.¹

Inicialmente el tratamiento quirúrgico fue el más utilizado como Whittle ² cita los trabajos de Nygaard-Ostby, quienes observaron que después de lacerar los tejidos apicales al propósito con la finalidad de producir un coagulo de sangre, un tejido cementoide se depositaba en la zona.

También para conseguir un sellado se extraía parte de la raíz en donde la relación corona-raíz resultante era mala. Puesto que esta era la situación en los niños, resultaba atractivo disponer de un tratamiento menos traumático.³

Teniendo como resultado el procedimiento de apexificación por medio de hidróxido de calcio que ha sido utilizado históricamente para establecer el cierre apical y eliminar la cirugía, ⁴ siendo Nygren en 1838 quien publica la primera referencia utilizando hidróxido de calcio, pero fue Hermann en 1920 el primero en introducir el primer producto a base de hidróxido de calcio, llamado "Calxyl", tal como Ralon ⁵ lo refiere.

Alfaro⁶ muestra que el libro publicado en 1954 por Walkhoff y Hess, donde se muestra una excelente microfotografía de una barrera de cemento en el ápice de un diente obturado con hidróxido de calcio. Para lograr el cierre Bouchon utilizó la pasta Walkhoff y en 1956 Kaiser obtuvo la apexificación con hidróxido de calcio, como lo refiere Wittle².

Alfaro⁶ cita que en 1958 Parra describe el empleo de pastas reabsorbibles como el Calxyl y la pasta de Walkhoff con objeto de conseguir la apicoformación.

Más tarde, se publicaron diferentes mezclas para lograr el mismo fin como menciona Alfaro⁶ a Cooke y Rowbotham quienes en 1960 comprobaron que los ápices inmaduros de dientes con pulpa necrótica podían continuar su desarrollo después de colocar una pasta temporal de óxido de zinc y eugenol.

El hidróxido de calcio se ha mezclado con diferentes sustancias y vehículos con el objetivo de mejorar su acción antibacterial, la rapidez de liberación de los iones de calcio e hidroxil y para interferir en sus propiedades fisicoquímicas⁷, ejemplo de esto son los estudios publicados por Maisto y Capurro quienes en 1964 publicaron sus observaciones habiendo utilizado una mezcla de yodoformo, hidróxido de calcio y agua con metilcelulosa, así como también Frank en 1968 dio a conocer trabajos de la técnica de apicoformación usando la mezcla de hidróxido de calcio y paraclorofenol alcanforado, ambos referidos por Alfaro².

Whittle² cita a Tornek y Smith quienes en 1970 publicaron un estudio en dientes recién erupcionados de monos donde mostraron histológicamente el proceso de desarrollo radicular después de una pulpectomía sin medicación en el conducto radicular y concluyeron que la formación radicular puede continuar sin medicamento, pero el crecimiento puede ser

retardado e irregular. El puente calcificado formado en el ápice aparece más como crecimiento de hueso trabeculado que por aposición dental de tejidos duros.

Whittle ² también menciona a Stainer y Van Hazle, quienes en 1971 usaron una mezcla de hidróxido de calcio con monoclorofenol alcanforado para inducir el cierre apical en dientes inmaduros y describieron la formación de un material radiopaco formando un puente en el forámen como cemento.

También se obtuvo el cierre apical utilizando materiales alternativos generalmente en animales de experimentación como el hidróxido de magnesio en 1974 y el fosfato tricálcico cerámico en 1975.⁸

En 1979, Coviello y Brilliant ³ publicaron la utilización de fosfato tricálcico como barrera apical y en 1985 se reporta el uso de geles de colágeno con hidroxiapatita.⁸

En años más recientes se ha publicado la utilización de diferentes materiales para formar una barrera apical e inducir la apexificación tales como el IRM y super EBA que han sido superados gracias al desarrollo de un nuevo material creado por el Dr. Mahmoud Torabinejad ¹ en la Universidad de Loma Linda California llamado Mineral Trióxido Agregado (MTA).

2. TÉCNICAS DE FORMACIÓN APICAL

En función del grado de afectación pulpar y del estadio de desarrollo radicular, se podrán establecer dos clases de tratamiento: apicogénesis y apexificación.⁸

2.1 APICOGÉNESIS

La apicogénesis es un conjunto de terapéuticas endodónticas cuya finalidad es mantener la vitalidad pulpar, de forma permanente o temporal, para que la raíz pueda completar su formación y desarrollar un ápice con una constricción en el conducto, en la proximidad de la unión de la dentina con el cemento.⁸

Existen dos clases de terapéuticas que pueden englobarse en el término de apicogénesis⁸:

a) Protección pulpar directa

Que consiste en recubrir una exposición en la superficie de la pulpa con un material que favorezca la formación de un tejido calcificado, llamado puente dentinario, que la aisle del exterior.⁸

b) Biopulpectomía parcial

Que consiste en la extirpación de la pulpa cameral hasta el inicio del conducto radicular, con la finalidad de mantener la pulpa vital hasta que finalice el desarrollo radicular.⁸

Hasta que un diente erupcionado no ha terminado su desarrollo, se le denomina diente con rizogénesis incompleta, inmaduro o con el ápice abierto.⁸

2.2 APEXIFICACIÓN

La apexificación o apicoformación es el tratamiento que efectuamos en un diente con rizogénesis incompleta y necrosis pulpar con la finalidad de inducir o permitir la formación de una barrera calcificada que oblitere el orificio apical o que permita el desarrollo apical completo ⁸ por medio de la formación de un osteocemento o un tejido duro similar ⁹ en donde el resultado usual es el achatamiento de la raíz y poco o ningún aumento de longitud.⁶

El objetivo del tratamiento de apexificación es la inducción de la salud apical, la cual es definida con el cierre apical, así como, con la mineralización y reparación de los tejidos periapicales.¹⁰

La pulpa necrótica actúa como un irritante en los tejidos periapicales y el foramen apical queda abierto con una forma tubular o roma. La estimulación del desarrollo radicular puede cerrar el ápice y proveer una obturación del canal menos agresivo.²

Existen dos hipótesis acerca del fenómeno biológico de la apexificación. El primero dice que no es necesario introducir algún tipo de activador químico dentro del conducto para estimular la producción del cemento y la memoria genética del diente. La eliminación de bacterias puede ser suficiente para estimular la reacción de las células responsables de completar la formación radicular.²

La segunda hipótesis tiene la idea que la apexificación es un proceso natural pero que puede ser estimulada por un activador biológico, siendo este comúnmente el hidróxido de calcio. Whittle ² refiere que Dylewski, considera que el material calcificado que se forma en el ápice, es una

proliferación de tejido conectivo que en su diferenciación se parece a la osteodentina que continúa con la predentina en el ápice.

2.3 TIPOS DE CIERRE APICAL

Breillat y Laurichese⁸ en 1986 establecieron dos situaciones clínicas en las cuales aplicar un tratamiento de apexificación:

1.- Dientes en los que el estadio de evolución está en concordancia con la edad del paciente, en los que es posible obtener un desarrollo radicular, formándose un ápice anatómico semejante al normal.

2.- Dientes en los que el estadio de su evolución es anterior al de la edad del paciente. En ellos, se formará una barrera calcificada en el ápice, quedando la longitud radicular en el mismo nivel en el que se encontraba antes de iniciar el tratamiento y sin disminuir la luz del conducto.

Morfológicamente, se pueden observar dos tipos de reparación tras una apicoformación⁸:

a) Ápice anatómico

Donde se observa la formación de un ápice con las mismas características que el diente contiguo, con alargamiento de la longitud radicular inicial. Es factible conseguir este resultado cuando existe una concordancia entre el desarrollo radicular y la edad del paciente, siempre que no se haya producido una infección del periápice que haya destruido los restos de pulpa y la vaina de Hertwig.⁸

Para que se lleve a cabo este tipo de cierre apical, se requiere que las células pulpaes presentes en la zona final del conducto (odontoblastos y neodontoblastos) mediante la interacción con la vaina de Hertwig formen dentina, sobre la que se irá depositando cemento.⁸

b) Barrera apical

Se aprecia en las radiografías la formación de un tejido calcificado, de mayor o menor grosor, obliterando la zona apical del conducto radicular, manteniéndose la longitud radicular inicial.⁸

En la mayoría de los dientes tratados mediante apicoformación, se forma una barrera apical de tejido calcificado si se consigue eliminar las bacterias y sus componentes antigénicos del interior del conducto radicular.⁸

Esta barrera no es totalmente hermética; su mayor importancia radica en la obtención de un límite mecánico que permita obturar el conducto.⁸

La formación de la barrera calcificada en el ápice requiere de condiciones que propicien la cicatrización consistiendo esto en un estímulo inflamatorio moderado, en un medio libre de bacterias para que la inflamación no progrese¹¹ y al desaparecer la infección en el interior del conducto.⁸

Por debajo de la zona de necrosis hística producida por el hidróxido de calcio, se produce la proliferación de los fibroblastos, que segregan colágeno. A su mineralización contribuyen los cristales de carbonato cálcico, que precipitan en la zona lesionada al liberarse los iones de calcio. Posteriormente los iones de calcio y fosfato plasmáticos son la fuente para la calcificación de la matriz colágena segregada. Con el

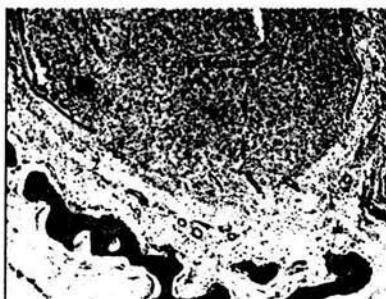
tiempo en la periferia del orificio apical, proliferan los cementoblastos y los osteoblastos que segregan la matriz cementoide y osteoide que después se calcificará.⁸

El material calcificado que se forma sobre el foramen apical fue identificado histológicamente como osteoide o cementoide, también fue comunicada la formación de osteodentina después de la aplicación de pasta de hidróxido de calcio. Después de la apexificación, por lo general no ocurre una formación normal de la raíz, en cambio parece haber una diferenciación de células conectivas adyacentes, que se convierten en células especializadas, también hay tejido de depósito calcificado adyacente al material de obturación. El material calcificado es continuo con las superficies laterales de la raíz. El cierre del ápice puede ser parcial o completo, pero siempre tiene minúsculas comunicaciones con los tejidos periapicales, por esta razón la apexificación siempre debe ser completada con obturación permanente del conducto con gutapercha.⁶

3. DESARROLLO RADICULAR

La formación de la raíz comienza una vez terminada la formación de la corona, con la unión de los epitelios externo e interno del órgano del esmalte, en la región cervical del diente, formando los epitelios reunidos.¹²

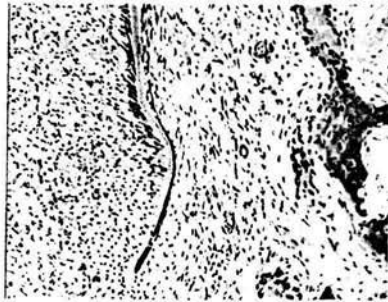
(Fig. 1)



1. Vaina de Hertwig
2. Saco dentario
3. Tejido óseo

FIG. 1 Inicio de la formación radicular
<http://www.odon.edu.uy/Histo/atlas4b.htm>

En el momento de la erupción de los dientes permanentes el ápice es inmaduro y le faltan todavía de tres a cuatro años para terminar su formación apical⁶ ya que se encuentran desarrollados del 60 al 80 por ciento con respecto al depósito de la dentina y la longitud radicular,⁹ es importante conocer que al mismo tiempo que el diente se desarrolla en longitud las paredes del diente se van engrosando por aposición de dentina¹³ ya que el desarrollo radicular esta dado por los odontoblastos y el mismo no es posible en casos de necrosis pulpar.¹¹ (Fig. 2)



1. Dentina radicular
2. Odontoblastos
3. Vaina de Hertwig
4. Saco dental

FIG. 2 Dentinogénesis radicular.

<http://www.odon.edu.uy/Histo/atlas4b.htm>

Cuando el diente erupciona presenta una raíz con un desarrollo de unos 2/3 de su longitud. Al cabo de un año, se desarrolla hasta alcanzar su longitud total y harán falta unos tres años para considerar que su ápice está maduro, es decir, que se ha formado una constricción apical en la proximidad de la unión de la dentina con el cemento, existiendo pequeñas modificaciones cronológicas en los diferentes grupos dentarios y en cada individuo.⁸

Alfaro⁶ menciona que Patterson publicó en 1958 una clasificación de los dientes según su desarrollo radicular.

- Clase I Desarrollo parcial de la raíz con lumen apical mayor que el diámetro del conducto.
- Clase II Desarrollo completo de raíz pero con lumen apical mayor que el conducto.
- Clase III Desarrollo completo de la raíz con lumen apical de igual diámetro que el conducto.

- Clase IV Desarrollo completo de la raíz con un diámetro apical más pequeño que el conducto.
- Clase V Desarrollo completo radicular con tamaño microscópico apical

3.1 IMPORTANCIA DE LA VAINA DE HERTWIG

La vaina de Hertwig es una estructura bilaminar que crece en sentido apical, determinando la formación y morfología de la raíz,¹² además de ser un órgano resistente capaz de sobrevivir a la inflamación apical y continuar su organización para la formación de la raíz cuando el proceso inflamatorio es eliminado.¹³

La vaina epitelial de Hertwig es considerada como un tejido importante para el desarrollo de la barrera apical y no siempre puede ser dañada irreparablemente.¹³ (Fig. 3)



1. Vaina de Hertwig
2. Células mesenquimáticas de órgano dentario.
3. Diferenciación de los odontoblastos

FIG. 3 Detalle de la vaina de Hertwig
<http://www.odon.edu.uy/Histo/atlas4b.htm>

El papel de los restos de la vaina de Hertwig no puede ser ignorado debido a la presencia de estas células en el ligamento periodontal como restos de células de Malassez y su potencial de actividad celular demostrado cuando existe una patología certera, ya que los restos de células epiteliales pueden sufrir una rápida proliferación y producir una variedad de quistes y tumores que son únicos en mandíbula. ¹³

Parashos ¹³ refiere que Shibata en 1967 demostró que los restos de células epiteliales pueden retener la habilidad de continuar con su división celular.

Los estímulos que aceleran el cierre apical se pueden deber al trauma por sí mismo o a los componentes humorales de la inflamación después del trauma. El cierre en estos casos se puede deber al doblar hacia adentro que realiza la vaina de Hertwig y el efecto de puente a los depósitos de tejido duro. También otros autores han propuesto que este efecto se debe más al crecimiento de tejido óseo en la porción apical del canal que a los depósitos de tejido duro. ²

El cierre apical espontáneo con tejido calcificado en un diente inmaduro no vital es una secuela no muy común del trauma dental. Esto puede ocurrir si hay remanentes de pulpa vital o proliferación de las células de la vaina de Hertwig en la región apical. Se puede formar una barrera de osteodentina a pesar de la presencia de tejido inflamado en el área periapical. ¹⁴

También existen instancias en donde no se le da crédito a la vaina de Hertwig para la formación de la barrera de tejido duro ¹³ ya que los estudios histológicos casi siempre informan ausencia de la misma.⁶ Parashos ¹³ refiere a Torabinejad que en 1992 reporta un caso en donde se demuestra la formación apical sin presencia de la vaina de Hertwig.

Heling ¹⁵ refiere que la obliteración del conducto pulpar fue producida por Andreasen en 1994 por medio de un experimento en 12 monos vervet en los que se realizó la extracción y reimplantación intencional en donde el negativo crecimiento de hueso fue comúnmente encontrado en el grupo experimental en donde la vaina de Hertwig fue completamente obliterada y en el grupo donde solo se realizó una parcial amputación de vaina de Hertwig fue observada una diminuta nueva formación de raíz.

4. TÉCNICAS

Numerosos procedimientos y materiales han sido recomendados para inducir la apexificación en dientes con ápices inmaduros. Los procedimientos van desde el no tratamiento, el control de la infección, la inducción del coagulo de sangre en los tejidos perirradiculares hasta pastas antibióticos e hidróxido de calcio mezclado con diversos materiales.¹⁶

El método más frecuente para realizar el cierre apical es el producir la formación de una barrera calcificada en el orificio apical, quedando la longitud radicular similar a la existente en el momento de iniciar el tratamiento y sin modificaciones en las dimensiones de la luz del conducto.⁸

La formación de esta barrera de tejido duro en el ápice requiere de condiciones que propicien la cicatrización consistiendo esto en un estímulo inflamatorio moderado, en un medio libre de bacterias para que la inflamación no progrese.⁸

Esto con la finalidad de poder obturar el conducto en el que se encuentra que sus paredes son divergentes en sentido apical y muy delgadas, por lo que no será fácil la obturación¹⁷ y también para evitar la sobreobturación del conducto.¹¹

La técnica de apicoformación por medio del uso de hidróxido de calcio obtuvo popularidad gracias a la técnica de Frank⁹ la cual se describe a continuación así como las modificaciones hechas por otros investigadores.

4.1 TÉCNICA DE FRANK

Primera visita

1. Aislamiento
2. Preparar acceso
3. Establecer la conductometría
4. Preparar y limpiar el conducto
5. Secar el conducto
6. Preparar una pasta espesa de hidróxido de calcio
7. Introducir correctamente la pasta en el conducto.
8. Colocar una bolita de algodón, seguida de un sellado duradero.

Es imprescindible que el sellado permanezca intacto hasta la siguiente visita.

Tratamiento de las complicaciones:

1. Si aparecen síntomas, repetir el proceso de la primera visita.
2. Si persiste o reaparece una fístula, repetir el proceso de la primera visita

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

1. Tomar una radiografía para hacer una valoración comparativa del ápice (Si no se ha desarrollado suficientemente, repetir el proceso de la primera visita)
2. Realizar una radiografía para reestablecer la longitud del diente.
3. 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.

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

1. No hay cambio radiográfico aparente, pero si se inserta un instrumento, un bloqueo en el ápice del diente será encontrado.
2. Evidencia radiográfica de un material calcificado en el o cerca del ápice. En algunos casos el grado de calcificación puede ser extenso y en otros puede ser mínimo.
3. El ápice radicular cierra sin ningún cambio en el espacio del conducto.
4. El ápice continúa su formación con cierre del conducto radicular.
5. No hay evidencia radiográfica de cambios y se presenta sintomatología y/o se desarrollan lesiones periapicales.

4.2 TÉCNICA DE MAISTO

Maisto ⁹ propone cambios en la técnicas de Frank consistente en la obturación y sobreobturación del conducto con una pasta compuesta de:

Polvo: Hidróxido de calcio puro y yodoformo en proporciones aproximadamente iguales en volumen.

Líquido: Solución acuosa de carboximetilcelulosa o agua destilada en cantidad suficiente para una pasta de consistencia suave.

4.3 TÉCNICA DE LASALA

Lasala ⁹ modificó la técnica de Maisto en su último paso:

1. Una vez sobreobturado el diente con la pasta de Maisto, se elimina la pasta contenida en el conducto hasta 1.5 a 2mm del ápice.
2. Se lava y se reobtura con la técnica convencional de cemento de conductos no reabsorbible y condensación lateral con conos de gutapercha, con el objeto de condensar mejor la pasta reabsorbible y de que, cuando ésta se reabsorba y se produzca la apicoformación, quede el diente obturado convencionalmente.

4.4 TÉCNICA DE ALFARO

Alfaro ⁶ refiere que aunque existen pequeñas diferencias entre los autores, actualmente la técnica de apicoformación por medio de hidróxido de calcio que se utiliza es la siguiente:

1. Aislamiento con dique de hule y desinfección de la superficie.
2. Abertura de acceso mayor que lo normal para permitir eliminación de todo tejido necrótico.
3. Eliminación de la pulpa necrótica o una gran parte de ella con limas tipo K.
4. Determinación de la longitud de trabajo
5. Instrumentación cuidadosa con el uso de un limado circunferencial.
No se recomiendan limas Hedstrom porque es posible perforar con facilidad las paredes frágiles y delgadas de la dentina.
6. Secar con puntas de papel estériles grandes

7. Se agrega hidróxido de calcio con sulfato de bario para la radiopacidad (9:1), se mezcla con solución salina, propielinglicol, etc. para formar una pasta dura, se utilizan empacadores y portamalgamas y se condensa hasta la longitud de trabajo, mientras se obtura hay que verificar mediante radiografías el espacio del conducto obturado.
8. Sellado coronal temporal hermético por medio de resina compuesta.
9. Revisión por 4 a 6 semanas y se cambia la pasta de hidróxido de calcio.
10. Se programa revisión a 3 meses y se cambia pasta de hidróxido de calcio.
11. Revisión a 6 meses y cambio de pasta.
12. Si al año el diente presenta una buena cicatrización y presenta la barrera apical se restaura el diente, si no se cambia la pasta y se mantiene en control hasta obtener la barrera apical.

4.5 APICIFORMACIÓN EN UNA SOLA SESIÓN

Como alternativa al variado número de citas se ha desarrollado un procedimiento de apexificación en un solo paso creando una barrera apical artificial que permita una obturación inmediata del conducto radicular.³

En 1979, Coviello y Brilliant³ publicaron la utilización de fosfato tricálcico como barrera apical. El material se aplicaba en los 2mm apicales del conducto radicular y luego se condensaba con gutapercha. El tratamiento se realizaba en una sola visita. Mediante la valoración radiológica, los autores afirmaron haber conseguido una apicoformación con éxito y comparable a la obtenida con el hidróxido de calcio.

Torabinejad ⁸ y cols. propusieron una técnica para conseguir la formación de una barrera apical en una sola sesión con el uso del MTA; que es la siguiente :

1. Preparación del conducto radicular
 2. Medicación intraconducto con una pasta acuosa de hidróxido de calcio durante una semana, para completar la desinfección.
 3. Irrigación para eliminar la pasta del conducto y secado del mismo.
 4. Se prepara el MTA y se introduce en el conducto, condensándolo en la zona apical hasta conseguir la formación de un tapón de 4-5mm de grosor.
 5. Se coloca una bola de algodón estéril en la entrada del conducto y una obturación provisional de la cámara, durante 4 horas como mínimo. Transcurrido este periodo de tiempo, se procede a la obturación del resto del conducto con un sellador y gutapercha.
- (Figs. 4 y 5)



FIG. 4 Radiograph showing a non-vital open apex before sealing



FIG. 5 Radiograph showing a non-vital open apex after sealing with MTA and gutta percha in a one-visit treatment.

<http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadookd/odontoinvitado7.htm>

5.MATERIALES

Los nuevos materiales y técnicas convocan a los practicantes a seleccionar los productos de acuerdo con los diferentes procedimientos clínicos con el objetivo de identificar materiales o sus combinaciones que puedan realizar completamente los procedimientos o las tareas biológicas deseadas. ¹⁸

En endodoncia la demanda es para materiales que pueden ser aplicados a estructuras de soporte durante la terapia de conductos y también para el tratamiento de dientes con ápices abiertos. ¹⁸

Un material ideal debería actuar como una barrera adecuada para que los materiales restauradores puedan ser condensados contra ella durante la fase restauradora y después que pueda actuar como un componente activo durante la regeneración tisular en la fase biológica de cicatrización de la herida. ¹⁸ Además de cumplir con requisitos como la biocompatibilidad y contar con las características físicas requeridas en términos de sellado, manipulación y regeneración de tejidos perirradiculares. ¹⁹

Aún no existe este material, sin embargo se han propuesto varios materiales para su uso como barrera apical ⁴ como óxido de zinc-eugenol, super EBA e IRM entre otros ¹⁹ pero su biocompatibilidad y potencial osteogénico no ha sido demostrado ⁴ además de que presentan desventajas potenciales incluyendo sensibilidad a la humedad, irritación de los tejidos vitales, solubilidad y difícil manipulación. ¹⁹

5.1 HIDROXIDO DE CALCIO

Durante años el hidróxido de calcio ha sido considerado el medicamento de elección ya que juega un papel importante en la Endodoncia gracias a su gran potencial osteogénico, quizás porque ejerce una acción favorable en virtud de su alta alcalinidad ¹¹ ya que su pH casi de 12.5 tiene un efecto destructivo en las membranas celulares y en su estructura protéica²⁰ o por que los iones de calcio pueden alterar la permeabilidad local capilar favoreciendo la reparación,¹¹ así como, por su moderada acción antibacteriana y por su capacidad de disolver tejidos. Además de actuar como una barrera física, la vestidura de hidróxido de calcio previene la reinfección del conducto radicular e interrumpe la obtención de nutrientes de las bacterias remanentes. ²⁰ (Fig. 6)



FIG. 6 Hidróxido de Calcio.

<http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado7.htm>

El método más utilizado para tratar a los dientes con ápices abiertos es rellenar rápidamente el conducto con hidróxido de calcio algunas veces por un largo periodo de tiempo hasta que se desarrolle una barrera física y que esta se pueda identificar tanto clínica como radiográfica mente. ¹⁸

El uso del hidróxido de calcio para la formación de la barrera apical es satisfactorio en un 74 – 100% de los casos y el tiempo en el que se obtiene la formación de la barrera apical es aproximadamente de 5 a 20 meses. Siendo de vital importancia el control de infección y una adecuada limpieza del conducto.¹⁰

Aunque la formación de la barrera apical utilizando hidróxido de calcio es satisfactoria el seguimiento de estos dientes a largo plazo es necesario ya que hay que cuidar problemas como la recurrencia de infección o una fractura cervical siendo esta última más frecuente en dientes inmaduros luxados con un pobre desarrollo radicular.¹⁰

Dartene⁴ refiere que Porkaew y cols. en 1990 investigaron los efectos del hidróxido de calcio a lo largo de las paredes del conducto, así como también la habilidad de sellado de la gutapercha. Ellos encontraron una significativa disminución de la filtración en conductos medicados con hidróxido de calcio, ya que el hidróxido de calcio reacciona formando carbonato de calcio y esto provee una disminución en la permeabilidad y después de un tiempo razonable el carbonato de calcio crea un vacío en el material de interfase de la dentina. Esto es lo que pasa en dientes con ápices abiertos cuando el hidróxido de calcio se coloca dentro del conducto para desinfectarlo.

5.1.1 ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

La actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio dada por su alto pH esta relacionada a los iones hidroxilo en un ambiente acuoso que requiere del tiempo ideal para la efectiva destrucción de microorganismos actuando con contacto directo o indirecto en los túbulos dentinarios. Los mecanismos letales de los iones hidroxilo en las células bacterianas probablemente se deba a los siguientes mecanismos²⁰:

- a) Daño a la membrana citoplasmática de la bacteria.
- b) Desnaturalización de las proteínas.
- c) Daño al DNA

Para ser efectivo contra la bacteria localizada dentro de los túbulos dentinarios los iones hidroxilo del hidróxido de calcio se deben difundir dentro de la dentina en concentraciones suficientes que deben exceder la habilidad buffer de la dentina. Incrementando los niveles de pH suficientes para destruir a las bacterias.²⁰

Otro mecanismo que explica su actividad antimicrobiana es la habilidad del hidróxido de calcio de absorber dióxido de carbono en los conductos radiculares. Si el hidróxido de calcio absorbe dióxido de carbono las bacterias dependientes de CO₂ no sobrevivirán. Por lo tanto el uso de una medicación intraconducto puede modificar las relaciones nutricionales dentro del conducto eliminando alguna bacteria que puede ser esencial en el crecimiento de otras o dejando alguna bacteria que con su presencia pueda prevenir el crecimiento de otras.²⁰

El tiempo que necesita el hidróxido de calcio para desinfectar óptimamente el sistema de conductos radiculares es aún desconocido y esta relacionada con la presencia o ausencia de exudado del conducto, el tipo de microorganismos involucrados, la localización de los mismos en el sistema de conductos radiculares y de la presencia o ausencia de lodo dentinario.²⁰

Se han propuesto diferentes materiales para inducir la apexificación, como Sousa ⁷ refiere que Morse en 1990 estudio 5 métodos de tratamiento y concluyó que el éxito de la terapia para la reparación del tejido apical es a la acción antibacterial y la acción inductora de calcificación del hidróxido de calcio.

La asociación de agentes antimicrobianos con el hidróxido de calcio debe ser eliminada, especialmente aquellos que han demostrado que irritan a los tejidos periapicales ²⁰ ya que la pasta alcalina en combinación con otras sustancias o no tienen el objetivo de mantener la desinfección del conducto radicular y causar la formación del ápice. ⁷ La habilidad de difusión y la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio es afectada por el tipo de vehículo utilizada ²⁰ y el constante cambio de este medicamento mantiene un estado de desinfección antes de la apexificación. ⁷

5.1.1 ACTIVIDAD OSTEOGÉNICA

La habilidad que posee el hidróxido de calcio para la inducción de la barrera de tejido duro es aceptada así como también su potencial osteogénico que ha sido conocido desde hace algún tiempo además de el efecto de acelerar las funciones de salud natural en los tejidos apicales. Y es importante conocer que aún no existe en la literatura una clara y consistente explicación de la acción del hidróxido de calcio. ¹³

Actualmente se sabe que el pH alcalino del hidróxido de calcio puede activar a las fosfatasas alcalinas ¹³ y que la alta concentración de calcio incrementa la actividad de las fosfatasas dependientes del calcio ¹⁶ que forman un papel importante en la formación de tejido duro. ¹³

El rol del ion calcio como osteogénico es soportado por el mismo y esto es debido a que los elevados niveles del calcio pueden obtener signalling celular que puede estar involucrado en el proceso de mineralización. ¹³

El hidróxido de calcio actúa formando una inmediata y precipitada barrera que induce a una calcificación distrófica que se obtiene al combinarse el

calcio y el fosfato adicional cuando se precipitan ya que por ellos mismos tienen un potencial para inducir la calcificación distrófica.¹³

5.1.2 DESVENTAJAS

A pesar del suceso y popularidad del hidróxido de calcio en la técnica de apexificación, existen algunas desventajas como la variabilidad del tiempo del tratamiento, la impredecibilidad del cierre apical¹⁶ y debido a que el tratamiento requiere de la total obediencia y cooperación del paciente se incluyen la dificultad del seguimiento del paciente y el retraso del tratamiento debido a las múltiples citas durante un largo periodo de tiempo.⁴

Además de las demandas estéticas, así como, la susceptibilidad de microfiltración coronal y fracturas.⁴ (Fig. 7)

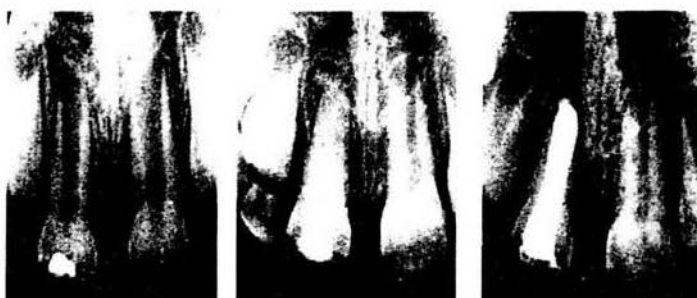


FIG. 7 Diente 11, tratado con $(CaOH)_2$ y Obtura™

<http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado7.htm>

5.2 MINERAL TRIOXIDO AGREGADO (MTA)

El mineral trióxido agregado (MTA) fue creado por el Dr. Mahamoud Torabinejad ¹ en la Universidad de Lomalinda California.

Es un compuesto complejo en el que destaca su gran contenido de calcio, ligado químicamente al Mg, Al y O y cuenta con un pH alcalino en donde su pH inicial es de 10.2 y al cabo de dos horas con cuarenta y cinco minutos su pH se torna altamente alcalino alcanzando cifras de hasta 12.5. ¹

Su composición química es la siguiente¹ (Fig. 8) :

- Material insoluble 18.8%
- MgO 0.38%
- CaO 90%



FIG. 8 Presentaciones del MTA.

El polvo del MTA consiste en finas partículas hidrofílicas las cuales al hidratarse con solución salina estéril en una proporción 3 :1, adquiere una consistencia de gel, la cual solidifica a una estructura dura en menos de cuatro horas y tiene una fuerza de compresión equivalente a la de la amalgama ¹ que es de 70MPa .²¹

Gracias a que las características de sellado, citotoxicidad, efectos de contaminación por humedad, adaptación marginal, biocompatibilidad etc. del MTA resultaron mayores en comparación a otros materiales como super EBA, IRM y amalgama ¹, se ha propuesto su uso en diversos procedimientos clínicos endodónticos. ¹¹

5.2.1 USOS CLÍNICOS DEL MTA

- Barrera para blanqueamiento.
- Sellado de perforaciones radiculares.
- Sellado de perforaciones en furca.
- Material de obturación apical en procedimientos quirúrgicos.
- Sellador endodóntico.
- Reparación de fracturas verticales
- Recubrimiento pulpar directo
- Procedimientos de apicoformación.

(Fig. 9)

Clinical Applications of MTA

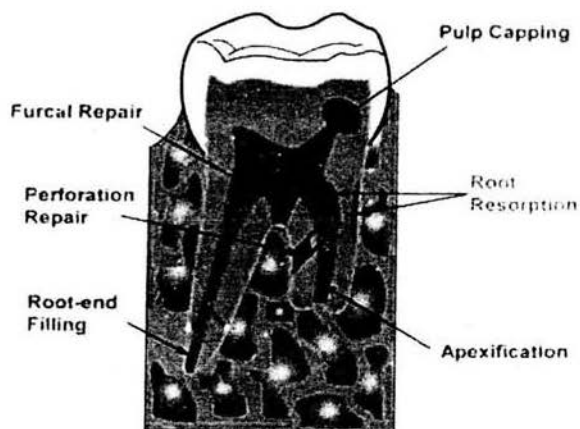


FIG. 9 Esquema de aplicaciones del MTA
Int Poster J Dent Oral Med 2002, Vol 4 No 04, Poster 153

El MTA ha sido propuesto como un material para producir la apexificación por Shabahang porque permite un adecuado sellado del conducto y previene la filtración bacteriana. Cuando el MTA es usado para apexificación se coloca como barrera y se deja a que endurezca por 3 o 4 horas. Y después se prosigue con la obturación. ⁴ (Fig. 10)



FIG. 10 Barrera de MTA y obturación del conducto.

<http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado7.htm>

El MTA ofrece una alternativa de tratamiento a la técnica de hidróxido de calcio ya que este material ha demostrado que induce la formación de tejido duro periapical siendo el cierre apical más predecible que con el hidróxido de calcio ya que con el uso del mismo la formación de tejido duro alrededor del ápice puede ser esperada de 3 a 6 meses y se disminuye el número de visitas al dentista.¹⁷

Saavedra¹¹ cita que en 1997 Toirabinejad efectuó un estudio realizado en monos en donde se muestra la formación de cemento alrededor del MTA utilizado para obturaciones a retro y en algunas zonas se pudo observar la presencia de fibras insertadas en él. Parece ser que este material no es inerte sino que posee una acción inductora de cementoblastos.

Saavedra¹¹ refiere que en 1998 y 1999 Torabinejad realizó un estudio in vitro en presencia de cultivos de células humanas, se observó que el material es capaz de estimular la producción de citocinas y factores estimuladores de colonias obteniendo resultados como la movilización de precursores de osteoblastos y angiogénesis.

En los últimos años el MTA ha sido investigado en diferentes estudios como material para sellar la comunicación entre los conductos y el área externa de los dientes, estos diferentes estudios mostraron la buena habilidad de sellado con la que cuenta este material así como su biocompatibilidad y su baja citotoxicidad además de sus efectos de inducción de odontoblastos en la barrera de tejido duro²² ya que en la evaluación histológica muestra una banda bien definida de tejido duro en todo el segmento de MTA.¹⁶ En base a esto se muestra una buena salud alrededor del mismo con la formación de cemento y fibras de ligamento periodontal.²²

El efecto estimulante del MTA en la actividad biosintética de células perirradiculares resulta primariamente en la estimulación de fibroblastos para poner debajo tejido conectivo fibroso y el rápido crecimiento del ligamento periodontal esto es debido a la alta capacidad cicatrizante.²³

La formación de tejido duro es activada progresivamente desde la periferia de las paredes de la raíz hacia el centro del MTA y a continuación se propone un mecanismo para el proceso de formación de tejido duro sobre el MTA.²³

5.2.2 MECANISMO DE ACCIÓN

El tejido conectivo fibroso es calcificado en el posquirúrgico, el intervalo de tiempo es incrementado ya que las células sufren una diferenciación en células formadoras de tejido duro y progresivamente van migrando entre la superficie del MTA y el tejido conectivo fibroso, activando la mineralización desde la periferia de las paredes radicales hacia el centro del MTA.²³

Debido a que la naturaleza del tejido duro no tiene características específicas, el mecanismo de la formación de tejido duro sobre el MTA es desconocida, pero es razonable sugerir que si la activación de la cementogénesis ocurre después de la colocación del MTA en el ápice, la mineralización del tejido conectivo formado previamente debe ser excluida como el principal mecanismo de la formación de tejido duro.²³

5.3 VITAPEX

Vitapex fue creado por Neo Dental Chemical Products, en Tokio, Japón en los 70's. Es una pasta hecha a base de yodoformo e hidróxido de calcio que contiene los siguientes ingredientes²⁴ (Fig. 11) :

- Yodoformo 40.4 %
- hidróxido de calcio 30.0 %
- aceite de silicón 22.4 %
- otros 6.9 %



FIG. 11 Presentación del Vitapex

<http://www.diadent.com/html/diad4000.htm>

5.3.1 VENTAJAS

Las ventajas de este material hacen pensar que quizás este sea el material ideal para la obturación de dientes temporales debido a que cumple con la mayoría de las características necesarias para considerarse como tal, las cuales son las siguientes ²⁴:

- Su velocidad de reabsorción aproximada a la del diente temporal
- Radiopacidad
- Fácil manipulación (por su presentación en jeringa dosificadora, hacen que no requiera espátulado)
- Fácil colocación dentro del conducto
- Bajo índice de reacciones secundarias
- El poder antibacteriano que posee
- Estabilidad física y química que presenta por años.

5.3.2 MECANISMO DE ACCIÓN

El Vitapex al estar compuesto por yodoformo e hidróxido de calcio entre otros ayuda a la reparación del tejido óseo.

El yodoformo es un compuesto bacteriostático activo que estimula la formación de tejido nuevo de granulación que contribuye a la reparación ósea de extensas lesiones periapicales,²⁴ su activación se atribuye a la iodización directa de la capa proteínica de los microorganismos, además de ser un compuesto que no tiñe y tampoco irrita.²⁵

El hidróxido de calcio es altamente alcalino y por lo tanto irritante a los tejidos, pero se ha sugerido que el aceite de silicona sirve como un agente profiláctico contra su alcalinidad. Sin embargo su alta alcalinidad neutraliza a las endotoxinas producidas por bacterias anaerobias, que ayudan a estimular a las células blásticas ²⁵ y a acelerar la reparación de

lesiones periapicales a partir de la desinfección, además de eliminar las bacterias que sobreviven a la limpieza del conducto.²⁴ ayudando al proceso de apexificación, permitiendo que el material se quede dentro del conducto radicular.²⁵

5.3.3 CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS

Kawakami²⁵ demostró que el vitapex es fagocitado por macrófagos a las dos semanas de obturación y que produce una calcificación irregular con una osificación posterior en el área de penetración original, aproximadamente a los tres meses.

La examinación del nuevo hueso formado mostraba una matriz de fibras colágenas, osteoblastos y osteocitos en los procesos de reparación, produciendo una calcificación distrófica y una matriz de calcificación.²⁵

Además de que gracias a la pequeña irritación que el material produce a los tejidos periapicales, induce a la diferenciación de células del ligamento periodontal como los osteoblastos o cementoblastos.²⁵

Fujii y Machida²⁶ en 1991 realizaron un estudio en perros para inducir la apexificación comparando al hidróxido de calcio con monoclórofenol alcanforado con el vitapex el cual reportó excelentes resultados a favor del vitapex ya que cuando se sobreobtura con pastas que contienen hidróxido de calcio puede no ser absorbido absolutamente, en lugar de adherirse a los tejidos periapicales, los restos de material inducen la formación de patrones concéntricos de calcificación alrededor del ápice.

En otro estudio experimental efectuado en dientes temporales obturados con Vitapex™, se reportó que después de 19 días al tratamiento se formó un puente dentinario en la superficie del tejido residual y en un período de 60 días, las áreas periapicales se cerraron por la formación de un puente

de cemento, además se encontró saludable la membrana periapical de los órganos dentales obturados.²⁴

La nueva formación de hueso alveolar tarda aproximadamente hasta 60 días, pero cuando el proceso de restauración de hueso alveolar ha culminado, el proceso disminuye fisiológicamente.²⁵

Por lo tanto la apexificación con vitapex es un método de inducción reparativo contra la inflamación periapical y el sellado periapical prematuro de los dientes con formación incompleta de la raíz, gracias a las propiedades de los componentes del vitapex de inducir y diferenciar células blásticas.²⁶

6. RESTAURACIÓN FINAL DESPUES DE LA APEXIFICACIÓN

La restauración de estos dientes durante y después del proceso de apexificación requiere una especial consideración debido al gran diámetro del conducto radicular y de las delicadas paredes dentinarias.¹⁴ (Fig. 12)



FIG. 12 Características de un diente inmaduro

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/52335/capitulos/cap5/595.htm>

La restauración estética y funcional del diente inmaduro durante y después de la apexificación es muy importante ya que como Helling¹⁴ cita que Cvek reportó que el 20% de los casos de tratamiento con apexificación fallaron y se tuvo que indicar la extracción de los dientes debido a fracturas cervicales de los mismos durante o después del tratamiento.

Después de verificar si el proceso de apexificación tuvo éxito, se limpia por completo el conducto teniendo cuidado de no dañar la barrera cálcica en el nivel del ápice a causa de la amplitud del conducto puede ser necesario preparar un cono de gutapercha a la medida.⁶

La restauración del diente inmaduro tras una obturación con gutapercha debe ser diseñada para que refuerce al diente de la mejor manera posible, la aplicación de pernos en el conducto debe ser evitada, salvo

que no tengamos otro recurso de restauración ya que esta demostró que debilita significativamente la estructura dental remanente.⁶

El desarrollo de nuevos materiales adheribles a la dentina son nuevas opciones para restaurar los dientes inmaduros.¹⁴

El refuerzo del diente se requiere para lograr resultados más predecibles, como Heling¹⁴ y Hachmeister⁴ refieren a Katebzadeh y Pene ya que demostraron que la técnica de resina adherida incrementa significativamente la resistencia de los dientes inmaduros a la fractura utilizando el sistema Luminex post que consiste en postes que conducen la luz de polimerización más profundamente y se puede restaurar con postes de fibra reforzada.¹⁴ (Fig. 13)



FIG. 13 Ejemplificación del Sistema Luminex Post.
<http://www.dentatus.com.br/luminex.htm>

Por lo tanto los refuerzos coronales son eliminados para reducir las posibilidades de fractura¹⁴ ya que como Hachmeister⁴ refiere que Saupé comparando la resistencia a la fractura encontró que el sistema Luminex puede ofrecer 50% más de resistencia a la fractura que los postes de metal. (Figs. 14 y 15)



FIG. 14 Radiograph of three different diameters of the light-transmitting Luscent Anchors™



FIG. 15 The Luscent Anchor™

<http://www.dentatus.com.br/luminex.htm>

Un nuevo concepto de tratamiento propone eliminar la obturación de gutapercha después de la apexificación. Siendo el MTA en la técnica de apexificación el único material de obturación restaurando el ápice abierto.⁴

Se evaluaron varios factores asociados con el nuevo concepto de tratamiento para las pulpas con raíz inmadura probando la validez del uso del MTA como único material de obturación evaluando su sellado y la resistencia al desplazamiento en donde se concluye la gran eficacia en cuanto a su capacidad de sellado y una significativa resistencia a las fuerzas de desplazamiento cuanto la barrera es de 4mm por lo que se demuestra que el espesor de la barrera no influye en la microfiltración pero si en las fuerzas que lo pueden desplazar.⁴

CONCLUSIONES

- ♦ Debido a que los traumatismos dentales en nuestra práctica son frecuentes es necesario ofrecer a nuestros pacientes diversas alternativas de tratamiento y las mejores soluciones ante situaciones complicadas por lo que es importante contar con un profundo conocimiento de las virtudes y defectos de los materiales y técnicas que tenemos como opción para detectar y resolver eficazmente los casos de apexificación.²²

- ♦ También es de suma importancia considerar el perfil de nuestro paciente en cuanto a su cumplimiento, obediencia, demandas estéticas y rapidez con la que desee que su tratamiento concluya.

- ♦ Para ayudar a comprender los procesos involucrados en el tratamiento de dientes permanentes despulpados, con ápice inmaduro y ampliamente abierto es necesario poseer un conocimiento de la normal formación radicular.⁶

- ♦ El desarrollo radicular está dado por los odontoblastos y el mismo no es posible en casos de necrosis pulpar.¹¹ Cuando esto ocurre el tratamiento a seguir es la apexificación que consiste en inducir la formación de una barrera de tejido duro a través del ápice abierto. Esta barrera es similar al cemento que proporciona un tope contra el cual se puede condensar el material de obturación del conducto radicular y confinarse al espacio del mismo.⁶

- ♦ Aunque la apexificación y las barreras apicales alivian algunos problemas de los dientes inmaduros la posibilidad de una fractura radicular frecuentemente puede complicar el pronóstico.⁴

- Para el éxito del cierre apical es importante el sellado temporal de la pieza para que las bacterias no penetren al conducto radicular, es recomendable utilizar resinas compuestas y así evitar fracturas puesto que el tratamiento es largo y se debe de proteger al máximo posible. ⁶

- En estos casos las paredes del conducto son divergentes en sentido apical por lo que el tratamiento se orienta a inducir la formación de una constricción apical de tejido duro, mediante la cual se puede evitar la sobreobtención del conducto. ¹¹

- ◆ Aunque históricamente el proceso de apexificación se ha realizado con el uso del hidróxido de calcio gracias a su capacidad osteogénica y a su alta eficacia antimicrobiana cabe mencionar que se obtienen resultados satisfactorios pero existen algunas desventajas como la variabilidad en el tiempo de tratamiento así como el no predecir el cierre apical y las múltiples citas durante un largo periodo de tiempo incrementa el riesgo de una reinfección del conducto y por lo tanto de un retraso en el tratamiento y un mayor índice de fracaso.

- Debido a esta razón existen otras técnicas como alternativa a la terapia del hidróxido de calcio como son el Vitapex y el MTA en donde la formación de tejido duro se puede deber tanto a su capacidad de sellado como a su capacidad de inducir la formación de tejido duro ¹⁶

- ◆ Uno de los aspectos más importantes es la restauración de los dientes con ápice inmaduro, la cual puede llevarse a cabo con una técnica de resina gracias a la nueva generación de los adhesivos o con la obturación total con MTA.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1) Silva Herzog-Flores Daniel. Análisis fisicoquímico del mineral trióxido agregado por difracción de rayos x calorimetría y microscopia electrónica de barrido. Revista ADM. Julio-Agosto 2000; LVII (4): pp. 125-131.
- 2) Whittle Marta. Apexification of an infected untreated immature tooth. Journal of Endodontics 2000; 26 (4): pp. 245-247.
- 3) Cohen Stephen. Vías de la pulpa. Editorial Mosby. España 2002: pp. 835-841.
- 4) Hachmeister, Shindler, Walter, Thomas. The sealing ability and retention characteristics of MTA in a model of apexification. Journal of Endodontics 2002; 28(5):pp.386-390
- 5) www.dentalaccocr.com/es/revistas/2002/art002/hoja009.html
- 6) Alfaro Flota Caridad. Apicoformación y Apexificación. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán. Julio 1999; 9(18): 27-33
- 7) Sousa, Crisci, Saquy, Pécora. Treatment of teeth with incomplete root formation and a history of trauma. Braz. Endodontical Journal 1996; 1(1): 49-51.
- 8) Calanda, Brau. Endodoncia, Técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson. España 2001: pp. 245-255.
- 9) www.iztacala.unam.mx/~rrivas/infantil2.html
- 10) Lawrence. Use of calcium hydroxide for apical barrier formation and healing in non-vital immature permanent teeth: a review. British dental journal 1997; 18 (3): 241-246.
- 11) Saavedra, Watson. MTA como alternative en el tratamiento de dientes necróticos y formación radicular incompleta: reporte de un caso. Revista Universidad Central de Venezuela 2000; 8 (12): 42-48

- 12) Tiong Hoh, Thomas, McDonald, Ford, Torabinejad. Cellular response to MTA. *Journal of Endodontics* 1998; 24(8): pp.543-547.
- 13) Parashoes, Fracds. Apexification: Case report. *Australian Dental journal* 1997; 42(1): pp. 43-46
- 14) Heling, Lustmann, Hover, Bichacho. Complications of apexification resulting from poor patient compliance: Report of case. *Journal of Dentistry for Children*. November-December 1999.
- 15) Heling, Slutzky, Lustmann, Ehrlich, Becker. Bone-like tissue growth in the root canal of immature permanent teeth after traumatic injuries. *Endodontics and Dental Traumatology* 2000; 16: pp. 298-303
- 16) Shabahang, Torabinejad, Boyne, Abedi, McMillan. A Comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate in dogs. *Journal of Endodontics* 1999; 25(1): pp. 1-5
- 17) Lynn, Stanley. The use of MTA to create an apical stop in previously traumatized adult tooth with blunderbuss canal. *NYS Dental Journal* 2000; 23(5): pp. 245-252.
- 18) Britto, Jiang, Vertucci. The role of biological modulators in endodontic therapy. *Rev. Fac. Odontol. Bauru* 2002; 10(4): pp.201-208.
- 19) Abedi, Eng, Ingle. Mineral Trioxide Aggregate: A review of a new cement. *CDA Journal* 1995; 23(12): pp. 36-38.
- 20) Almeida, Randi, Garrido, Rosalen. Microbial Susceptibility to Calcium Hydroxide pastes and their vehicles. *Journal of Endodontics* 2002; 28(11): pp. 758-761
- 21) Torabinejad, Chivian. Clinical Applications of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics* 1999; 25(3): pp. 197-205.

- 22) Maroto, Barbería, Planells, Vera. Treatment of a non-vital immature incisor with mineral trioxide aggregate (MTA). *Dental Traumatology* 2003; 19: pp. 165-169
- 23) Economides, Pantelidou, Kokkas, Tziafas. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *International Endodontic Journal* 2003; 36: pp. 44-48
- 24) www.dentalaccocr.com/es/noticias/cclinicos/arti004vitapex/hoja004.html
- 25) Kawakami, Nakamura. Ultrastructural study of initial calcification in the rat subcutaneous tissues
- 26) Fujii, Machida. Histological study of therapy for infected nonvital permanent teeth with incompletely formed apices. *Tokyo Dental College* 1991; 32 (1): pp. 35-45.

