



Universidad de Valparaíso

Chile

Escuela de Graduados

USO DEL MTA EN EL CIERRE APICAL

**Revisión Bibliográfica para optar a la Especialidad de
Endodoncia**

Residente: Dra. Lohana A. Luna Ruiz

Docente Guía: Dra. Alicia Caro

Valparaíso, Diciembre de 2009

INDICE

INTRODUCCION	1
I. APEXOGENESIS Y APEXIFICACION	
I.A. Definiciones	2
I.B. Histología de la apexificación	3
I.C. Historia de los distintos métodos que se han utilizado para lograr la apicoformación	7
I.D. Historia de las técnicas de apicoformación	9
I.E. Causas del ápice abierto	11
I.F. Técnicas de inducción del cierre apical	13
I.F.1. Técnica de apexificación según Frank	16
I.F.2. Técnica de apexificación según Maisto y Capurro	19
I.F.3. Ventajas y desventajas	22
I.G. Materiales usados en la apexificación	24
I.H. Estudios relacionados con el MTA	26
II. MINERAL TRIOXIDO AGREGADO	
II.A. Introducción	28
II.B. Composición	28
II.C. Mecanismo de acción	29
II.D. Modo de uso del MTA	30
II.E. Utilización clínica del MTA	31
II.E.1. Protección pulpar directa	32
II.E.2. Pulpotomía	33

II.E.3. Perforación	34
II.E.4. Obturación del conducto mediante la confección de un tapón apical	38
II.E.5. Cirugía apical	40
II.E.6. Reabsorción dental	42
II.E.7. Fractura radicular	46
II.E.8. DIENTES CON APICES INMADUROS	47
II.F. Otras aplicaciones del MTA	52
II.G. Ventajas y Desventajas	53
II.H. Tipos de MTA	54
II.I. Cementos selladores a base de MTA	56
III. CONCLUSIONES	60
IV. BIBLIOGRAFIA	62

INTRODUCCION

Esta revisión bibliográfica fue realizada con el objetivo de poder investigar un poco más acerca de las distintas técnicas y materiales que se han usado a lo largo del tiempo en el caso específico de lograr el cierre apical cuando un diente no termina su completo desarrollo.

Muchos materiales han sido usados a través del tiempo, obteniendo muy buenos resultados pero teniendo a la vez algunos inconvenientes. A partir de esto salió al mercado un nuevo material (Mineral Trióxido Agregado), el que ha demostrado muy buenos resultados a muy corto plazo; pero que aún es un material en estudio y experimentación.

Es por eso que en esta revisión se indaga sobre los múltiples estudios que se han realizado al MTA con fines de lograr un cierre apical, avalado por muchos autores que lo han usado desde su aparición y que han encontrado ser una excelente opción en estos casos.

I. APEXOGENESIS Y APEXIFICACION

Los dientes que presentan un ápice incompleto pueden ser vitales o no vitales. A partir de esto, podemos empezar definiendo la diferencia entre el proceso de apexogénesis (dientes vitales) y apexificación (dientes no vitales).

IA. DEFINICIONES

Apexogénesis:

Procedimiento aplicado a dientes con ápice incompleto, mediante el cual se trata de lograr el cierre apical, siempre y cuando la pulpa mantenga su vitalidad, indicando así la realización de una *pulpotomía*.

Hay que intentar la pulpotomía siempre que exista alguna posibilidad de que la parte apical, el extremo radicular y el conducto suelen alcanzar un tamaño y una forma relativamente normales.

Manteniendo la vitalidad pulpar radicular permitirá así continuar con el desarrollo de apicoformación normal, siempre y cuando se mantenga esa vitalidad en forma aséptica.

La indicación de realización de una *pulpotomía* para lograr este cierre apical consiste en la realización de un corte y remoción de toda la pulpa cameral, a través de una técnica totalmente aséptica; manteniendo la integridad del (de los) filete (s) de pulpa radicular; donde la superficie del tejido pulpar remanente será cubierta por un material que le proporcione las condiciones para elaborar una capa de dentina, que le devolverá las condiciones anatómicas iniciales y le permitirá la supervivencia y funcionalidad.

Apexificación:

Es el proceso por el cual se estimula el desarrollo apical, en un diente desvital, que no ha terminado su desarrollo radicular completo.

Según el glosario de términos endodónticos definen la apexificación como el método de inducción de una barrera calcificada en una raíz con ápice abierto o la continuación del desarrollo apical de una raíz con formación incompleta en un diente con necrosis pulpar (197).

I.B. HISTOLOGIA DE APEXIFICACION

Aunque se conoce el hecho clínico de la apicoformación y su comprobación instrumental y radiológica, son pocos los trabajos publicados sobre la histopatología de reparación.

El material que se forma sobre el foramen apical fue identificado histológicamente como osteoide (parecido a hueso) o cementoide (parecido a cemento), por investigadores que efectuaron apexificación después de notar afección periapical en los dientes tratados (23, 24,25, 28,29,30,41). También fue comunicada la formación de osteodentina después de la aplicación de pasta de hidróxido de calcio, inmediatamente a la conclusión de una pulpectomía en diente vivo (42). Sin embargo los estudios macroscópicos y microscópicos realizados tras la inducción experimental de la apexificación demuestran que la nueva formación apical no es maciza, sino que presenta el aspecto de un queso suizo. Generalmente, el desarrollo radicular tras la apexificación suele dar lugar a una configuración algo diferente a la que la raíz adquiere tras un desarrollo normal. La raíz puede ser más corta, el conducto más ancho y con paredes laterales finas, o incluso puede presentar un estrechamiento invertido (**Figura 1**). Por consiguiente, si existe alguna posibilidad de que la pulpa mantenga la vitalidad en un diente que no ha completado su desarrollo apical, es preferible inclinarse por una pulpotomía. Si tras un período de observación razonable no se obtienen los resultados deseados o no se mantienen las condiciones de asepsia y vitalidad, se puede proceder a la apexificación. (4)

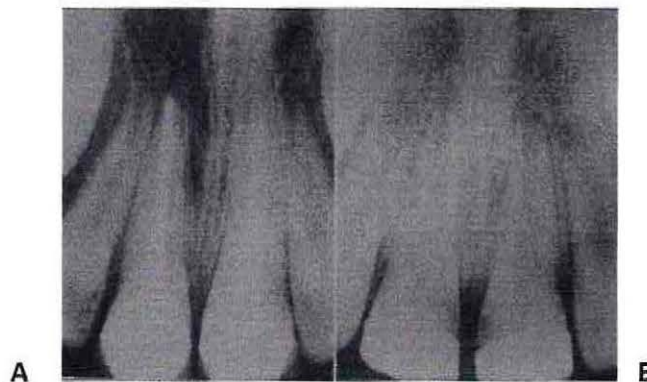


Figura 1. Diferencias en el desarrollo radicular entre la pulpotomía y la apexificación. **A** Radiografía preoperatoria obtenida cinco meses después de un traumatismo. El incisivo central izquierdo (nº 8), había perdido la vitalidad pulpar, por lo que se procedió a la apexificación. La pulpa del incisivo central derecho (nº 9) mantenía su vitalidad y se practicó una pulpotomía. **B** Dieciocho meses después se ha completado el tratamiento en ambos dientes, obturando con gutapercha condensada lateralmente. El nº 9 presenta un desarrollo radicular normal desde el punto de vista de la anchura, la forma, el estrechamiento y la configuración apical. El nº 8 tiene un conducto comparativamente mucho más ancho y parece llegar a un fondo ciego a pocos milímetros de llegar al ápice radiográfico.

Los estudios histológicos informaban ausencia de vaina radicular epitelial de Hertwig(43). Por regla general, tras una apicoformación no ocurre un desarrollo radicular normal. Por el contrario, al parecer las células de tejido conectivas adyacente se diferencian y convierten en células especializadas; así mismo, también ocurre un depósito de tejido calcificado junto al material de obturación. El material de calcificado está en continuidad con las superficies radiculares laterales. Aunque el cierre apical puede ser parcial o completo, habitualmente tiene unas diminutas vías de comunicación con los tejidos periapicales. (Figura 2). Por este motivo, la apicoformación siempre debe seguirse de una obturación permanente al conducto radicular con gutapercha.

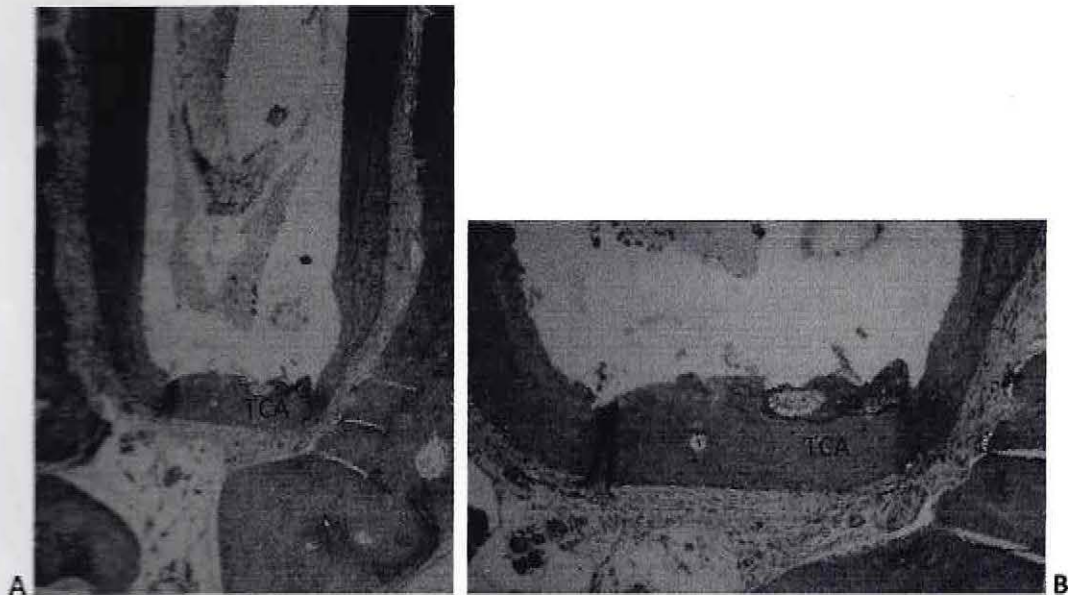


Figura 2. Secuencia histológica del diente de un perro tras una apicoformación. A Un tejido calcificado parecido a cemento cierra un orificio apical ampliamente abierto. B Vista a mayor aumento para apreciar le detalle celular. El ligamento periodontal no evidencia signos de inflamación.

TCA: Tejido calcificado apical

En los estudios clínicos realizados sobre la apicoformación se han publicado diversos tipos de cierre apical. Teniendo en cuenta las evidencias histológicas de los estudios posteriores, parece que estos están relacionados con el nivel en que se coloca el material de obturación (dentro o fuera del orificio apical).

Se ha demostrado que muchos de los fracasos de la apicoformación tienen su origen en las dificultades para limpiar y desinfectar los conductos radiculares abiertos. El diente con un

conducto radicular divergente en el extremo apical es mucho más difícil de limpiar que el diente maduro.(3)

Pero para FRANK(44) la vaina de Hertwig es de importancia básica en la apicoformación y aunque antes se creía que podía destruirse en las lesiones periapicales, hoy día se acepta que después de un período de inactividad puede quedar vital y reiniciar su función una vez que haya desaparecido la infección.

Para STEINER y cols (16) (1968) en el momento que publicaron su trabajo, no se conocía con exactitud la identidad histológica del ápice recién formado, que podía ser dentina, cemento, hueso o tejido fibroso calcificado.

HEITHERSAY(22) (Adelaida, Australia, 1970) ha publicado un interesante trabajo sobre 21 casos de dientes con ápice inmaduro y pulpa necrótica, que fueron tratados con un producto (Pulpdent) conteniendo hidróxido cálcico y metilcelulosa, obturando en la misma sesión con Cavit y Amalgama. Los resultados obtenidos después de un período de observación de 14 a 75 meses fue el siguiente: apicoformación completa en 14 dientes, parcial en 5 y nula en 2, con un total de 19 éxitos clínicos de 21 dientes tratados.

El citado autor australiano (22) hizo los hallazgos histopatológicos que se exponen a continuación:

1. El nuevo tejido se formó tanto fuera como dentro del conducto y consistió en tejido pulpar, dentina interglobular, cemento y fibras de la membrana periodontal.
2. Dos capas de dentina interglobular se formaron dentro del conducto primario y junto a él.
3. Amplias capas de cemento celular y acelular, cubriendo no solamente el tejido neoformado sino que se extendían más allá de la unión con la raíz primitiva.

Posteriormente HEITHERSAY(46) (1975) ha descrito los distintos tipos que se conocen de apicoformación en general en forma de cúpula y algunas veces con un conducto o apertura lateral o formación de un puente calcificado, imitando un ápice casi normal.

El hidróxido cálcico, consideran la mayor parte de los autores que tiene gran potencial osteogénico, quizás porque ejerza una acción favorable en virtud de su alta alcalinidad o porque los iones de calcio puedan favorecer la reparación.

CVEK (47)(48) (Estocolmo, 1972, 1973 y 1974)ha investigado ampliamente en sucesivos trabajos la acción del hidróxido cálcico estimulando la apicoformación y deteniendo además las reabsorciones cementodentinarias que puedan producirse. BIMSTEIN y FUKS (49) (Jerusalén, 1976), como tantos otros autores insisten en que el uso de una pasta hecha con hidróxido de calcio puro es la forma más deseable y sencilla de inducir la apicoformación.

No obstante la aceptación del hidróxido cálcico como insustituible, o al menos como muy recomendable en la inducción a la apicoformación, han aparecido en los últimos años interesantes trabajos de investigación, con la aplicación de otros productos experimentales exentos de la alcalinidad del hidróxido cálcico. KOENIGS y cols(50) (Ohio, 1975) y ROBERTS y BRILLIANT(51)(1975) han experimentado el fosfato tricálcico cerámico reabsorbible. NEVINS y cols (52)(53) (Nueva York, 1975 y 1976) han estudiado la acción de un gel de colágeno y fosfato cálcico, con yoduro potásico, que en dientes con la pulpa necrótica y ápice inmaduro estimularía la diferenciación celular y la formación de una cicatriz mineralizada. (1)

Desde la aparición del MTA se han realizado múltiples investigaciones respecto a su desempeño cuando se quiere lograr la apexificación y debido a sus resultados alentadores estos estudios han garantizado el uso de este material cuando se trata de lograr un cierre apical (207,58,62)

En un estudio realizado por Arzu y cols(222) 5 dientes con ápices inmaduros con necrosis pulpar fueron tratados con la realización de una barrera apical de MTA para lograr la apexificación. Todos los dientes eran incisivos centrales y su desarrollo radicular fue interrumpido a causa de un trauma previo. La porción apical del conducto fue llenado con MTA y el resto del conducto fue obturado con gutapercha y cemento sellador con la técnica de condensación lateral. Se realizó un seguimiento radiográfico a los 6 meses, al año y a los dos años y se observó resolución de las lesiones periapicales y continuación del desarrollo de la porción final de la raíz.

Aunque en presencia de inflamación leve se observó la formación de tejido calcificado(23), los resultados fueron muchos mejores en las muestras histológicas en que no había inflamación(3). Por lo tanto lo que es innegable es que la reparación se produce cuando los tejidos periapicales "perciben" que ha desaparecido la infección, que no existen microorganismos ni sustancias extrañas o tóxicas, ni proteínas degradadas. Es posible que a pesar de los éxitos conseguidos con el hidróxido cálcico solo o acompañado de paraclorofenol o yodoformo, así como de otros materiales como el MTA, lo básico e imprescindible sea eliminar del conducto aquello que hostiga y perturba, para que así esos grandes colaboradores del odontólogo denominados Vaina de Hertwig, cemento, hueso o tejido conjuntivo poco diferenciado, puedan reparar específicamente la lesión y desarrollar la apicoformación.(1)

I.C. HISTORIA DE LOS DISTINTOS METODOS QUE SE HAN UTILIZADO PARA LOGRAR LA APICOFORMACION

A lo largo de la historia, numerosos procedimientos y materiales han sido recomendados para facilitar este proceso mediante la inducción de la formación de una barrera apical; estos incluyen no realizar tratamientos (198), controlar la infección (199), inducción de un trauma, el cual va a producir sangramiento y luego la consiguiente reparación en los tejidos perirradiculares (24), pastas antibióticas (200), hidróxido de calcio mezclado con varios materiales(201) y recientemente el uso del MTA.

El tratamiento endodóntico de los dientes permanentes sin pulpa y con un ápice abierto, amplio y en forma troncocónica con la base vuelta hacia apical; ha constituido desde siempre un reto para los odontólogos. Antes de la introducción de las técnicas de cierre apical, el tratamiento habitual de este problema era quirúrgico(3). Durante mucho tiempo se recurrió a la cirugía para tratar el problema del ápice en trabuco (es decir el conducto es más ancho en su zona apical que cerca de la zona cervical), especialmente si la pulpa estaba necrosada y existía una lesión periapical (**Figura 3.A**). Se abría el diente, se preparaban lo mejor posible esos conductos amplios e irregulares y a continuación se obturaban con gutapercha (**Figura 3.B**). En contadas ocasiones se podía conseguir un verdadero sellado, pero se levantaba un colgajo, se cureteaba la lesión y se colocaba algún tipo de obturación apical (**Figura 3.C**)

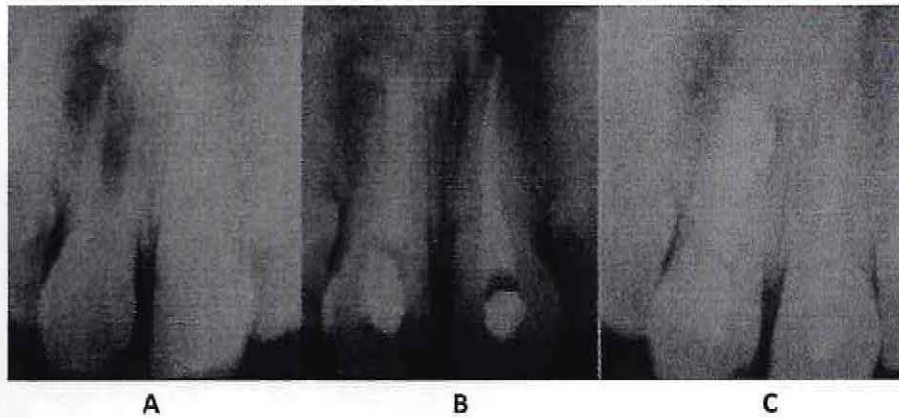


Figura 3. A radiografía preoperatoria de la zona incisiva central del maxilar superior, el paciente es un varón de 15 años; su historia incluye varios traumatismos dentales. El incisivo central izquierdo tiene el ápice abierto y una lesión periapical, lo que indica que la lesión dental se produjo cuando el paciente tenía unos 7 años de edad. El incisivo central derecho tiene el ápice completamente formado, un conducto algo pequeño para su edad y una lesión periapical, lo que indica que la lesión pulpar se produjo varios años antes. Ninguno de estos dientes respondió a las pruebas de temperatura. **B** ambos dientes tratados antes de la aparición de la apexificación y el ápice en trabuco precisó tratamiento quirúrgico en aquel momento. Se procedió a preparar ambos dientes y obturarlos con gutapercha condensada lateralmente y Tubliseal. La obturación es correcta en el ápice que está desarrollado, pero evidentemente no se ha podido sellar el ápice abierto. Se levantó un colgajo, se curetearon las zonas y se colocó una obturación apical de amalgama en el diente con el ápice abierto. **C** un año después las zonas han curado perfectamente. Sin embargo, el incisivo izquierdo ha quedado corto, el conducto es bastante amplio y puede existir alguna reacción a la amalgama.

La solución preferible consiste en permitir que el ápice complete su desarrollo (4). Aunque el tratamiento quirúrgico tenía éxito, la existencia de consideraciones mecánicas y psicológicas implicaba numerosas contraindicaciones. En los dientes sin pulpa y con un ápice incompletamente formado, las delgadas y frágiles paredes dentinarias dificultan la consecución de un sellado apical. Cuando para conseguir un sellado se extraía parte de la raíz, la relación corona:raíz podría resultar mala, si inicialmente ya era mala. Puesto que esta era una de las alternativas en niños resultaba atractivo disponer de un tratamiento menos traumático. (3)

Patterson (Indianapolis, 1958) publicó una clasificación muy didáctica de los dientes, según su desarrollo radicular y apical, dividiéndolos en las siguientes cinco clases:

- I. Desarrollo parcial de la raíz con lumen apical mayor que el diámetro del conducto.
- II. Desarrollo casi completo de la raíz, pero con lumen apical mayor que el del conducto.
- III. Desarrollo completo de la raíz con lumen apical de igual diámetro que el del conducto.
- IV. Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el del conducto.
- V. Desarrollo completo radicular con tamaño microscópico apical.

En las cuatro primeras clases, está indicada la terapéutica de inducción a la apicoformación (apexification en lengua inglesa, término empleado por los autores norteamericanos). En los dientes de la Clase V, se procederá al tratamiento convencional o habitual endodóntico.(1)

Durante varias décadas y aún hoy en casos excepcionales (cuando fracasa la apicoformación) los dientes de las clases I y II y algunos de las clases III se han obturado con la llamada técnica del foramen abierto o del cono invertido; técnica descrita según SOMMER* y cols. (Ann Arbor, Michigan, 1956) (2)

Sin embargo, se ha defendido la aplicación de numerosas técnicas para el tratamiento de los dientes permanente sin pulpa y con un ápice incompletamente formado. Técnicas que serán descritas más adelante.

*Técnica descrita por SOMMER y cols:

- 1) Se elabora un cono grueso de gutapercha calentando varios de los pequeños y arrollándolos entre 2 losetas de vidrio, cortándolo nítidamente en su parte más ancha.
- 2) Se obtura con este cono el diente, pero colocando la parte más ancha en apical y la más estrecha en incisal, osea en sentido invertido, condensando luego lateralmente con conos adicionales. Hoy en día en los contados casos en que se emplea esta técnica, es preferible utilizar los conos estandarizados de gutapercha de los números 120 y 140, procurando en la obturación sujetar o fijar el cono al borde incisal para evitar que se deslice y se pueda desobturar.

LD. HISTORIA DE LAS TECNICAS DE APICIFORMACIÓN

Resulta difícil conocer bien como se produjeron las valiosas investigaciones que condujeron a la publicación y uso de las actuales técnicas de apicoformación:

AGUILAR (5) (México) a mediados de la década de los años 50, observó experimentando el método ocaléxico (proceso de expansión que sufre el hidróxido de calcio al hidratarse y que según experimentos aseguran que la dilatación producida por la reacción química ayuda a llenar los conductos accesorios) que en algunos dientes inmaduros y a lo largo de las sucesivas curas con el hidróxido cálcico recién sintetizado o con hidróxido cálcico puro, se formaba una barrera apical de cemento o tejido duro, que permitía la obturación convencional con gutapercha.

MARMASSE (7) (Paris 1958) menciona en su libro el empleo de pastas resorbibles (Calxyl, pasta de Walkhoff, entre otras), con objeto de conseguir la apicoformación. En su texto, el citado profesor francés dice: "A pesar de la infección pulpar, a pesar de una infección apical, la invaginación periodontal dentro del conducto puede ayudar secundariamente a la formación de

neocemento. Se produce el alargamiento de la raíz y continua seguidamente la formación apical a pesar de la ausencia de la pulpa”.

COOKE y ROWBOTHAM (8) (1960) comprobaron que los ápices inmaduros de dientes con pulpa necrótica podían continuar su desarrollo después de colocar una cura temporal de una pasta de óxido de zinc y eugenol, en el interior del conducto.

MOODNIK (9) (Nueva York 1963) dijo que el ápice es capaz de desarrollarse y repararse, necesitando tan solo que sean removidos los irritantes para que el tejido de granulación pueda iniciar la labor de reparación, lo que sugiere el empleo de enzimas para inducir la calcificación del conducto.

BALL (10) (Edimburgo, 1964) trató en un niño de 6 años y 9 meses un incisivo central superior con la pulpa necrótica, el cual lavó, ensanchó y curó varias veces, sellando temporalmente con una pasta antibiótica radioopaca, con la intención de hacer cirugía; pero al observar que el ápice se iba cerrando, espero 5 meses más y cuando comprobó su completa formación, obtuvo convencionalmente.

KAISER (11) (Columbus, Ohio 1964) presentó casos de apicoformación de dientes con pulpa necrótica empleando una mezcla de hidróxido de calcio y paraclorofenol alcanforado.

MAISTO y CAPURRO (12) (Buenos Aires, 1964) publicaron el mismo año análogos resultados, habiendo utilizado una mezcla de yodoformo, hidróxido de cálcico y agua con metilcelulosa.

BOUCHON (13) (Paris 1965 y 1966), empleando la técnica de MARMASSE, ya citada, publicó un caso de formación apical en un incisivo inferior.

FRANK (14, 44,45) (Los Angeles 1965 a 1968) ha comunicado en infinidad de trabajos su técnica de apicoformación usando la mezcla hidróxido cálcico-paraclorofenol alcanforado.

KAISER y BAZLER (15)(Columbus Ohio, 1966) presentaron nuevos casos similares a los 2 años antes de KAISER (11)

Posteriormente se han publicado unos trabajos más, entre los que destacan el de STEINER y cols (16) (Estados Unidos 1968), revalorizando las técnicas de KAISER y FRANK y recomendando el uso de la mezcla hidróxido cálcico-paramonoclorofenol alcanforado como el tratamiento de elección en ápices inmaduros.

1.E. CAUSAS DEL APICE ABIERTO

El ápice abierto es consecuencia de un traumatismo o una caries que provoca exposición pulpar, ocurriendo de manera típica cuando la pulpa sufre necrosis antes que termine el crecimiento y desarrollo radicular. Los odontoblastos degeneran y la enfermedad periapical causa la pérdida de la capa epitelial formadora de la raíz. Como cesa la odontogénesis, esta es más corta y tiene un ápice con formación incompleta. También, el ápice abierto resulta en ocasiones por la resorción extensa del ápice maduro como resultado del tratamiento ortodóntico o enfermedad periapical.

Esta lesión consiste en una falta del suficiente desarrollo radicular para que el conducto presente un estrechamiento cónico y recibe el nombre de conducto "en trahuco"; término empleado por el autor Franklin S. Weine en la Quinta edición del libro Tratamiento endodóntico.

Los dientes más afectados en traumatología oral son los incisivos. En traumatología infantil y debido a que en el momento de la erupción de los dientes permanentes, el ápice es inmaduro y le faltan todavía de 3 a 4 años para terminar su formación apical, la clasificación de las diferentes lesiones traumáticas se hace según la edad del diente tomando Parkin (224) como referencia un estudio realizado por Hallet:

1.- En los dientes jóvenes que tienen el ápice inmaduro, con la típica forma divergente o troncocónica, la terapéutica está encaminada a lograr la apicoformación por medio de un estímulo o inducción que actúe sobre la pulpa (en procesos reversibles = apexogenesis) o sobre los tejidos apicales y periapicales (en procesos irreversibles = apexificación).

2.- En los dientes con el ápice inmaduro o terminado de formar, la terapéutica de las diferentes lesiones traumáticas será idéntica a la del diente adulto, con las características propias del diente joven que como el mayor tamaño pulpar, la mejor vascularización apical y el mejor soporte óseo, condicionan el tratamiento y pueden modificar el pronóstico en sentido favorable para realizar una apexogénesis.(1)

Por lo tanto, desde el punto de vista tanto diagnóstico como del tratamiento es fundamental hacer una historia clínica detallada y recoger todo tipo de documentación (por temas legales y a causa de los seguros). (3)

En lesiones de Clase II y Clase III, o sea cuando la fractura de la corona involucra la pulpa o la dentina prepulpar y siempre que la fractura sea reciente y la pulpa esté viva y no infectada, el tratamiento de elección es la biopulpectomía parcial (pulpotomía vital y colocación de hidróxido cálcico en la entrada del conducto).

El MTA ha sido también usado en recubrimientos pulpaes o pulpotomías tanto en animales como en humanos, demostrando un remarcable éxito similar al obtenido con el hidróxido de

calcio (128,202,114,203). En estas lesiones de Clase II y Clase III el tratamiento de elección es la apexogénesis.

Con esta técnica en el mayor de los casos tratados se obtendrá un puente de dentina reparativa, y la pulpa residual con su función dentinogénica, logrará en poco tiempo la total apicoformación observables en los controles radiográficos posteriores.(1)

Debido a la radiotransparencia normal que se observa en el ápice a medida que la raíz madura, en estos dientes es complicado hacer un diagnóstico radiológico de la enfermedad. Asimismo, siempre debe considerarse la posibilidad de comparar el proceso de formación de la raíz en los dientes contralaterales.

Por regla general, en los dientes con raíces incompletamente formadas las pruebas pulpares eléctricas no proporcionan unos datos útiles. Las pruebas pulpares térmicas son más fiables para determinar la vitalidad del diente, pero en los niños pequeños es más difícil confiar en dicha fiabilidad.

En el diagnóstico debe considerarse la presencia de dolor agudo o crónico, la sensibilidad a la percusión, la movilidad y la decoloración de la corona.

En el diente sin exposición pulpar (si aún existen dudas tras haber llevado a cabo todas las pruebas antes mencionadas), para tener la seguridad de encontrarse ante un caso de necrosis pulpar, antes de iniciar un tratamiento endodóntico el odontólogo debe establecer un período de vigilancia controlada. Si existe exposición de la dentina, el diente deberá restaurarse de modo que no pueda aparecer ningún tipo de irritación pulpar posterior y pueda continuar con su proceso de desarrollo radicular normal, tratando como se menciona al inicio de mantener la vitalidad pulpar para permitir el completo desarrollo de la raíz (apexogenesis).(3)

El problema surge cuando la pulpopatía es irreversible o, como sucede frecuentemente, el niño acude a la consulta con la pulpa necrótica o incluso con lesiones periapicales recientes o remotas. En estos casos, la formación normal y fisiológica del ápice, que corresponde casi en su totalidad a la función pulpar, queda detenida definitivamente y con infección o sin ella, el diente quedará con su ápice divergente y sin terminar de formarlo, con carácter definitivo.

LF. TECNICAS DE INDUCCION DEL CIERRE APICAL

Con Hidróxido de Calcio

Desde 1964, la terapéutica de los dientes inmaduros, con el foramen abierto y divergente, que necesitan tratamiento endodóntico, consiste en emplear la técnica de apicoformación, mediante la inducción de pastas alcalinas de hidróxido cálcico. (1)

Durante muchos años, los pacientes con dientes incompletamente desarrollados o con el ápice abierto y lesiones pulpares o periapicales representaron para los odontólogos un reto de muy difícil solución. Dichos pacientes solían ser jóvenes y habían sufrido algún traumatismo poco antes de la erupción del diente dañado, con el consiguiente dolor para el niño, ansiedad para los padres y dificultades terapéuticas para el odontólogo. (4)

Aunque la apicoformación es una técnica con éxito, en un diente con raíces incompletamente formadas la apexificación debe ser el tratamiento de último recurso. Debe prestarse atención para mantener la vitalidad de estos dientes de manera que la raíz pueda crecer y formar la máxima cantidad posible de dentina. (3)

La técnica del hidróxido de calcio a seguir según la Universidad de Valparaíso, es la siguiente:

Primera sesión

- 1.- Aislamiento absoluto y desinfección del campo operatorio, por lo general no es necesario poner anestesia
- 2.- Eliminación total de caries y preparación de la cavidad de acceso
- 3.- Preparación del acceso radicular, aplicando concepto de crown down en la preparación de los 2/3 coronarios del conducto.
- 4.- Calcular longitud de trabajo, considerando que para estos casos resultará más confiable la combinación de técnicas radiográfica (aunque no es muy exacta porque hay zonas de reabsorción irregular, nos da una visión general) con el uso de Localizadores Apicales Electrónicos (LAE) Ya que a pesar que las estructuras dentarias no están formadas, otras están destruidas por la infección (como el tejido óseo que puede estar reabsorbido al igual que el cemento). Hay que utilizar la combinación de todos los métodos posibles para tratar de no sobrepasar el ápice y dañar lo menos posible los tejidos periodontales que son los que logran el cierre apical, porque hasta no tener completado el proceso de apexificación no vamos a tener una longitud definitiva.

Estos son conductos con forma de trábucos, es decir, es más ancho el ápice que la entrada al conducto. Hay que hacer preparación de limado fuerte para limpiar paredes contaminadas. El rol de los irrigantes es muy importante en la desinfección, el hipoclorito de sodio al 2,5%, hay que calibrar la aguja a los 2/3 de la longitud y se inyecta sin presión, también se puede usar la clorhexidina al 5% como complemento al hipoclorito.

5.- Realizar la PBM completa del conducto

Los irrigantes recomendados son:

- NaOCl al 2,5%, cuidando de no proyectar irrigante a los tejidos periapicales, durante toda la PBM
- Clorhexidina al 2% durante toda la PBM, especialmente del tercio apical abierto, se recomienda como complemento al hipoclorito ya que como no logramos preparar bien los conductos el hipoclorito es necesario porque es disolvente orgánico para así debridar químicamente, en cambio la clorhexidina es solo desinfectante y además tiene la característica de la sustantividad.
- Suero fisiológico o lechada de Cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) como irrigación final para lavado. Hay que succionar al final de irrigar para que sea más fácil secar.

6.- Secar la cámara y conductos con motas de algodón y conos de papel estériles

7.- Después que este totalmente seco, se rellena la totalidad del conducto con una pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, la que permanecerá por una semana.

La pasta de hidróxido de calcio se prepara con una consistencia de masilla con suero en espátula y loseta estéril y se lleva al interior del conducto con una lima con movimientos de intrusión y rotación en sentido antihorario y con conos de papel yo lo voy comprimiendo para que se vaya compactando.

8.- Se coloca una mota de algodón estéril seca y sobre ella, un sellado de cemento ionómero de vidrio mínimo 3mm y luego se completa la cavidad con un material de cementación provisoria.

Segunda sesión (al mes de haberse realizado la sesión)

- 1.- Se constata la ausencia de sintomatología
- 2.- Se retira el cemento provisional con fresas de carbide de alta velocidad
- 3.- Aislamiento absoluto y desinfección del campo operatorio
- 4.- Se retira el sello de vidrio ionómero con fresa estéril de carbide de baja velocidad y la mota de algodón. Se repasa PBM con abundante irrigación.
- 5.- secar el conducto y rellenarlo nuevamente con pasta en base a Ca(OH)_2 en su totalidad (diferentes técnicas)
- 6.- Colocar una mota de algodón a la entrada del conducto y sellar la cavidad con un material de obturación semipermanente, se recomienda para ello usar cemento ionómero de vidrio.
- 7.- Se cita al paciente a control radiográfico a los seis meses y se verifica clínicamente la presencia de un tope apical con una lima N°35

De acuerdo a los estudios anteriormente señalados en la historia de las técnicas de apicoformación se pueden sintetizar en dos las técnicas más conocidas para inducir la apicoformación:

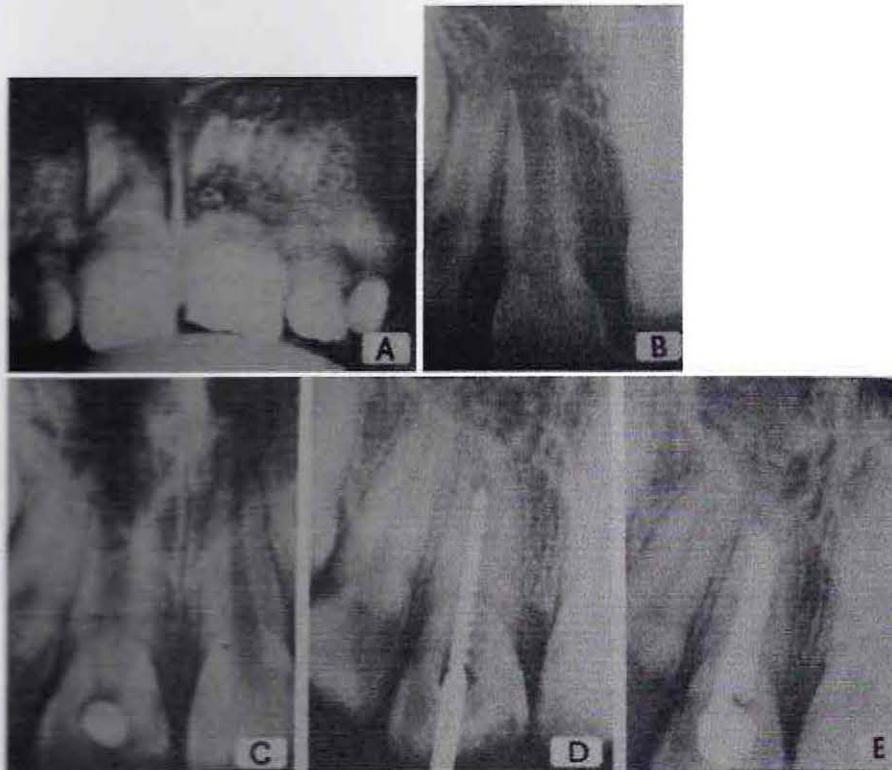
1.- La **técnica del hidróxido cálcico-paramonoclorofenol alcanforado**, preconizada por KAISER (11,15), FRANK (14), STEINER (16) y la mayor parte de los endodoncistas y los odontopediatras de Estados Unidos, y lógicamente dada la calidad y la profusión de las revistas periódicas norteamericanas, por los del mundo entero.

2.- La **técnica de hidróxido cálcico-yodoformo**, preconizada por MAISTO, CAPURRO(12) y MAISTO(17) (1967) conocida y utilizada no solo en Argentina, sino en todos los países de Iberoamérica, en España, en Portugal y en otros países.

Ambas técnicas se pueden considerar como pertenecientes a las pastas alcalinas resorbibles.

A continuación se describen las técnicas de apexificación según FRANK y MAISTO-CAPURRO

I.F.1. TÉCNICA DE LA APEXIFICACIÓN SEGÚN FRANK (Figura 4 y 5)



APICOFORMACION EN UN CASO DE APICE DIVERGENTE

Figura 4. A niño de 8 años. Fractura de Incisivo, sin aparente exposición pulpar, con historia de un traumatismo un año antes y presencia de fistula vestibular. **B** La radiografía muestra un ápice divergente con detención del desarrollo radicular. **C** Se inicia la terapéutica, desaparece la fístula y con intervalos de 4 a 6 meses, se coloca una pasta de hidróxido cálcico con paraclorofenol alcanforado. Al año el ápice, todavía no muestra cambio. **D** Se sigue la misma terapéutica y a los 24 meses de la iniciación del tratamiento hay evidencia radiográfica de desarrollo y cierre apical. Este cierre es comprobado a conducto abierto con un instrumento. **E** Se obtura el conducto con un cono principal de gutapercha y sellador de Grossman sin plata, con la técnica de condensación lateral con conos adicionales de gutapercha. A pesar de usar el condenador con rigurosa técnica, ningún exceso de material obturador sobrepasó el ápice.

APICOFORMACION EN UN CASO DE PREMOLAR INFERIOR CON APICE DIVERGENTE



Figura 5. A Joven de 14 años que bajo tratamiento ortodóntico tuvo una pérdida ósea periodontal a nivel de un premolar inferior, acompañada de movilidad y trayecto fistuloso . Radiografía mostrando el ápice y la raíz inmaduro con una zona radiolúcida periapical. B Aspecto al iniciar el tratamiento con pasta de hidróxido cálcico. C Cuatro meses después la fístula ha desaparecido. D La radiografía muestra una reducción de la zona radiolúcida y un comienzo de la calcificación apical. Se repite el tratamiento a los 4 y 10 meses de iniciación de la terapéutica. E A los 15 meses, la radiografía muestra la calcificación apical, ratificada a conducto abierto con una pequeña lima, la cual se detiene sin provocar molestia alguna en el paciente. F La radiografía de conometría muestra que el cono principal de gutapercha no logra obturar completamente la divergencia periapical. G Se obtura el conducto y el apice mediante la técnica de condensación lateral. H Radiografía postoperatoria de un control 1 año después de la obturación

Descripción de la Técnica de Frank:

Los materiales usados en esta técnica son los siguientes:

Irrigación: hipoclorito de sodio

Pasta: mezcla de hidróxido de calcio + paraclorofenol alcanforado

Sellado cavitario: doble = Cavit o eugenato de zinc + fosfato de zinc

Sesión inicial:

1. Aislamiento con dique de goma y grapa.
2. Apertura y acceso pulpar, proporcionados al diámetro del conducto, permitiendo la preparación del conducto.
3. Conductometría radiográfica.
4. Preparación biomecánica hasta el ápice radiográfico. Limar las paredes con presión lateral, pues dado el lumen del conducto, los instrumentos más anchos pueden parecer insuficientes. Irrigar abundantemente con hipoclorito de Sodio.
5. Secar el conducto con conos de papel de calibre apropiado.
6. Preparar una pasta espesa, mezclando hidróxido cálcico con paraclorofenol alcanforado, dándole una gran consistencia, casi seca.
7. Llevar la pasta al conducto, mediante un atacador largo, evitando que pase un gran exceso más allá del ápice.
8. Colocar una torunda seca y sellar a doble sello con Cavit o eugenato de zinc primero y fosfato de zinc después. Es imperativo que la cura quede intacta y sellada hasta la siguiente cita.

Sesiones siguientes (cuatro a seis meses después de la sesión inicial):

1. Tomar una radiografía para evaluar la apexificación. Si el ápice no se ha cerrado lo suficiente, repetir la sesión inicial.
2. Nueva conductometría para observar la ocasional diferencia de la nueva longitud del diente.
3. Control del paciente con intervalos de cuatro a seis meses hasta comprobar la apexificación. Este cierre apical se verificará y se ratificará por medio de la instrumentación, al encontrar un impedimento apical. No existe un tiempo específico para evidenciar el cierre apical, que puede ser desde seis meses hasta dos años.

I.F.2. TÉCNICA DE APEXIFICACIÓN SEGÚN MAISTO Y CAPURRO (12, 17)

Descripción de la técnica de Maisto – Capurro:

Los materiales usados en esta técnica son los siguientes:

Irrigación: Bióxido de sodio + agua oxigenada

Pasta: mezcla de hidróxido de calcio + Yodoformo + carboximetilcelulosa o agua destilada

Sellado cavitario: cemento traslucido

1. Anestesia, aislamiento, apertura y acceso. Aplicación de bióxido de sodio y agua oxigenada. Descombro y eliminación de restos pulpaes de los dos tercios coronarios del diente, lavado y aspiración de agua oxigenada. Preparación del tercio apical y rectificación de los dos tercios coronarios. Lavado con agua oxigenada y aspiración. Secar y colocar pasta de hidróxido de calcio intraconducto.
2. Obturación y sobreobturación apical con la siguiente pasta:

Polvo:

Hidróxido cálcico purísimo

Yodoformo

Proporciones aproximadamente iguales en volumen

Líquido:

Solución acuosa de carboximetilcelulosa o agua destilada. Cantidad suficiente para una pasta de la consistencia adecuada.

La pasta será preparada en el momento de utilizarla y se llevará al conducto por medio de una espiral o léntulo, pero si resulta insuficiente, podrán emplearse espátulas o atacadores de conductos. Si durante la manipulación la pasta se seca al evaporarse el agua, se puede agregar de nuevo a cantidad necesaria para que recobre su plasticidad. Un cono de gutapercha, previamente calibrado y que ocupe menos de los dos tercios coronarios del conducto, adosará la pasta a las paredes de este.

3. Se eliminará todo resto de obturación de la cámara pulpar y se colocará un cemento traslucido.

La pasta sobreobturada y parte de la del conducto se reabsorben paulatinamente, al mismo tiempo que se termina de formar el ápice. Si al cabo de un tiempo esto no sucede, puede reobturarse el conducto con el mismo material.

La ventaja de esta técnica es que se realiza en una sola sesión, es sencilla y al alcance de cualquier profesional.

LASALA(18) (1968) ha modificado ligeramente esta técnica solo en su último paso, en el cual y una vez sobreobturado el diente con la pasta de MAISTO-CAPURRO, se elimina la pasta contenida en el conducto hasta 1,5 a 2mm del ápice, se lava y se reobtura con la técnica convencional de cemento de conductos no resorbibles y condensación lateral con conos de gutapercha, con el objeto de condensar mejor la pasta resorbible y de que, cuando esta se reabsorba y se produzca la apicoformación, quede el diente obturado convencionalmente. (Figura 6)

HOLLAND y cols (19) (Aracatuba, Sao Paulo, 1971) investigaron en perros la acción del hidróxido cálcico solo o asociado al yodoformo, y no hallaron diferencia alguna y estimaron que la radiopacidad es la propiedad más importante del yodoformo. La efectividad de la asociación de estos dos fármacos fue también estudiada por HOLLAND y cols (20) (1973), y observaron que se formaba una barrera por aposición de tejido duro en el foramen apical o a corta distancia de él.

MICHANOWICZ y MICHANOWICZ (21) (Pittsburgh, 1967) han publicado una técnica de pastas alcalinas, en la cual emplean una simple pasta de hidróxido cálcico y agua que es llevada al ápice para después obturar el conducto con métodos convencionales de condensación lateral con conos de gutapercha y cemento de conductos.(1)

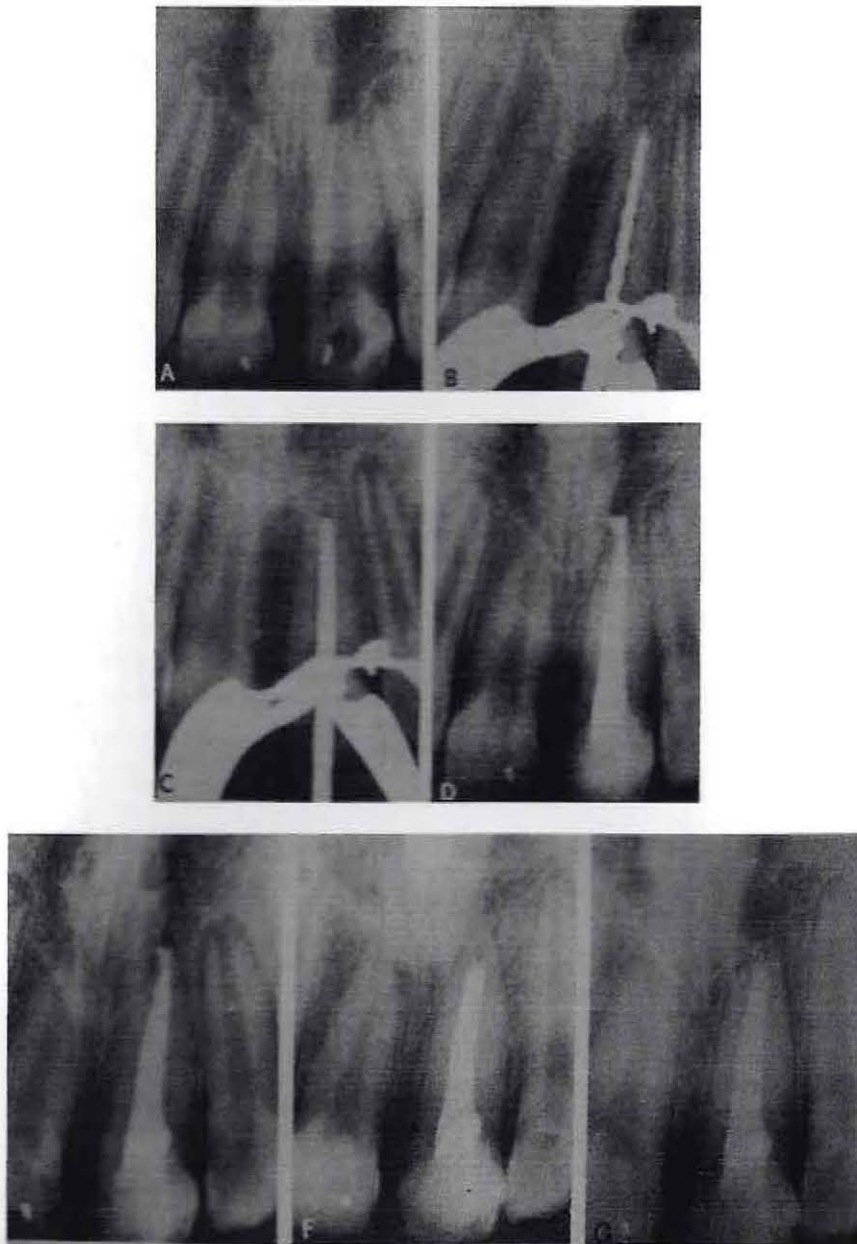


Figura 6. Niña de 10 años con fractura coronaria y necrosis pulpar del 21. **A** Preoperatorio **B** Conductometría **C** Conometría con cono de gutapercha, quedando a 2 mm del apice **D** Sobreobtención con la pasta de Malsto-Capurro, lavado del conducto y obturación ligeramente corta con gutapercha y cemento no resorbible. **E** Postoperatorio de 6 días. **F** Postoperatorio de 6 meses **G**

LF.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TECNICAS ANTERIORMENTE DESCRITAS

	TECNICA DE FRANK	TECNICA DE MAISTO CAPURRO
Tiempo de tratamiento	Múltiples sesiones	Sesión única
Complejidad de técnica	Sencilla	Sencilla
Facilidad de conseguir el material	Al alcance del odontólogo	Al alcance del odontólogo

Se ha publicado que tras la obturación inicial del conducto radicular con hidróxido cálcico no se obtiene ninguna ventaja con repetir la obturación (ni al mes ni después de 3 meses durante al menos 6 meses (40). Los factores que aumentan el tiempo son la presencia de una lesión radiotransparente, la aparición de síntomas entre una y otra visita y de pérdida del sellado externo con reinfeción del conducto radicular. De aparecer algún signo o síntoma de reinfeción o patología durante esta fase del tratamiento, se vuelve a limpiar y obturar el conducto con pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hasta asegurarse que se ha eliminado completamente los signos o síntomas. Se cita al paciente las veces necesarias hasta comprobar radiográficamente la apexificación. Entonces se vuelve a entrar en el diente y la apexificación se verifica clínicamente con un delgado instrumento, que no logra penetrar a través del ápice tras la remoción de la pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. De estar esta completada se procede a la obturación del conducto radicular con gutapercha de la manera habitual. Debido al gran tamaño del conducto radicular, a veces es preciso preparar una punta de gutapercha a medida. Si la apexificación es incompleta se vuelve a rellenar el conducto con la pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, y se prosigue con los controles periódicos. (Figura 7)

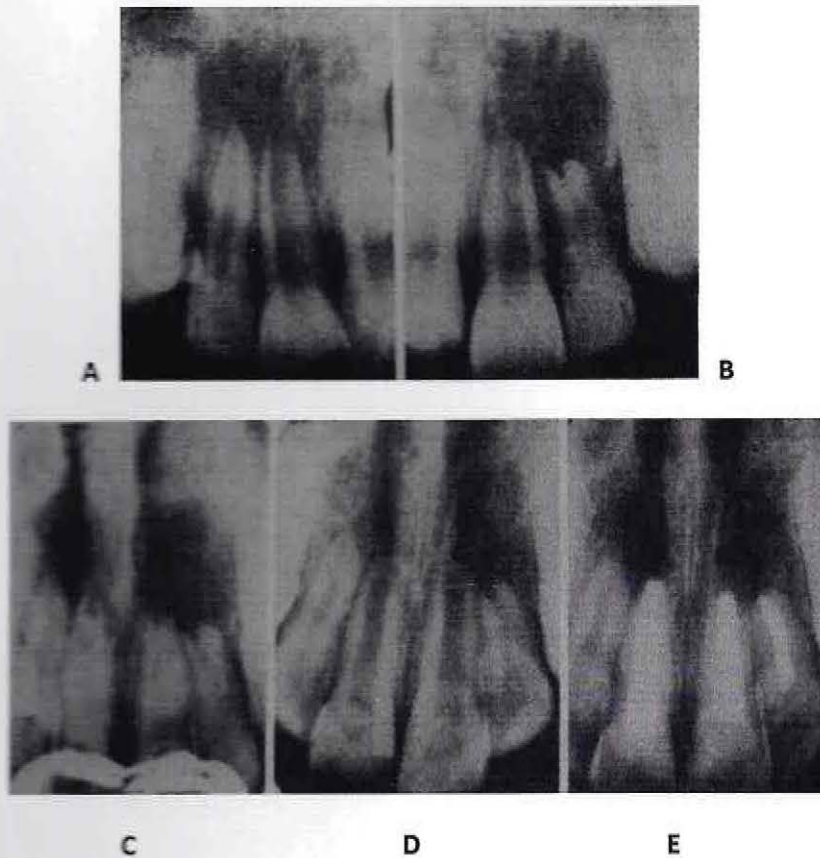


Figura 7. Apexificación en tres incisivos permanentes con utilización de hidróxido de calcio – PCFA como material de obturación. A y B ápices abiertos de los tres incisivos con patología periapical. C Obturación de hidróxido de calcio – PCFA aplicada en dos dientes. D Aspecto radiográfico de la apexificación, un año más tarde. E Obturación con gutta-percha de los conductos radiculares después de la apexificación.

Asimismo, a causa de las raíces delgadas y de la mayor incidencia de lesiones traumáticas que ocurren en los niños, una secuela común que se observa a menudo durante este prolongado período de tiempo son las fracturas radiculares.

I.G. MATERIALES UTILIZADOS EN LA APEXIFICACION

A lo largo de la historia se han utilizado varios materiales empleados en el tratamiento de apicoformación; entre los cuales están:

- 1.-Hidroxido de calcio: 1.a - con paramonoclorofenol alcanforado
 - 1.b - con yodoformo
 - 1.c - con suero fisiológico
 - 1.d - con solución de Ringer
 - 1.e - con agua destilada
 1. f - con solución anestésica
- 2.- Mineral trióxido agregado (MTA)
- 3.- Fosfato cálcico colágeno
- 4.- Proteína 1 osteogénica
- 5.- Factores de crecimiento óseo

A como se ha observado en todos los estudios anteriormente mencionados, el hidróxido cálcico en polvo se ha mezclado con paraclorofenol alcanforado, acetato de metacresilo, Cresanol (una mezcla de paraclorofenol alcanforado y acetato de metacresilo), suero fisiológico, soluciones de Ringer (solución salina normal conteniendo además cloruro potásico, cloruro cálcico, bicarbonato sódico, fosfato monosódico, dextrosa y agua destilada), agua destilada y solución anestésica. Aunque algunos de estos materiales parecen potenciar la acción del hidróxido cálcico más que otros, se ha informado que todos ellos estimulan la apicoformación. Mientras que en la mayoría de las publicaciones de Estados Unidos (23,24,25) se ha defendido la mezcla de hidróxido cálcico con paraclorofenol alcanforado o Cresanol, en las publicaciones de otros países del mundo (26,27) se ha demostrado que se obtiene el mismo éxito usando agua destilada o suero fisiológico como vehículo para mezclar el hidróxido cálcico. La adición de sulfato bórico al hidróxido cálcico para aumentar la radiopacidad produce apicoformación, y la proporción recomendada de sulfato de bario es de una parte por ocho de hidróxido cálcico (28).

En dientes humanos y de animales se ha demostrado que con otros compuestos se consigue una apicoformación similar a la producida por el hidróxido cálcico: fosfato tricálcico(29,30), fosfato cálcico colágeno(31), proteína 1 osteogénica (32), factores de crecimiento óseo (33)entre otros (3).

En el caso de las proteínas osteogénicas (OPs) se han utilizado en dientes con ápices inmaduros, con la finalidad de inducir la formación de tejido mineralizado en la porción apical, con resultados bastante animadores. Sin embargo aun se necesitan más estudios complementarios.

Se ha propuesto un tratamiento alternativo para los dientes con ápices inmaduros, en el que se coloca Agregado de Trióxido Mineral (MTA)(32,33) en la región apical, creando una barrera artificial inmediata, para ulterior obturación con conos de gutapercha y cemento de obturación. Otros autores preconizan el llenado total del conducto radicular con el MTA.

La indicación del MTA para casos de dientes con ápices inmaduros se basó en la biocompatibilidad de este material, con formación de barrera de tejido mineralizado (32,182) observada después de su uso en diferentes situaciones clínicas, como en casos de perforación radicular, pulpotomía, trepanaciones y protección pulpar directa. No obstante, desde el punto de vista clínico, difícilmente se logra colocar el MTA en el ápice, sin provocar extravasamiento del material hacia la región periapical; situación que hoy no es difícil con el uso del microscopio. En función de tener solubilidad prácticamente nula, cuando el MTA se extravasa, no es reabsorbido por acción macrofágica. (35)

Estudios han mostrado que el MTA promueve reacciones tisulares favorables caracterizada por la ausencia de varias respuestas inflamatorias, presencia de una capsula fibrosa así como en la inducción de la formación de tejido de reparación mineralizado a como se describió anteriormente (63,169). Además el MTA es capaz de inducir de manera prematura y mejorada la expresión de la actividad de la fosfatasa alcalina para la población de fibroblastos los cuales ayudan en el proceso de mineralización (175)

Asimismo, se han estudiado otros materiales (con resultados variables) para favorecer la apicoformación. Webber (28) ha proporcionado numerosos datos sobre estos materiales. Aunque la apicoformación se consigue con muchos materiales, se han publicado casos en que esta ocurre, tras la extirpación del tejido pulpar necrótico, aún en ausencia de material de obturación del conducto radicular (34). Al parecer, los factores más importantes para conseguir la apicoformación son el desbridamiento completo del conducto radicular (para eliminar el tejido pulpar necrótico) y el sellado del diente (para impedir la entrada de bacterias y sustratos).

Aunque la apicoformación con pasta ha tenido mucho éxito, un tratamiento alternativo consiste en la utilización de una barrera apical artificial que permita una obturación inmediata del conducto radicular. De este modo es posible eliminar algunas de las desventajas inherentes a la terapia con hidróxido cálcico como por ejemplo el cumplimiento por parte del paciente de múltiples visitas, ya que el tiempo necesario para la apexificación es por lo general de 6 a 24 meses (39) que dura el tratamiento, período durante el cual se controla al paciente cada 3 meses para monitorear el diente.

A continuación se describe la técnica de realización del plug apical con MTA la cual fue descrita por Orosco y cols (223):

1. Se prepara el MTA de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
2. Luego se lleva lo más cerca posible del foramen apical con un léntulo a baja velocidad dejando unos 3mm del material aproximadamente. De igual modo se puede usar un empacador de MTA y un condensador muy fino para lograr acceder lo más cerca posible del foramen.
3. Luego el MTA es condensado hacia apical con la ayuda de una lima K ISO 90 envuelta en algodón.
4. Y por último otra lima K envuelta con algodón humedecido con suero fisiológico es usado para remover los excesos de MTA de las paredes dentinarias.

En 1979, Coviello y Brilliant(36) 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 hacía en una sola visita. Mediante la valoración radiológica, los autores afirmaron haber conseguido una apicoformación con éxito y comparable a la obtenida con hidróxido cálcico.

El hidróxido cálcico también se empleó con éxito como barrera apical contra la cual condensar la gutapercha a como lo demostró Schumacher y cols (37). Recientemente se ha defendido también la utilización de MTA como barrera apical para la inducción del cierre apical (38). Se publicó que con el MTA se obtenían cantidades equivalentes de tejido duro apical (sin aumento de la inflamación) a las asociadas con el hidróxido cálcico o la proteína 1 osteogénica (32). En contacto directo con el MTA se evidenció el hueso, el cemento y el tejido periodontal no inflamado. A causa de su capacidad de sellado y su alto grado de biocompatibilidad, el MTA parece el material de elección en la creación de una barrera apical.(3)

LH. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL USO DEL MTA

Históricamente los largos tiempos con hidróxido de calcio han sido tratamientos bastantes exitosos para dientes con raíces y ápices inmaduros con un éxito desde el 87%(183) al 95%(26,184). Comparando directamente las 2 técnicas, El Meligy y cols.(183) trataron a niños con los 2 incisivos permanentes diagnosticados con necrosis pulpar mediante la colocación de una barrera de MTA en un incisivo y colocación de hidróxido de calcio como tratamiento en el otro diente. Sus hallazgos indicaron que a los 12 meses de recambio, 13 de 15 dientes tratados con hidróxido de calcio estuvieron libres de sintomatología y radiográficamente fue exitoso el tratamiento, mientras que 15 de los 15 dientes tratados con el MTA estuvieron libres de

sintomatología y también hubo éxito radiográfico. Aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, mostraron que el MTA como barrera apical puede alcanzar resultados similares a los logrados con el tratamiento de hidróxido de calcio.

En un estudio reciente por Pradhan y cols (185) el tiempo de recuperación de la barrera apical del MTA y la apexificación con el hidróxido de calcio fue comparado. Los resultados indicaron que el MTA y el hidróxido de calcio mostraron tiempos similares de recuperación (4.6 +/- 1.5 meses vs. 4.4 +/- 1.3 meses respectivamente) nuevamente confirmando que ambas técnicas son comparables en la resolución de radioluscencias periapicales.

En un estudio de Holden y cols (186), 85% de los dientes mostraron ausencia de patologías periapicales y signos o síntomas al recambio con un 5% adicional de signos de recuperación. Otros tres estudios (158,177) también mostraron los éxitos del MTA como barrera apical con un rango desde 76.5% (187) al 91% (158). Estos porcentajes en su totalidad son menores que los reportados por el largo tiempo de apexificación con hidróxido de calcio. Una potencial explicación podría ser el largo tiempo de recambio. Sarris y cols (187) reportaron un 76.5% de éxito radiográfico con los largos tiempos de recambios con un rango entre los 6 y los 16 meses. A modo de comparación Pace y cols (158) reportaron 0 de 11 casos con recuperación a los 12 meses de recambio pero observaron 10 de 11 casos recuperados (91%) en los mismos dientes a los 24 meses. Aunque este estudio no detectó cambios en los resultados con recambios durante largos intervalos de tiempo podría ser un factor importante para unos resultados más favorables en el tratamiento. Debe de reconocerse que los más grandes éxitos con la terapia de hidróxido de calcio podrían resultar de intervalos de tratamientos que pueden ir desde por lo menos los 3 meses hasta los 54 meses con un promedio de 24 meses (184). Esto podría potencialmente dar suficiente tiempo de recuperación de los tejidos periapicales durante el curso del tratamiento; mientras que la recuperación del tejido cuando se usa la barrera de MTA ocurre después del tratamiento.

La técnica de apexificación en una cita con el MTA ha ido ganando popularidad sobre las múltiples visitas que requiere la técnica de apexificación con hidróxido de calcio (176,177). La razón para escoger al MTA como un material de relleno ortógrado de los conductos para lograr la apexificación en una visita es debido a su excelente biocompatibilidad (65,66,221,178,58,188,162,189,220,206,62) así como a su superior habilidad de sellado y adaptación marginal (178,64). Sin embargo a pesar de sus buenas propiedades físicas y biológicas; su extenso tiempo de trabajo ha sido la principal desventaja del MTA, lo cual podría causar grandes filtraciones en su fase inicial a lo que se ha usado el cloruro de calcio con el objetivo de estimular el proceso de endurecimiento del MTA y el cemento Portland (179,180), pudiendo de esta forma ser minimizada la microfiltración inicial.

ILMINERAL TRIOXIDO AGREGADO (MTA)

II.A. INTRODUCCION

En el inicio de los años 90, Mohamoud Torabinejad desarrolló experimentalmente, en la Universidad de Loma Linda, California, EEUU, un material para Endodoncia, denominado mineral trióxido agregado (MTA). En 1993, Lee, Monsef, Torabinejad(54) relataron por primera vez, el uso del MTA en perforaciones. Después de numerosas publicaciones del autor, realizadas individualmente o con la participación de otros colaboradores(54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70); en 1998 la FDA (US Food and Drugs Administration) analizó y aprobó el MTA, un material de color gris, lanzado comercialmente en 1999 con el nombre de Pro Root MTA por la Dentsply/Tulsa Dental (Oklahoma, EEUU). En 2004 también la Dentsply/Tulsa Dental (Oklahoma, EEUU) lanzó el MTA blanco.

En Brasil, la industria Angelus Soluciones Odontológicas (Londrina, PR), comenzó a fabricar en el 2001 el MTA brasileño denominado MTA-Angelus, primero en color gris y posteriormente en el 2004, el MTA-Angelus blanco. También en 2004 en Argentina, la EGEO lanzó al mercado el MTA con el nombre de CPM. Esta también fue la primera industria que lanzó un cemento para obturación de conducto radicular a base de MTA, denominado Endo CPM Sealer (71).

Actualmente el MTA disponible puede ser gris o blanco, siendo la principal diferencia es que el gris contiene óxido de hierro (72,73,74,75,76). Todos estos productos tienen básicamente la misma composición que el MTA ProRoot (Dentsply/Tulsa), con pequeñas variaciones en algunos componentes.

II.B. COMPOSICION

El MTA es un polvo constituido por finas partículas hidrófilas, compuesto principalmente por 75% de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminio tricálcico, aluminio y tetracalcio, hierro, óxido tricálcico, 4,4 %sulfato de calcio dihidratado y también 20% óxido de bismuto para dar al material más radioopacidad (66,75,76,77,78,79,80,81,82,83) y 0,6% los residuos insolubles como: silica cristalina, óxido de calcio, sulfato de potasio y sodio.

El MTA se compone principalmente de óxidos minerales y cuando se mezcla con agua se convierte en un gel coloidal que se cristaliza, posteriormente se expande y promueve excelente acción selladora (84,85,86,87).

Según Torabinejad y cols(66), el pH del MTA es de 12.5. Este elevado pH, próximo al del hidróxido de calcio, estimula la mineralización cuando se utiliza como material de reparación.

Los iones de calcio y fosfato constituyentes de los tejidos dentales mineralizados son los principales componentes del MTA, factor que influye en el proceso de reparación. El material también tiene excelente biocompatibilidad, siendo bien tolerado por las células y tejidos orgánicos cuando entra en contacto con ellos (88,89,90,58,59,62,91)

A partir del trabajo de Wucherpfenning & Green(105), en 1999, relatando que el MTA representa básicamente la misma composición que el cemento Portland, diversos trabajos se realizaron con el propósito de comparar los dos productos, para intentar disminuir el costo del MTA y hacerlo más accesible al clínico general (73,74,95,96,84,106,107,108,109,110,111,85,97,79,112,113,98, 80,114,102,83)

El mecanismo de acción del MTA es similar al del hidróxido de calcio. El MTA contiene óxido de calcio y cuando se mezcla con agua, forma el hidróxido de calcio, que se disocia con iones de Ca y OH. Los iones Ca al entrar en contacto con el tejido conjuntivo determinan un área de necrosis y forman dióxido de carbono, que al unirse al hidróxido de calcio forma cristales de calcita (carbonato de calcio) que sirven de núcleo de calcificación. La alcalinidad del medio estimula al tejido conjuntivo a segregar una glicoproteína denominada fibronectina, que juntamente con los cristales de calcita, inducen la formación de colágeno tipo I, que junto con el calcio promueve la mineralización(92,93).

II.C. MECANISMO DE ACCION

MTA (óxido de calcio) + Agua \Rightarrow Hidróxido de Calcio

Hidróxido de calcio \Rightarrow disociación de iones Ca y OH

Iones Ca \Rightarrow Necrosis tisular \Rightarrow Dióxido de carbono

Dióxido de carbono + Hidróxido de calcio \Rightarrow Cristales de calcita
(Carbonato de calcio) \Rightarrow Sirve de núcleo para la calcificación

Alcalinidad del medio \Rightarrow Tejido conjuntivo segrega Glicoproteína (Fibronectina)

Fibronectina + Cristales de calcita \Rightarrow Depósito colágeno tipo I

Colágeno tipo I + Calcio \Rightarrow Mineralización

II.D. MODO DE USO DEL MTA

Manipulación

El MTA se mezcla con el agua destilada que viene con el producto, en la proporción de 3 partes de polvo para una de agua; esta proporción puede modificarse según el lugar en el que se utilizará el material (78,119). Si es para la cámara pulpar, con acceso más fácil, el MTA puede tener poco líquido, si es para el interior del conducto radicular, con acceso más difícil, necesita un poco más de agua para que tenga más fluidez (**Figura 8**)

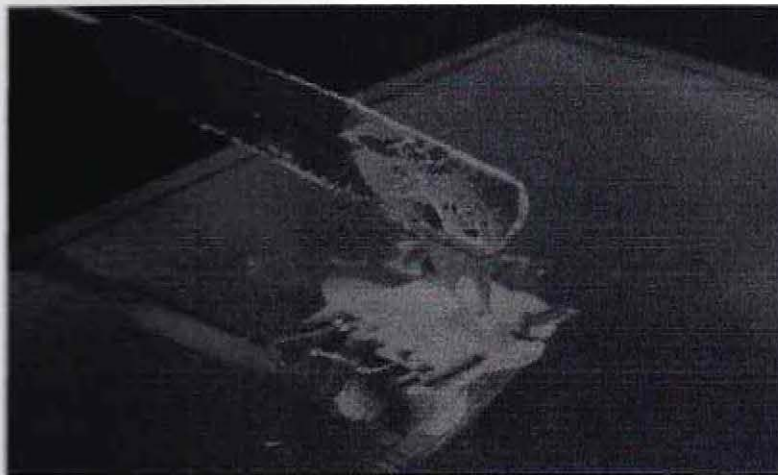


Figura 8

Inserción

El MTA se introduce en el lugar inmediatamente después de preparado para evitar su deshidratación, si esto ocurre, se agrega un poco más de líquido para homogenizar nuevamente la pasta.

El MTA, dependiendo del lugar en el que se usará, se introduce con un instrumento de inserción (Hollembach), aplicador de Dycal, cuchara de dentina, cincel, micro porta amalgama), o con el Léntulo espiral o lima tipo K (**Figura 9**).

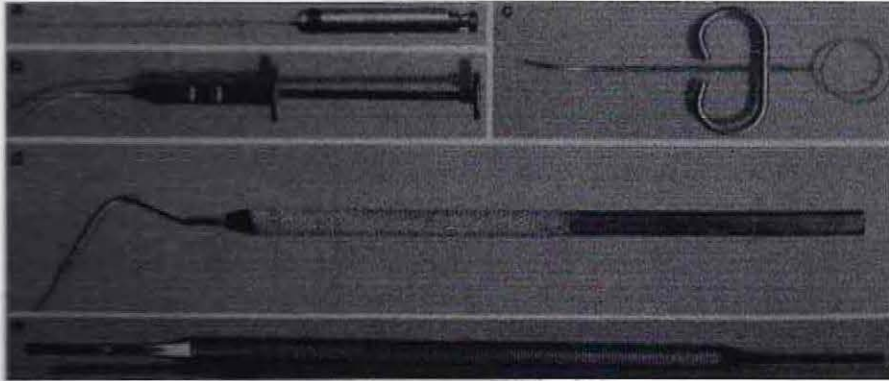


Figura 9

En la cámara pulpar se utiliza un instrumento de inserción o la cuchara de dentina; en el interior del conducto, una lima tipo K o el Léntulo espiral y en la retrocavidad, el cincel o el micro porta amalgama. El ultrasonido también puede utilizarse en esta maniobra (120).

I.E. UTILIZACION CLINICA DEL MTA

El material ideal para uso en endodoncia debe reunir los siguientes requisitos; y el MTA cumple con la mayoría de estos:

- Ser biocompatible;
- Tener tiempo de fraguado adecuado;
- Inducir reparación por tejido mineralizado;
- Ser antimicrobiano;
- Tener estabilidad dimensional;
- Experimentar ligera expansión durante o período de fraguado;
- Proporcionar buen sellado;
- Tener baja solubilidad en los fluidos tisulares;
- Ser fácil de manipulación
- Ser radioopaco.

El MTA tuvo muy buena evaluación y demostró ser óptimo sellador endodóntico, capaz de proporcionar excelente sellado de las comunicaciones entre la cavidad pulpar y la superficie externa del diente, tanto en la corona como en la raíz.

Entre los usos del MTA se destacan (121,122,123,124,92,64)

- a) Protección pulpar directa
- b) Pulpotomía
- c) Perforación de piso cameral y conductos
- d) Obturación de conducto
- e) Obturación a retro en cirugía Periapical
- f) Reabsorción dental: endo y exorizalísis
- g) Fractura radicular
- h) *Dientes permanentes con ápices inmaduros: APEXIFICACION*

A continuación se presentan las distintas aplicaciones clínicas del MTA.

II.E.1. Protección pulpar directa (recubrimiento)

La protección pulpar directa se indica cuando hay exposición accidental de la pulpa. Después de irrigar la cavidad con suero fisiológico y obtener la hemostasia pulpar, se aplica el MTA con cuidado para no comprimir el material en el interior de la cavidad pulpar. Hay que eliminar con una cureta todo el material que esté en las paredes circundantes y cerrar la cavidad con IRM, resina fotopolimerizable o ionómero de vidrio (**Figura 10**).



Figura 10. Protección pulpar directa con MTA, de acuerdo con el texto

El MTA en protección pulpar directa demostró ser un excelente material, propiciando la formación de barrera mineralizada (55, 125, 126, 127, 128, 112, 129, 130, 131, 132, 133)

II.E.2.Pulpotomía

Es el procedimiento que remueve la pulpa coronal y mantiene la pulpa radicular; se indica cuando hay una inflamación irreversible de la pulpa coronal, pues permite conservar la pulpa radicular con vitalidad, principalmente en dientes con ápices inmaduros, para que finalice la formación radicular.

Después de retirar el techo de la cámara pulpar, se remueve por completo la pulpa coronal con una cucharilla y con la irrigación de suero fisiológico, se detiene la hemorragia. Se puede colocar sobre el remanente pulpar una medicación tópica de corticosteroide (como por ejemplo: Otosporin o Maxitrol), durante 5 minutos, para minimizar la inflamación derivada del corte del tejido.

El MTA se prepara mezclándolo con agua destilada en las proporciones correctas y se extiende sobre la herida pulpar sin presionar y se deja con más o menos 3mm de espesor. Se coloca sobre él una pasta de hidróxido de calcio bastante consistente y se cierra la cavidad con ionómero de vidrio(**Figura 11**). Esta capa de hidróxido de calcio tiene por finalidad evitar el contacto directo del material de sellado con el MTA, principalmente cuando la restauración se realiza en la misma consulta.

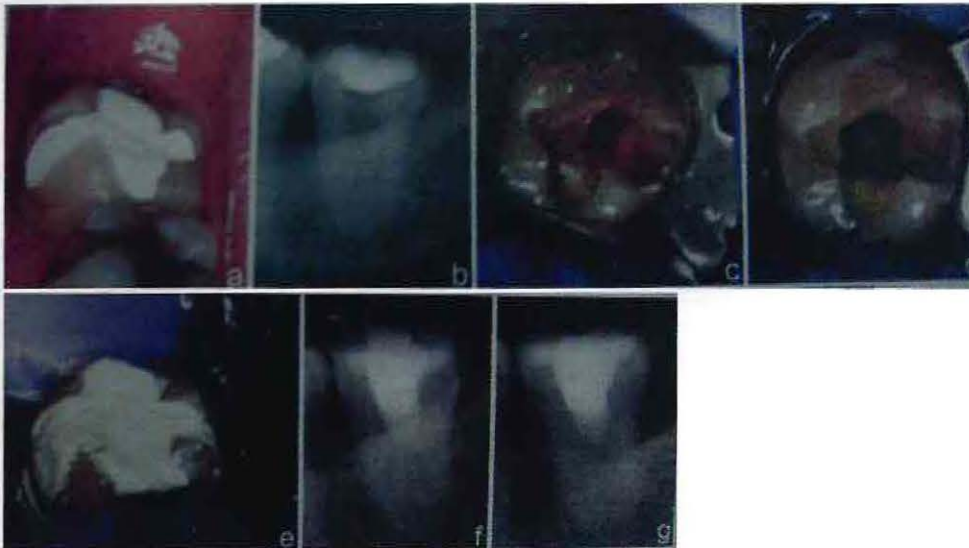


Figura 11. Pulpotomía con MTA, de acuerdo con el texto

Soares(134) en 1996, observó puentes de dentina similares en pulpotomías realizadas con hidróxido de calcio y MTA. Holland et al. (2001), cuando realizaron pulpotomías en dientes de perros, constataron que hubo mejor formación de puente de dentina tubular completa en las que se usó MTA que en las protegidas con hidróxido de calcio, que en general no indujo puente completo. Otros autores también constataron la eficacia del MTA en pulpotomías (135,94,116).

Un tejido mineralizado que se deposita sobre el remanente pulpar radicular realiza el proceso de reparación, aislándolo y protegiéndolo (**Figura 12**).



Figura 12. Puente de tejido mineralizado después de la pulpotomía con MTA

II.E.3.Perforación

Es una comunicación entre la cavidad pulpar y la superficie externa de diente, que puede producirse en cualquier etapa del tratamiento endodóntico en el área de la cámara pulpar o en el conducto radicular(122).

El tratamiento de la perforación con MTA solo se indica en perforaciones intraóseas. Cuando se produce una perforación, cuanto más rápido se realiza el tratamiento, mayor es la probabilidad de éxito. Cuando la perforación está en la cámara pulpar, hay que limpiar el área de la perforación con irrigación con suero fisiológico y después de controlar la hemorragia se aplica el MTA. Se coloca cantidad suficiente de material para sellar la perforación y se compacta con una bolita de algodón. Cuando el diente está abierto y el área está contaminada es importante, después de limpiar la cámara pulpar, colocar una medicación antiséptica como clorhexidina, para luego sellar el diente. En otra sesión, se irriga la cámara y se coloca en la perforación, una pasta acuosa de hidróxido de calcio. En la tercera sesión se coloca el MTA (**Figuras 13 y 14**) y posteriormente se continúa el tratamiento del conducto.



Figura 13. Perforación en la cámara pulpar, en el primer molar superior, sellada con MTA



Figura 14. Perforación en la bifurcación en premolar superior, tratada con MTA

Cuando la perforación está en el interior del conducto, después de la limpieza e instrumentación, este se llena con una pasta de hidróxido de calcio que se deja como medicación. En la siguiente sesión, la pasta se retira del conducto y se sella la perforación con el MTA para evitar rellenar con gutapercha dicha perforación. Luego se deja una torunda de algodón con solución fisiológica en la entrada del conducto y se sella el diente con ionómero de vidrio para así poder obturar de manera convencional el conducto en la siguiente sesión.

La Figura 15 muestra un premolar inferior perforado y con un perno intraconducto. El perno se retiró con ultrasonido y la perforación se selló con MTA.



Figura 15. Perforación en el premolar inferior, tratada con MTA

En la **Figura 16** se observa extrusión de la gutapercha por la perforación, en el incisivo lateral superior que tiene una prótesis con núcleo. El núcleo se retiró con ultrasonido, se trató nuevamente el conducto y la perforación se selló con MTA. La radiografía de control muestra la reparación de área.



Figura 16. Incisivo lateral superior izquierdo con núcleo intraconducto y gutapercha saliendo por la perforación. Después de la remoción del núcleo y de la gutapercha y de la obturación correcta del conducto, la perforación se selló con MTA (CPM)

La reparación de la perforación se produce con la formación de un tejido mineralizado (cemento) que la sella, la neoformación de tejido óseo y la reinscripción del ligamento periodontal (136,57,137,106,138,107,139,140,141,142,54,61,143,144,145,146) (**Figura 17**)



Figura 17. Sellado de tejido mineralizado de perforación tratada con MTA

Pitt Ford y cols (63) evaluaron la histología de la respuesta tisular al inducir perforaciones de furca en dientes de perros y al ser reparadas con MTA y con amalgama, encontrando que la mayoría de muestras con el MTA no mostraron inflamación aposición de cemento, mientras que las muestras con amalgama mostraron una respuesta inflamatoria de severa a moderada sin aposición de cemento.

Cuando la perforación es grande, durante la colocación del MTA puede haber extrusión hacia el periodonto y esto puede dificultar el proceso de reparación. En este caso, es conveniente utilizar una matriz colocada en la cavidad ósea frente a la perforación. La matriz puede hacerse con hidróxido de calcio, sulfato de calcio o colágeno (**Figura 18**).

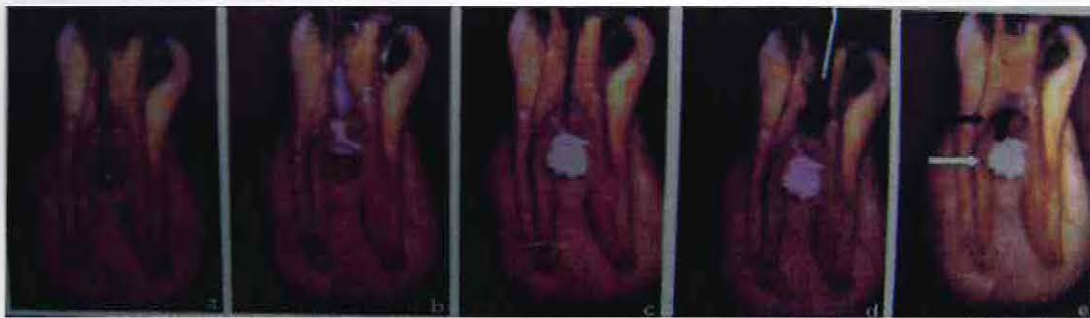


Figura 18. Perforación en el área de la furca y colocación del sulfato de calcio como matriz

TECNICA: Después de contener la hemorragia se limpia el área de la perforación (**Figura 18 A**), el material utilizado para la matriz se coloca por la perforación y se comprime con una bolita de algodón, de modo que sobrepase la superficie externa, hasta que se forma una protección dentro de la cavidad ósea (**Figura 18 B**). En seguida se retira el excedente del material de la matriz del trayecto de la perforación, con una lima tipo K, compatible con el diámetro de la perforación (**Figura 18 C**) y se coloca el MTA (**Figura 18 D**). De esta forma, la matriz, insertada en la cavidad ósea permite controlar mejor la colocación del MTA (**Figura 18 E**).

La **Figura 19** muestra una perforación tratada con matriz de sulfato de calcio y MTA.



Figura 19. Tratamiento de perforación con matriz de sulfato de calcio y MTA

Los siguientes investigadores destacaron la importancia del uso de la matriz: Alhadainy & Himel(147) (1994), Mesimeris, Sade, Baer(148)(1996), Jantararat, Daspher, Messer(149)(1999), Rafter et al. (150)(2002), Bargholz(151)(2005), Broon et al (107)(2006), Hamad et al (152)(2006), Al-Daafas & Al Nazhan (136)(2007), Bramante et al. (153)(2007) e Holland et al.(154)(2007).

Actualmente el uso de la microscopía en el campo de la endodoncia nos permite poder localizar de manera más exacta la ubicación de la perforación y por consiguiente el sellado de las mismas es mucho más fácil y eficiente. Cabe resaltar que no solamente en el caso de las perforaciones el microscopio es de gran ayuda, puesto que su uso puede ir confinado desde la localización de los conductos hasta la realización de cirugías apicales.

II.E.4.Obtención del conducto mediante la confección de un tapón apical

Cuando hay sobreinstrumentación de conducto radicular con ruptura de foramen (**Figura 20**) puede ser difícil controlar el nivel de la obturación. La tentativa de hacer la obturación convencional puede determinar la extrusión del material de obturación. Se puede utilizar un plug de MTA, de forma análoga a la descrita para el diente con ápice inmaduro(155,109,156,157,158). Al terminar la preparación del conducto, con un Léntulo espiral se lleva el MTA a la región apical y se confecciona el plug apical. Con una lima envuelta en algodón, se compacta el plug y se limpian las paredes del conducto.

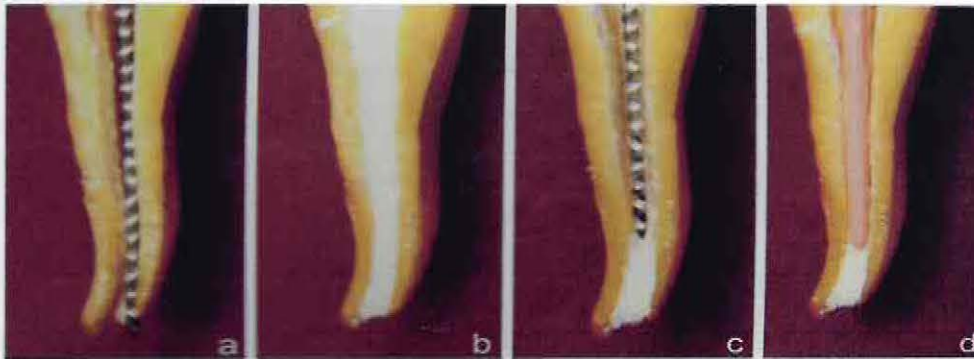


Figura 20. Confección del plug apical con MTA, para obturación de conducto

Otra alternativa para confeccionar el plug consiste en llenar completamente el conducto radicular con MTA (Figura 20 B) y en seguida se remueve una parte dejando apenas la porción correspondiente al plug (Figura 20 C), que debe tener al menos 3mm de espesor para que soporte la presión de condensación de la obturación y permita el sellado apical (Kwak, Park, Oh(156), 2000; Al-Kahtani et al. (159), 2003; Lamb et al.(160), 2003; Bramante, Bortoluzzi, Broon(155), 2004; Coneglian et al.(109), 2007).

Cuanto mayor es el diámetro del instrumento que ocasionó la ruptura del foramen, mayor debe ser el espesor del plug. La obturación del conducto puede realizarse en la siguiente sesión, puesto que el MTA requiere de al menos 3 horas para endurecerse, y de no ser así se corre el riesgo de sobreproyectar el material hacia apical. En el momento de la obturación, el cono debe de estar bien ajustado al conducto, de modo que no haga demasiada presión sobre el plug durante la condensación lateral (Figura 20 D). También puede realizarse el modelado del cono para lograr mejor adaptación.

Las Figuras 21 muestran el uso del plug apical con MTA en conducto sobreinstrumentado.

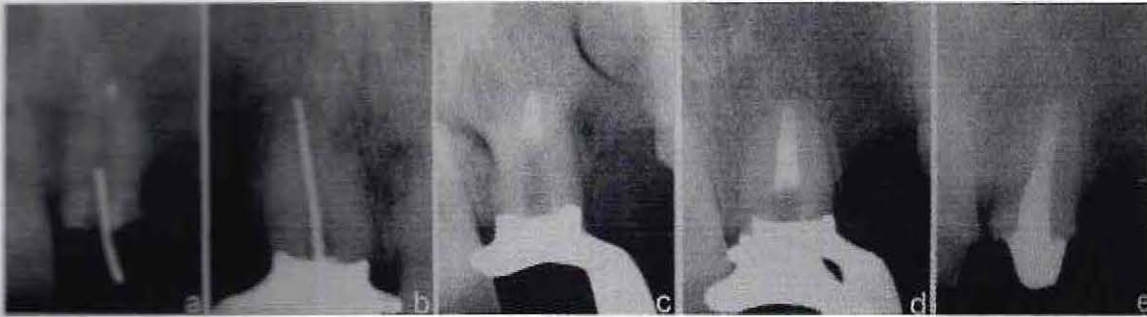


Figura 21. Uso del plug apical con MTA y obturación del conducto con gutapercha y cemento

II.E.5. Cirugía periapical

Cuando el tratamiento endodóntico fracasa o cuando no es posible realizar el retratamiento se indica la cirugía periapical. Entre las distintas modalidades quirúrgicas está la retroobtención, que consiste en preparar una cavidad apical en la luz del conducto para llenarla con material de retroobtención (164,123). Diversos materiales pueden utilizarse con esta finalidad, entre ellos se destaca el MTA (165,56,166,167,168,169,170,171,172,173,160) siendo el material de mayor éxito y el más usado debido a su excelente biocompatibilidad con los tejidos perirradiculares, su capacidad de formación de tejido duro, su excelente adhesión a las paredes dentinarias, entre otras.

La cavidad apical se prepara con ultrasonido y se debe seguir la dirección del conducto, tener profundidad de 3 a 5 mm, tener retención y ser regular. Después de confeccionar la cavidad, se prepara el MTA y se introduce en ella (120), un instrumento de Holleback, un micro porta-MTA o un micro porta amalgama. El MTA debe ser más consistente para poder introducirlo en la cavidad. El excedente de material sobre la superficie radicular se elimina con una cureta y se bruñe con un instrumento liso. La cavidad quirúrgica no se irriga después de colocar el MTA, para que no escape de la retroobtención. Cuando es necesario remover el excedente del interior de la cavidad quirúrgica se utiliza cureta y gasa. Las figuras 22 y 23 muestran retroobturaciones realizadas con MTA.



Figura 22. Retroobturación en el incisivo central superior con MTA

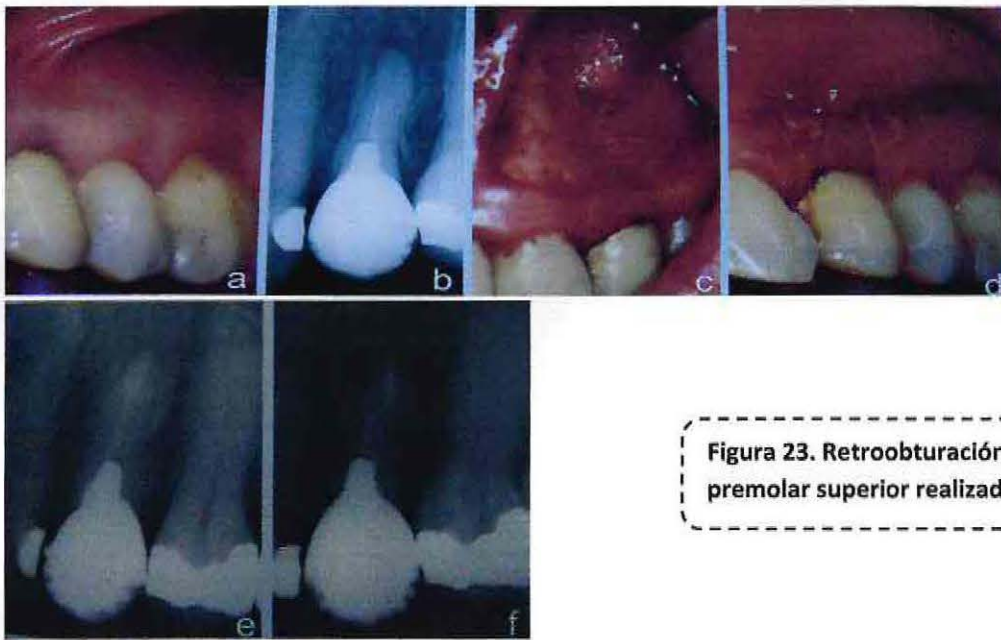


Figura 23. Retroobturación en el primer premolar superior realizada con MTA

II.E.6.Reabsorción dental

Es una patología que tiene diversos orígenes y puede incluso provocar la pérdida del diente. La reabsorción puede ser interna o externa y en general tiene como etiología un traumatismo dental, aunque también la necrosis dental, el movimiento ortodóntico y el blanqueamiento dental pueden provocarla. Cuando hay comunicación entre el conducto y el periodonto, la reabsorción se denomina perforante y su tratamiento es más complicado. En general, en el tratamiento de las reabsorciones, se utiliza curación con pasta de hidróxido de calcio (Calen) para detener la reabsorción y lograr la reparación. Otra opción es el uso del MTA(124,174,175,176,177)

ENDORIZALISIS: La reabsorción dentinaria interna es una patología pulpar ocasionada por un proceso inflamatorio del complejo pulpo-dentinario, de etiología diversa, la cual por lo general cursa en un estadio asintomático y sólo se detecta por hallazgos radiográficos, que se manifiestan como un aumento en diámetro de la cámara pulpar o conducto radicular. Sin embargo, en ocasiones, esta patología presenta comunicación al periodonto en donde se pueden encontrar manifestaciones clínicas, como inflamación de la encía, tracto fistuloso y en ocasiones coloración rosada en la corona del diente. Debido a la naturaleza y evolución de esta patología, el procedimiento endodóntico de limpieza, conformación y sellado tridimensional, se puede tornar complicado.

EXORIZALISIS: Es un proceso de lisis que ocurre en el cemento o cemento y dentina de la raíz de un diente, su causa es desconocida aunque se le atribuyen causas traumáticas, fuerzas ortodónticas excesivas, quistes, reimplantes, tumores y enfermedades sistémicas. Se descubre en radiografías de rutina en las que aparece como áreas cóncavas o irregulares en la superficie radicular o achatamiento del ápice radicular en la que puede estar presente o no continuidad de la lámina dura. Su pronóstico es reservado.

Cuando la *reabsorción* es *interna* y se comunica con el periodonto, primero se elimina el tejido de granulación que se encuentra en el área de la reabsorción (**Figura 24 A-B-C**); para esto se utiliza una lima tipo K con la punta curvada e irrigación con solución de hipoclorito de sodio. El uso del curativo de hidróxido de calcio como medicación tópica temporal también facilita la eliminación de este tejido de granulación, pues la necrosis que allí se produce hace que la irrigación y la propia instrumentación lo remuevan con más facilidad. Por lo tanto, es importante utilizar una medicación entre sesiones, con hidróxido de calcio (**Figura 24 D**) y se presiona hasta que ocupe la mayor parte del área de reabsorción (**Figura 24 E**), y este procedimiento se debe de realizar hasta que se haya logrado remover totalmente el tejido de granulación del área de la reabsorción. (**Figura 24 F-J**)

En la segunda sesión que corresponde a por lo menos 7 días después de la aplicación del hidróxido de Calcio se remueve dicha medicación con hipoclorito de sodio y el MTA se lleva al

interior del conducto con un Léntulo espiral y se condensa con una lima tipo K envuelta en algodón hasta llenar todo el área de reabsorción (Figura 24 K-L)

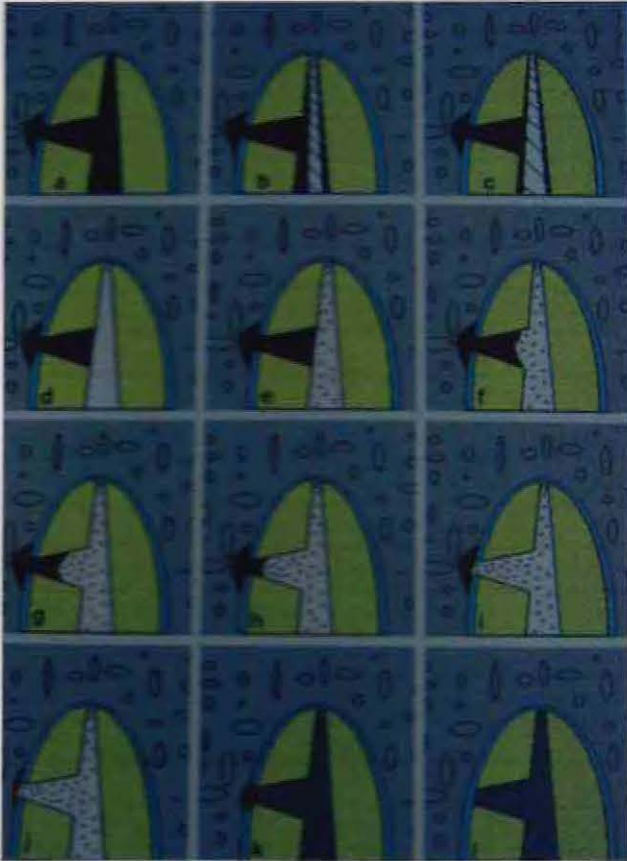


Figura 24. Esquema de tratamiento de reabsorción perforante tratada con MTA de acuerdo con el texto

La Figura 25 muestra una reabsorción interna perforante en el tercio medio de la raíz del premolar inferior, tratada con MTA.



Figura 25. Reabsorción interna perforante en el tercio medio de la raíz del premolar inferior, tratada con MTA

La **Figura 26** muestra la secuencia del tratamiento de la reabsorción interna perforante con el uso del MTA.

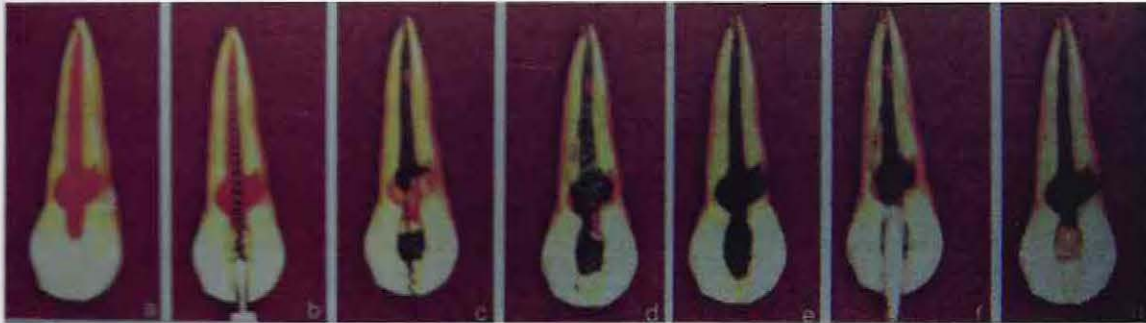


Figura 26. Secuencia de tratamiento de reabsorción cervical con MTA, de acuerdo con el texto

La **Figura 27** muestra reabsorción cervical en el incisivo central superior, tratada con MTA.

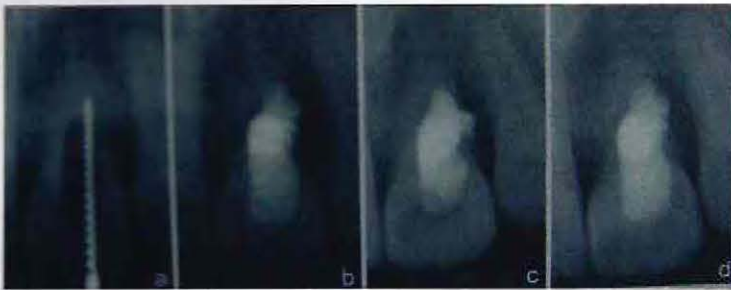


Figura 27.
Reabsorción cervical
tratada con MTA

Cuando la *reabsorción* está en el *área apical* de la raíz, se puede usar MTA en forma de plug, antes de realizar la obturación del conducto. Los procedimientos para la preparación del conducto son los convencionales. Con un Léntulo espiral o una lima tipo K, se confecciona el plug apical y en seguida se realiza la obturación del conducto con gutapercha y cemento. (**Figura 28**).

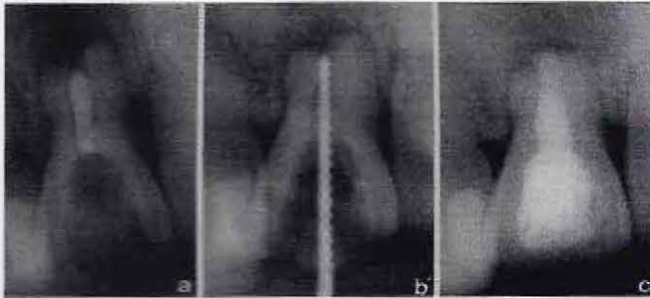


Figura 28. Plug apical con MTA y obturación de conducto con gutapercha y cemento, ante una reabsorción apical

Cuando hay *reabsorción externa* y el tratamiento con hidróxido de calcio resultó insatisfactorio, se puede utilizar el MTA. Inicialmente, se intenta detener la reabsorción con curaciones de hidróxido de calcio (Calen), medicación que también tiene por finalidad favorecer la remoción del tejido de granulación que se encuentra dentro del área de la reabsorción, cuando ella es perforante. Esto se logra cambiando periódicamente el hidróxido de calcio, hasta que sea posible colocar el MTA, intentando llenar completamente el área de la reabsorción. Es necesario tener cuidado para que no haya una extrusión muy grande del material. Para esto, el MTA se prepara de forma más consistente y se condensa con mucho cuidado (**Figura 29**)

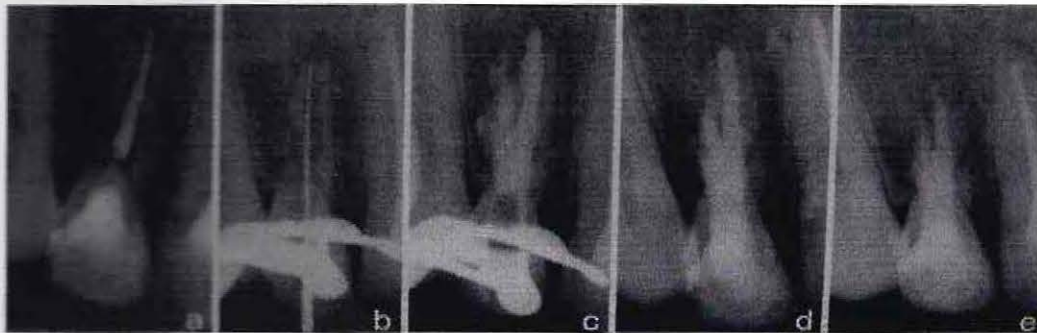


Figura 29. Reabsorción externa perforante tratada con MTA

II.E.7. Fractura radicular:

Generalmente derivan de impactos; las fracturas pueden ser en la corona, en la raíz o corona/raíz. En la raíz, pueden situarse en los tercios cervical, medio y apical. La fractura radicular en el tercio cervical o en el tercio medio dificulta el tratamiento, porque no es fácil mantener el diente inmobilizado y esto perjudica la reparación. En estos casos, se refuerza el diente con perno intraconducto cementado con MTA (Bramante et al.178)

La preparación se inicia de modo convencional y se hace la irrigación final con suero fisiológico. Después de confeccionado un plug apical con MTA se selecciona un perno metálico de forma que quede levemente ajustado al conducto. Después de llenar el conducto con MTA, se asienta el perno en su interior. Esto proporciona un refuerzo para la raíz y evita la movilidad del segmento coronal (Figura 30).(226)



Figura 30. Tratamiento de fractura radicular con MTA, reforzado con perno intraconducto

Las fracturas se producen con más frecuencia en los dientes anteriores y en pacientes adultos. Estas pueden ser verticales (longitudinales), oblicuas u horizontales, producto de la dirección del golpe, así como de la resistencia al desplazamiento que ofrece el ligamento. Los mismos factores pueden determinar fracturas simples, múltiples o conminutas.

En el caso de las **fracturas radiculares verticales** suelen asociarse con dientes con tratamiento endodóntico; algunos procedimientos, donde el desgaste excesivo de la corona durante el tratamiento, parecen contribuir para que estas fracturas se produzcan con mayor frecuencia.

En el caso de las **fracturas radiculares horizontales u oblicuas**, también llamadas intraalveolares, se caracterizan por la ruptura de las estructuras duras de la raíz, que queda dividida en dos segmentos; uno apical y otro coronario. El segmento apical por lo general no sufre desplazamiento; el coronario lo tiene casi siempre.

Según la posición de la línea de fractura, ésta puede clasificarse como coronaria, mediana o apical. Las fracturas más comunes son las localizadas en el tercio medio.

El diagnóstico de estas fracturas puede establecerse por medio de las informaciones originadas en los exámenes clínicos y radiográficos.(225)

II.E.8.DIENTES CON ÁPICES INMADUROS

El tratamiento de conducto en diente con ápice inmaduro, constituye un gran problema, pues la región apical de la raíz no está completamente formada y esto dificulta la instrumentación y la ulterior obturación con cemento y gutapercha; en este caso se utiliza el MTA en forma de plug (tapón apical)(179). Con el conducto completamente preparado (**Figura 31 A**):

- Se lleva el material a la región apical con un Léntulo espiral en la cantidad apropiada para confeccionar un plug apical de 4 a 5mm (**Figuras 31 B-C**).
- Después de aplicar el MTA, se realiza la compactación vertical con una lima endodóntica recubierta con algodón (**Figura 31 D**).
- Una vez que el MTA se haya endurecido que aproximadamente dura entre 3 y 4 horas, se hace la obturación del conducto con gutapercha y cemento ya sea el mismo día pasadas las 4 horas del fraguado del MTA o en una sesión siguiente
- Cabe resaltar que una vez colocado el MTA se tiene que dejar una torunda de algodón ligeramente humedecida con suero fisiológico entre una sesión y otra para favorecer su proceso de fraguado.

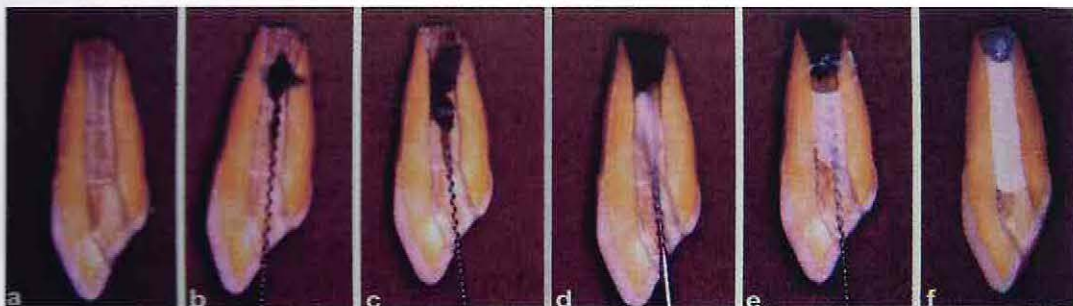


Figura 31. Confección de tapón apical con el léntulo espiral y lima endodóntica

Otra alternativa para confeccionar el plug según Leonardo (225) es:

- Llenar el conducto por completo con MTA con un léntulo espiral (**Figuras 32 B-C**) una vez instrumentado el conducto (**Figura 32 A**).
- Retirar en seguida una parte de ese material con una lima tipo K (**Figura 32 D**), dejando solo la porción correspondiente al plug.
- Después de remover el material de la longitud deseada, el MTA se compacta con una lima tipo K envuelta en algodón y se confecciona el plug (**Figura 32 E**).
- Con la misma lima tipo K, ahora con el algodón ligeramente humedecido, se limpian todas las paredes del conducto (**Figura 32 F**). Esta remoción parcial se realiza en la misma sesión, pues si se deja el MTA en el conducto para retirar posteriormente, se producirá su fraguado y resultará muy difícil y a veces imposible retirarlo. El plug apical ideal debe medir 5 mm, pero puede ser mayor dependiente del grado de desarrollo de la raíz.

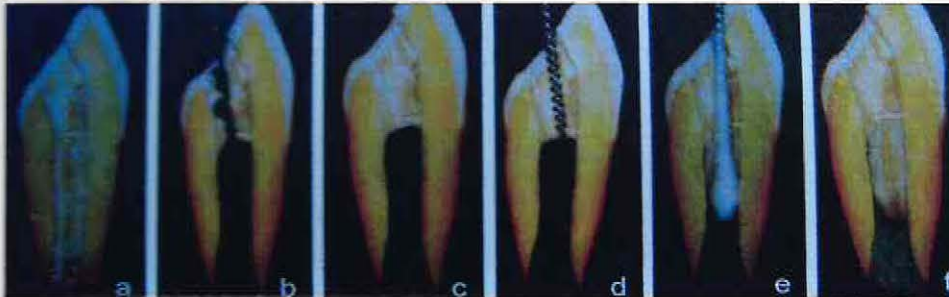


Figura 32. Confección del plug llenando todo el conducto con MTA

La **Figura 33** muestra el tratamiento de un diente con ápice inmaduro, en el que se confeccionó el plug apical con MTA y se obturó el resto del conducto con gutapercha y cemento.



Figura 33. Diente con ápice inmaduro tratado con plug de MTA, de acuerdo con el texto

Moroto y cols(91) observaron la complementación apical después de sellar el conducto con MTA. Otros autores observaron el mismo resultado en dientes con ápice inmaduro (159,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190)

Los resultados del estudio realizado por Gomes-Filho y cols (193) junto con los previamente reportados, corroboraron la promoción de la calcificación distrófica por el MTA en contacto con el tejido conectivo. Estas calcificaciones se pueden originar a partir del óxido de calcio presente en el MTA (89). Estos componentes cuando entran en contacto con el agua son convertidos en hidróxido cálcico y disociados en iones de calcio y iones hidroxilos. La difusión de los iones hidroxilos desde el conducto radicular, incrementan el pH de la superficie de la raíz adyacente al tejido periodontal, posiblemente interfiriendo con la actividad osteoclástica y promoviendo la alcalinización en los tejidos adyacentes, lo cual favorece el proceso de cicatrización(194). La importancia de los iones calcio radica en que su activación depende del adenosin trifosfato (195). El calcio reacciona con el gas carbónico para formar cristales de carbonato cálcico, los cuales sirven como un núcleo para la calcificación y favorece la mineralización(195). Una red extracelular de fibronectina en contacto cercano con estos cristales soporta fuertemente el rol de los cristales cálcicos y la fibronectina como paso de iniciación en la formación de tejido duro(195). El calcio es también necesario para la migración y diferenciación celular(196).

De igual modo hay otros estudios que avalan la formación del tejido duro a partir del MTA, como el realizado por Torabinejad y cols (182) y un estudio comparativo de tres materiales distintos inductores del cierre apical, realizado por Shabahang (32), donde se confirma formación de tejido duro.

La **Figura 34** muestra el sellado apical con tejido mineralizado, en diente con ápice inmaduro cuyo conducto se llenó completamente con MTA.

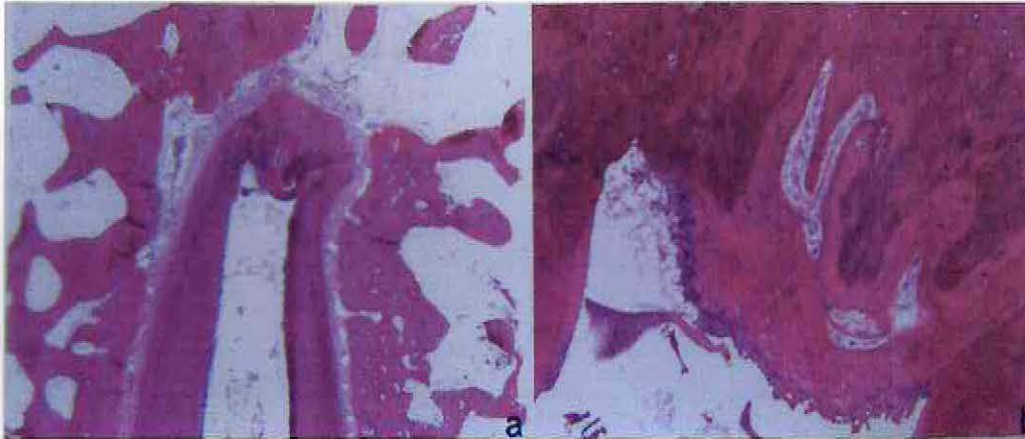


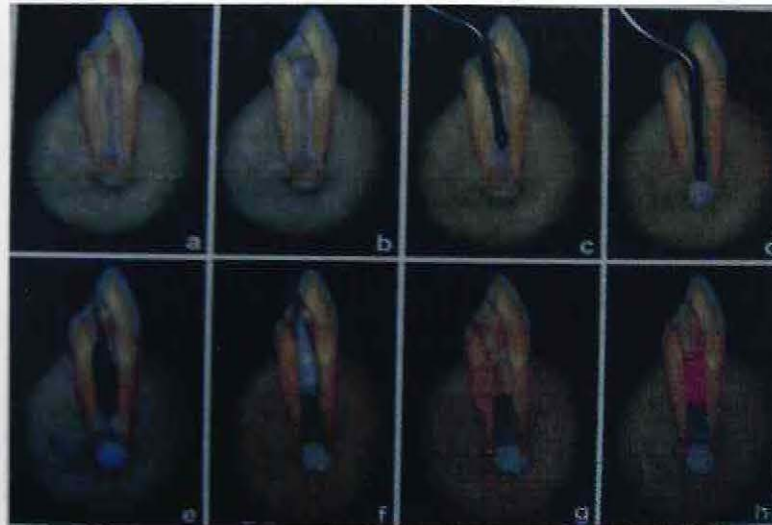
Figura 34. Sellado apical de diente con ápice inmaduro, tratado con MTA

Cuando las condiciones de la región apical no permiten colocar el MTA sin producir extrusión apical, se utiliza una matriz de colágeno (**Figura 35**), que se introduce en el conducto hasta la región apical. Después de que el conducto está completamente preparado (**Figura 36 A**), se selecciona colágeno de tamaño compatible con la apertura del foramen (**Figura 36 B**). Con un condensador de gutapercha de Paiva, se introduce el colágeno hasta llegar el área apical y se compacta (**Figura 36 C-D**). Después de compactado, con un léntulo de espiral, se lleva el MTA al interior del conducto (**Figura 36 E**) y con una lima tipo K envuelta en algodón se condensa contra la matriz (**Figura 36 F**) para obtener el plug apical (**Figura 36 G**). En seguida la obturación del conducto se realiza con gutapercha y cemento (**Figura 36 H**).



Figura 35. Colágeno (Hemospon) utilizado como matriz apical en diente con ápice inmaduro

Figura 36.
Secuencia de a
confección de la
matriz apical con
colágeno,
confección del
plug de MTA y
obtención de
conducto, de
acuerdo con el
texto



Investigaciones realizadas por Torabinejad y cols han indicado que el MTA podría ser considerado cementoconductor(181) y fue mostrada calcificación distrófica presente en el tejido conectivo adyacente al MTA (32,182,172,204,65). Además el MTA ha sido extensamente evaluado por su citotoxicidad no solo in vivo sino también in vitro y ha sido reportado tener menos citotoxicidad que cualquier otro material de relleno endodóntico (188,189) y otros materiales endodónticos (190). Recientemente, Tani-Ishii y cols (191) reportó que el MTA sobre regulaba la expresión de colágeno tipo I y osteocalcina en los osteoblastos después de 24 horas. Aunque numerosos estudios han sido realizados usando MTA tanto in vitro como in vivo, el mecanismo preciso de la formación del puente dentinario después de la exposición al MTA no ha sido dilucidado completamente.

El efecto del MTA sobre la diferenciación celular aun se está dilucidando. Bonson y cols (192) observaron que el MTA induce la actividad de la fosfatasa alcalina en las células del ligamento periodontal sobre los 5 a 13 días.

Debido a los resultados alentadores reportados por el MTA cuando es usado como un material de sellado apical (207,58,62) investigaciones de este uso como un material de apexificación es garantizado.

Dos estudios observaron la barrera apical del MTA (187,177) evaluaron los éxitos radiográficos mediante un standard publicado por la Sociedad Europea de Endodoncia (ESE)(219) o mediante una versión modificada de este standard. El standard de la ESE definió éxito como la evidencia radiográfica del espacio del ligamento periodontal, disminución en el tamaño de la lesión

periapical comparada con la radiográfica preoperatoria y no evidencia de inflamación externa y reabsorción radicular. Existen muchos estudios en los que se ha demostrado que la barrera apical de MTA logra lo anteriormente definido como éxito.

II.F. OTRAS APLICACIONES DEL MTA

Además de las aplicaciones relatadas, el MTA puede utilizarse también en caso de dientes con Dens in dente y para el mantenimiento de dientes temporales.

El Dens in dente es una anomalía que consiste en la invaginación de esmalte y dentina hacia el interior de la cavidad pulpar, que modifica completamente su anatomía y por consiguiente dificulta el tratamiento endodóntico. Su incidencia es más frecuente en el incisivo lateral superior, aunque también puede ocurrir en otros dientes. La invaginación puede afectar todos los tercios del diente, desde el cervical hasta el apical.

Dada la anatomía especial de este tipo de diente fácilmente se produce comunicación entre la cavidad pulpar y el medio externo; por lo tanto, la instalación de un proceso carioso, provoca fácilmente la exposición de la cavidad pulpar. Cuando se comprueba, clínica y radiográficamente, la presencia de un Dens in dente, si es posible se realiza un tratamiento profiláctico para impedir el surgimiento o avance del proceso.

Cuando hay necrosis del tejido pulpar, después de retirar la invaginación, se realiza la limpieza del conducto y el tratamiento con MTA, ya sea en forma de plug o llenando todo el conducto (Koh et al(60), 2001 y Lima et al (191), 2007. La **Figura 37** muestra el tratamiento de un Dens in dente con el uso del plug de MTA.



Figura 37. Dens in dente tratado con plug de MTA y obturación del conducto con gutapercha y cemento

Uso del MTA en dientes temporales:

El MTA se usa también en dientes temporales. Cuando un diente temporal está presente y se constata ausencia del sucesor permanente es muy importante mantenerlo para conservar la armonía oclusal del paciente. Como la anatomía interna de estos dientes es variable y muchas veces hay reabsorciones radiculares difíciles de localizar, una alternativa es llenar con MTA todo el conducto, que hay que preparar cuidadosamente y vaciar de la mejor forma posible con instrumentos endodónticos y solución de irrigación (hipoclorito de sodio al 1%). Terminada la preparación, se irriga el conducto con suero fisiológico, se seca y se llena en todo el conducto con el Léntulo espiral o con la lima tipo K, con mucho cuidado para no producir una extrusión acentuada. O'Sullivan & Hartwell (192)(2001) e Araújo et al.(2006) utilizaron el MTA con éxito para el mantenimiento de dientes temporales.

II.G. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Entre las *ventajas* del MTA podemos mencionar que:

- En relación a su uso clínico, el MTA tiene la ventaja de no necesitar un campo totalmente seco, se puede usar en área con relativa humedad y el excedente se retira fácilmente con una gasa húmeda.
- Su biocompatibilidad demostrada.
- No es mutagénico.
- Numerosos estudios han demostrado que es bien tolerado por células de tejido tanto en la pulpa como en el tejido perirradicular.
- Fomenta la aposición de tejido duro.
- Resistente a la penetración bacteriana bastante favorable, debido a su buena adaptación a la dentina adyacente.
- Previene la filtración de bacterias a una lesión de tejido en curación sea pulpa o tejido perirradicular.

Entre sus *desventajas* tenemos que:

- Las dificultades más comúnmente encontradas por los profesionales se relacionan con el tiempo de fraguado, que es muy prolongado, por lo que se puede producir un posible desplazamiento o deformación de la preparación del extremo radicular durante dicho

período; y principalmente con la dificultad de manipulación debido a su consistencia arenosa, que dificulta la introducción y la condensación en el lugar deseado.

Estas dificultades motivaron la realización de diferentes estudios e investigaciones, principalmente en Brasil, con el propósito de subsanarlas o disminuirlas. De forma que la disminución de la cantidad o la retirada completa del sulfato de calcio tiene por finalidad acelerar su tiempo de fraguado. La adición de cloruro de calcio para acelerar el tiempo de fraguado y dejarlo más maleable y el uso de diferentes vehículos para facilitar la manipulación tiene el propósito de transformar próximamente este producto en un material más accesible y fácil de trabajar (94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104)

- Otra desventaja en el caso del MTA gris es que cuando se usa como material de obturación retrogrado puede comprometer la estética de los dientes tratados y fue por eso que salió al mercado el MTA blanco con el objetivo de intentar eliminar la pigmentación de los dientes y de los tejidos adyacentes.

II.H.TIPOS DE MTA

Entre los productos a base de mineral trióxido agregado, disponibles en el mercado, se destacan:

- **ProRoot MTA** de la Dentsply/Tulsa Dental, es comercializado por Maillefer-Dentsply (Ballaignes, Suiza).



Su composición consta de 75% de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico y aluminato férrico tetracálcico, 20% de óxido de bismuto, 4.4% de sulfato de calcio dihidratado y 0.6% de residuos insolubles como: sílica cristalina, óxido de calcio, sulfato de potasio y sodio.

Su costo actual oscila entre los 200 dólares aproximadamente.

- *MTA de la Angelus*, en la presentación original, y la nueva presentación, ambos de procedencia brasileña.

Su composición consta de 80% de cemento Portland, silicato tricálcico y silicato dicálcico y 20% de aluminato tricálcico, aluminato férrico tetracálcico y óxido de bismuto. Observación: este cemento no contiene en su composición sulfato de calcio.



Su costo actual oscila entre los 80 dólares aproximadamente.

- *DiaRoot* está compuesto de nanopartículas cerámicas. Es un producto europeo que promueve la cementogénesis y forma un sellado hermético dentro del conducto radicular



Costo aproximado: 200 dólares

Recientemente, nuevos productos a base de mineral trióxido agregado están en proceso de desarrollo, como el Dental Crete, MTA fotopolimerizable, MTA Obtura y el MTA Bio; los dos primeros en los Estados Unidos y los dos últimos en Brasil. Los trabajos realizados con estos materiales mostraron resultados prometedores (115,116,111,117,118)

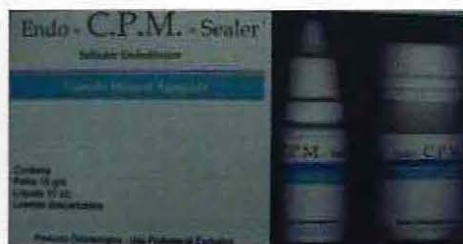
- **CPM** (Cemento de obturación) de la EGEO, Fabricación Argentina; constituido el polvo por trióxido mineral agregado, adición de carbonato de calcio, bióxido de silicio, trióxido de bismuto, sulfato de bario y residuos insolubles (sílice cristalino, óxido de calcio, sulfato de potasio y sodio) y el líquido es solución fisiológica estéril.



III. CEMENTOS SELLADORES A BASE DE MTA

Existen nuevos cementos selladores a base de MTA que recientemente están siendo lanzados al mercado:

- **Endo CPM Sealer**, de la EGEO está constituido por trióxido mineral agregado, 50% de bióxido de silicio, 7% de carbonato de calcio, 10% de trióxido de bismuto, 10% de sulfato de bario, 10% de alginato de propilenglicol, 1% de propilenglicol, 1% de citrato de sodio, 1% de cloruro de calcio e ingredientes activos. Éste por ser indicado para obturar conductos radiculares viene con un líquido adicional especial, diferente de los demás que utilizan el agua destilada en la preparación del cemento. Según João Gomes-Filho y colaboradores; la información acerca del material dice que su composición química es igual a la del MTA pero con la adición del carbonato de calcio con el objetivo de reducir el PH de 12.5 a 10; limitando así la superficie de necrosis al tejido adyacente y permitiendo la acción de la fosfatasa alcalina(174).



También se puede obturar el conducto con gutapercha y cementos a base de MTA, como el Endo CPM Sealer anteriormente señalado y el MTA Obtura (otro cemento sellador en estudio), que tienen vehículos que proporcionan mayor plasticidad.

La relación polvo/líquido de ese cemento puede variar según la necesidad de mayor o menor fluidez. Esto no altera ni modifica su comportamiento químico o biológico, su capacidad de adherencia o su sellado tridimensional.

TECNICA: Toda la secuencia de preparación del conducto y la selección del cono se realiza de forma análoga al tratamiento convencional. El Endo CPM Sealer o el MTA Obtura se mezclan con su propio líquido y se obtiene una masa de consistencia cremosa. Se esperan algunos minutos para que el polvo incorpore el líquido y después se homogeniza nuevamente hasta tener la consistencia deseada.

Cuando se utiliza la técnica biológica de obturación, el cono de gutapercha se envuelve con el cemento, se introduce en el conducto y se realiza la condensación lateral. Cuando se utiliza la técnica clásica, el cemento se coloca con el Léntulo espiral o con una lima tipo K, que se hace girar en sentido antihorario, con movimiento de bombeo. Después de asentar el cono principal, se insertan los conos accesorios y se realiza la condensación lateral hasta completar el llenado del conducto (Figura 38, 39 y 40).



Figura 38. Conductos obturados con gutapercha y Endo CPM



Figura 39. Conducto radicular obturado con gutapercha y Endo CPM



Figura 40. Conductos obturados con gutapercha y MTA Obtura

El MTA resultó eficaz en el aspecto físico y biológico, cuando se utilizó en obturación de conductos con y sin gutapercha (154, 161, 162, 113, 163)(226)

CONCLUSION

El propósito de esta revisión bibliográfica era poder determinar si el uso del MTA tiene muchas más ventajas sobre el uso del Hidróxido de Calcio con el objetivo de inducir el cierre apical. Durante muchos años hasta que apareció en el mercado el MTA se usó el hidróxido de calcio en aquellos dientes cuyos ápices aun no estaban completamente formados producto de un traumatismo o una lesión; sin embargo a lo largo de la historia se ha criticado mucho el largo tiempo del tratamiento para lograr dicho cierre; puesto que requiere la motivación del paciente para que pueda regresar a las múltiples citas de seguimiento; y debido a esto es que el MTA tiene entre sus ventajas que el éxito del tratamiento es menos dependiente del cumplimiento del paciente, ya que la barrera apical con el MTA puede ser completada en una sola cita (210,211) o en dos sesiones (212).

Además que cuando se usa el MTA como barrera apical su restauración definitiva puede ser realizada en el mismo día (tomando en cuenta que el MTA tarda en endurecerse de 3 a 4 horas y una vez endurecido se puede realizar la obturación del conducto, para posteriormente realizar la restauración definitiva; sin embargo el agregar cloruro de calcio podría estimular el proceso de endurecimiento del cemento (208,209) disminuyendo así el tiempo para poder obturar el conducto) a diferencia del tratamiento con hidróxido de calcio que requiere de dejar al paciente con una restauración provisional por un extenso período de tiempo para permitir el cambio de la pasta de hidróxido. Esto deja un diente con la raíz debilitada y comprometiendo a la corona a ser expuesta a fuerzas que pueden dejar una fractura catastrófica. En un estudio realizado por Lawley y cols (213) y Pene y cols (214), la colocación de una restauración adhesiva en la corona de un diente endodónticamente tratado lo hace significativamente más fuerte que una corona sin restauración, reduciendo así el potencial de fractura.

Finalmente Andreasen y cols (215) mostró que el largo tiempo con el hidróxido de calcio tiene un efecto significativamente negativo sobre la fuerza de la raíz. La resistencia a la fractura fue significativamente reducida si el hidróxido de calcio fue dejado en el diente por más de 30 días. Debido a que la estructura de estos dientes ya está comprometida debería de tenerse cuidado en no reducir más esta resistencia. La barrera de MTA reduce el tiempo que se necesita para la apexificación con hidróxido de calcio y elimina la debilidad adicional del diente.

Sin embargo hay que tomar en cuenta todas las propiedades que tiene el hidróxido de calcio cuando es dejado como medicación intraconducto; lo cual es un plus que no lo tendríamos al realizar la barrera apical con MTA.

Este beneficio adicional del que se habla se refiere a la desbridación completa tanto de restos pulpares como de tejido necrótico, que a como se hablo antes hay estudios que avalan el hecho de que al eliminar el agente irritante (microorganismos, tejido necrótico,etc) la raíz puede continuar con su desarrollo radicular. Sin embargo, la desbridación químico mecánica en una visita suele ser difícil en dientes con raíces y ápices inmaduros; ya que muchas raíces inmaduras pueden tener diámetros de conductos que exceden el tamaño de los instrumentos más grandes. Las débiles y delgadas paredes de las raíces podrían realizar una instrumentación mecánica indeseable de las paredes ya que podrían debilitar aun mas las paredes o resultar en una perforación. Sjögren y cols(217) mostraron que el hidróxido de calcio por 7 días fue altamente efectivo en matar la flora del conducto. Hasselgren y cols (218) demostraron que el hidróxido de calcio puede ser efectivo en la disolución de tejido pulpar necrótico. Esto nos puede hacer pensar que dejar los conductos con hidróxido de calcio en algunos casos podría beneficiar al paciente cuando aun no se ha terminado el tratamiento durante un período mínimo de tiempo y no así reduciendo o comprometiendo significativamente la fuerza de las paredes de las raíces.

Finalmente después de la revisión de tantos estudios realizados para ver la efectividad del MTA en la formación de una barrera apical se puede concluir que este material entre todas sus propiedades y características es una muy buena elección; en el sentido que la biocompatibilidad que es uno de los factores más importantes en cuanto al uso de un material en el área periapical forma parte de una de sus principales características, así como su superior habilidad de sellado y adaptación marginal(178,64), además de que es considerado un material cementoconductor (181) mostrando así calcificaciones presentes en el tejido adyacente al MTA. Otro factor positivo es que en sus múltiples evaluaciones resultó ser menos citotóxico que cualquier otro material de relleno endodóntico. De igual modo se obtuvieron muy buenos resultados al ser usado como un material de sellado apical por lo tanto su uso como un material de apexificación es garantizado; concluyendo así que el MTA *dependiendo del caso y de la necesidad y urgencia del tratamiento* podría venir a desplazar el tratamiento con hidróxido de calcio; sin embargo, no hay que olvidar que el uso del hidróxido de calcio previo a la colocación del MTA es necesaria por sus propiedades antibacterianas, capacidad reparativa, entre otras .

BIBLIOGRAFIA

- (1) Endodoncia. Cuarta Edición
Angel Lasala. 1992 Ediciones Científicas y Técnicas, S.A.
- (2) Sommer, F.R; Ostrander, F.D y Crowley, M.C.: Endodoncia clínica, traducción del inglés por Coscolla, H.A., Mundi, Buenos Aires, p.384 y s.s.
- (3) Vías de la pulpa. Octava Edición.
Stephen Cohen, Richard C. Burns. 2002 Mosby, Inc., an Elsevier Science Imprint
- (4) Tratamiento endodóncico. Quinta Edición.
Franklin S Weine. 1997. Mosby
- (5) Aguilar, E.C.: Comunicación personal.
- (6) Day, M.R.: "Calcium hydroxide in root-canal therapy", Dent. Practit, 17, Nº 11, julio 1967, pp. 384-386
- (7) Dentisterie opératoire, Baillièere et fils, Paris, 1958, tomo I, pp. 493-495
- (8) Cooke C., y Rowbotham, T.C.: "Root canal therapy in nonvital teeth with open apices", Brit. Dent. J 108, Nº 16, febrero 1960, pp. 147-150
- (9) Moodnik, R.M.: "Clinical correlation of the development of the root apex and surrounding structures", Oral Surg, 16, Nº 5, mayo 1963, pp. 600-607
- (10) Ball, J. S.: "Apical root formation in a nonvital immature permanent incisor. Report of a case", Brit. Dent. J., 116, Nº 18, febrero 1964, pp. 166-167
- (11) Kaiser, H. J.: "Management of wide open canals with calcium hydroxide", XXI Meeting de la A.A.E. (Asociación Americana de Endodoncistas)". Abril 1964, Washington
- (12) Maisto, A.A., y Capurro, M.A. "Obturación de conductos radiculares con hidróxido de calcio-iodoformo". Rev. Asoc. Odont. Argent., 52, Nº 5, mayo 1964, pp.167-173
- (13) "Evolution apicale malgré nécrose pulpaire a l'occasion du traitement d'une incisive inférieure chez un enfant de huit ans", Actualités Odontostomat., 70, junio 1965, pp. 185-187
- (14) Frank, A. L.: "Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation", J Amer. Dent. Ass., 72, Nº 1, enero 1966, pp. 87-93
- (15) Kaiser, H.J., y Bazler, W.R.: "Tablas clínicas sobre el empleo del hidróxido de calcio en ápices abiertos", XXIII Meeting de la A.A.E. (Asociación Americana de Endodoncistas), abril 1966, San Francisco.
- (16) Steiner J.C.: Dow P.R. y Cathey G.M.: "Inducing root end closure of nonvital permanent teeth". J. Dent. Child., 35, Nº 1, enero 1968, pp. 47-54
- (17) Maisto, O. A.: Endodoncia. Mundi, Buenos Aires, 1967, pp.205-230
- (18) Lasala A.: "Endodoncia infantil", An. Med. Cir., 54, Nº 4, noviembre 1968, pp.498-516
- (19) Holland, R.: Souza, V., y Milanezi, L.A.: "Healing progress of the teeht with open apices: histological study". Bull Tokyo Dent. Coll., 12, Nº 4, noviembre 1971, pp.333-338

- (20) Holland, R.: Souza, V., y Russo, M. de C.: "Healing process after root canal therapy in immature human teeth". Rev. Fac. Odont. Araçatuba, 2, N° 2, 1973, pp. 269-279
- (21) Michanowicz J.P., y Michanowicz A.E.: "A conservative approach and procedure to fill and incompletely formed root using calcium hydroxide as an adjunct", J. Dent Child., 32, N° 1, enero 1967, pp. 42-47
- (22) Heithersay, G.S.: "Stimulation of root formation in incompletely developed pulpless teeth", Oral Surg., 29, N° 4 abril 1970, pp. 620-630
- (23) Camp JH: Continued apical development pulpless permanent teeth after endodontic therapy, master's thesis, Bloomington, 1968, Indiana University School of Dentistry.
- (24) Ham JW, Paterson SS, Mitchell DF: Induced apical closure of immature pulpless teeth in monkeys, Oral Surg 33:438-49, 1972
- (25) Steiner JC, Van Hassel HJ: Experimental root apexification in primates, Oral Surg 31:409, 1971
- (26) Cvek M: Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide, Odontol Rev 23:27-44, 1972
- (27) Matsumiya S, Susuki A, Takuma S: Atlas of clinical pathology, vol 1, Tokyo, 1962, Tokyo Dental College Press
- (28) Webber RT: Apexogenesis versus apexification, Dent Clin North Am 28:669, 1984
- (29) Koenigs JF et al: Induced apical closure of permanent teeth in adult primates using a resorbable form of tricalcium phosphate ceramic, J Endod 1:102, 1975
- (30) Roberts SC Jr, Brilliant JD: Tricalcium phosphate as an adjunct to apical closure in pulpless permanent teeth, J Endod 1:263, 1975
- (31) Nevins A et al: Induction of hard tissue into pulpless open-apex teeth using collagen-calcium phosphate gel, J Endod 4:76, 1978
- (32) Shabahang S et al: A comparative study of root-end induction using osteogenic protein- I, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs, J Endod 25:1-5, 1999,
- (33) Tittle KW, Farley J, Linkhardt T et al: Apical closure induction using bone growth factors and mineral trioxide aggregate, J Endod 22:198, 1996 (abstract no. 41)
- (34) England MC, Best E: Noninduced apical closure in immature roots of dog's teeth, J Endod 3:411, 1977
- (35) Libro Mario Roberto Leonardo. Volumen 2. Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos
- (36) Coviello J, Brilliant JD: A preliminary clinical study of the use of tricalcium phosphate as an apical barrier, J Endod 5:6, 1979.
- (37) Schumacher JW, Rutledge RE: An alternative to apexification, J Endod 19:529, 1993.
- (38) Torabinejad M, Chivian N: Clinical applications of mineral trioxide aggregate, J Endod 25:197, 1999.
- (39) Kleier DJ, Barr ES: A study of endodontically apexified teeth, Endod Dent Traumatol 7:112, 1991.

- (40) Doyle WA, McDonald RE, Mitchell DF: Formocresol versus calcium hydroxide in pulpotomy, *J Dent Child* 29:86, 1962
- (41) Nevins AJ et al: Revitalization of pulpless open apex teeth in rhesus monkeys, using collagen-calcium phosphate gel, *J Endod* 2:159, 1976
- (42) Dylewski JJ: Apical closure of non-vital teeth. *Oral Surg* 32:82, 1971
- (43) Endodoncia Los caminos de la pulpa. Quinta Edición
Stephen Cohen, Richard C Burns. 1993 Editorial Médica Panamericana S.A. de C.V.
- (44) Endodontic endosseous implants and treatment of the wide open apex. *Dent. Clin. N. Amer.*, noviembre 1967, pp. 663-700
- (45) Natkin, E.: "Diagnosis and treatment of traumatic injuries and their sequelae", en Ingle, J. I.: *Endodontics*, Lea & Febiger, Filadelfia, 1965, p.570
- (46) Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J. Brit. Endod. Soc.*, 8, N° 2, julio 1975, pp.74-93
- (47) Cvek M.: "Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide – I. Follow-up of periapical repair and apical closure of immature roots". *Odont. Revy*, 23, 1972, pp. 27-44
- (48) Cvek M. y Sundstrom B.: "Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide V. Histologic appearance of roentgenographically demonstrable apical closure of immature roots" *Odont. Revy*, 25, 1974, pp. 379-392
- (49) Bimstein E., y Fuks A.B.: "Biological closure of open apices of non-vital teeth following calcium hydroxide root filing" *Israel J. Dent. Med.*, 25 julio 1976, pp. 3-6 (en *Dent. Abstr.*, 22, N° 5, mayo 1977, p. 277)
- (50) Koenigs J.F.: Heller A.L.: Brilliant J.D.; Melfi, R.C., y Driskell T.D.: "Induced apical closure of permanent teeth in adult primates using a resorbable form of tricalcium phosphate ceramic", *J. Endod.*, 1, N° 3, marzo 1975, pp. 102-106
- (51) Roberts, S.C., y Brilliant, J.D.: "Tricalcium phosphate as an adjunct to apical closure in permanent teeth with nonvital pulps", en Prenskey, H.D.: "Report of the 32nd annual meeting of the AAE, Nueva Orleans, abril 23-27, 1975", *J. Endod.*, 1, N° 12, diciembre 1975, p.403
- (52) Nevins, A.; Finkelstein, F.; Borden, B.G., y Moodnick, R.: "Formation of mineralized scar tissue induced by implants containing collagen – calcium phosphate gel", *J Endod.*, 1, N° 9, septiembre 1975, pp. 303-309
- (53) Nevins, A.; Finkelstein, F.; Borden B.G., y Laporta, R.: "Revitalization of pulpless open apex teeth in Rhesus monkeys, using collagen – calcium phosphate gel". *J Endod.*, 2, N° 6 junio 1976, pp.159-165
- (54) Lee SJ, Monsef M Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforation. *J Endod.* v.19, p.541-544, 1993
- (55) Abedi HR, Torabinejad M, Pitt Ford TR, Bakland LK. The use of mineral trioxide aggregate cement (MTA) as a direct pulp capping agent. *J Endod*, v.22, p.199, Abstract n.44, 1996

- (56) Andelin WE, Browning DF, Hsu HR, Roand DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. *J Endod*, v.28, p.573-574, 2002
- (57) Arens DE, Torabinejad M. Repair of furcal perforation with mineral trioxide aggregate – two cases reports. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, v.82, p.84-88, 1996
- (58) Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod*, v.21, p.537-542, 1995
- (59) Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.24, p.543-547, 1998
- (60) Koh ET, Pitt Ford TR, Kariyawasan, SP, Chen N, Torabinejad M. Prophylactic treatment of dens evaginatus using mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.27, p.540-542, 2001
- (61) Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod*, v.30, p.80-83, 2004
- (62) Mitchell PJC, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonald F. Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials*, v.20, p.167-173, 1999
- (63) Pitt Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.79, p.756-763, 1995
- (64) Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.25, p.197-205, 1999
- (65) Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod*, v.21, p.603-608, 1995
- (66) Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*, v.21, p.349-353, 1995
- (67) Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root-end filling materials. *J Endod*, v.21, p.403-406, 1995
- (68) Torabinejad M, Lee SJ, Hong UC. Apical marginal adaptation of orthograde and retrograde root-end fillings: a dye leakage and scanning electron microscopic study. *J Endod*, v.20, p.402-407, 1994
- (69) Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasam SP. Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root end filling in monkeys. *J Endod*, v.23, p.225-228, 1997
- (70) Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. *J Endod*, v.19, p.591-595, 1993
- (71) Boletín Informativo sobre el CPM y Endo CPM sealer. www.cpmodontologia.com
- (72) Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between White and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.31, p.101-103, 2005
- (73) Bernabé PFE, Holland R. MTA e cimento Portland: considerações sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas. In: Cardoso RJA, Machado MEL. *Odontologia Arte e Conhecimento*. São Paulo: Artes Médicas Ltda., v.1, p.225-264, Cap.11, 2003

- (74) Bidar M, Moradi S, Jafarzadeh H, Biddad S. Comparative SEM study of the marginal adaptation of white and grey MTA and Portland cement. *Aust Endod J*, v.33, p.2-6, 2007
- (75) Camilleri J, Montesi FE, DiSilvio L, Pitt Fotd TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerat (accelerate?) Portland cement for endodontic use. *Int Endod J*, v.38, p.834-842, 2005
- (76) Diamanti E, Kerezoudis NP, Gakis DB, Tsatsas V. Chemical composition and surface characteristics of grey and new White ProRoot MTA. *Int Endod J*, v.36, p.946 / Abstract. R81, 2003
- (77) Camilleri J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*, v.40, p.462-470, 2007.
- (78) Fridland M, Rosado R. mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different wáter-to-powder ratios. *J Endod*, v.29, p.814-817, 2003
- (79) Guarienti D, Osinaga PWR, Figueiredo JAP. Avaliação química e estrutural comparativa entre o cimento Portland e o MTA. *Braz. Oral Res*, v.16, p.190/Abstract, 2002
- (80) Komabayashi T, Spangberg LSW. Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available mineral trioxide aggregates and Portland cement: a study with a flow particle image analyser. *J Endod*, v. 34, 94-98, 2008
- (81) Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.31, p.97-100, 2005
- (82) Storm B, Eichmiller FC, Tordik P, Goodell GG. Setting expansion of gray and White mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod*, v.34, p.80-82, 2008
- (83) Westphalen FH. et al. Análise comparativa da radiopacidade de cimentos Portland e MTA. *Braz. Oral Res*, v.17, p.182, Supplement Abstract n.Pb 192, 2003
- (84) Broon N, Bortoluzzi EA, Bramante CM, Bernardineli N, Moraes IG, García RB. Evaluación de la capacidad selladora del agregado trióxido mineral blanco de dos marcas comerciales y cemento Portland blanco en obturación retrógrada. *Méd Oral*, v.6, n.2, p.41-46, 2004
- (85) Estrela C, Bahmann LL, Estrela CRA, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J*, v.11, p.3-9, 2000
- (86) Mohammadi Z, Modaresi J, Yazdizadeh M. Evaluation of the antifungal effects of mineral trioxide aggregate material. *Australian Endod J*, v.32, p.120-122, 2006
- (87) Storm B, Eichmiller FC, Tordik P, Goodell GG. Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod*, v.34, p.80-82, 2008
- (88) Dumsha TC, Holt GM. Biocompatibility of bone cement, ProRoot and Super-EBA in ferret canines. *J Endod*, v.26, p.554/Abstract.8, 2000
- (89) Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod*, v.25, p.161-166, 1999

- (90) Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod*, v.26, p.288-291, 2000
- (91) Moroto M, Barberia E, Planells P, Vera V. Treatment of a non-vital immature incisor with mineral trioxide aggregate (MTA). *Dent. Traumatol.*, v.19, p.165-169, 2003
- (92) Holland R. Agregado de trióxido mineral (MTA): Composição, mecanismo de ação, comportamento biológico e emprego clínico. *Rev Cienc Odontol*, v.5, p.7-21, 2002
- (93) Yaltirik M, Ozbas H, Bilgic B, Issever H. Reaction of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. *J Endod*, v.30, p.95-99, 2004
- (94) Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Consolaro A, García RB, Moraes IG, Bernardineli N. Mineral Trioxide Aggregate with or without calcium chloride in pulpotomy. *J Endod*, v.34, n.2, p.172-175, 2008
- (95) Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, García RB, Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *J Endod*, v.32, p.897-900, 2006
- (96) Bortoluzzi EA, Broon NJ, Duarte MAH, Dermachi ACCO, Bramante CM. The use of a setting accelerator and its effect on pH and calcium ion release of mineral trioxide aggregate and White Portland cement. *J Endod*, v.32, p.1194-1197, 2006
- (97) Gandolfi MG, Perut F, Ciapetti G, Mongiorgi R, Prati C. New Portland cement-based material for endodontic mixed with articaine solution: A study of cellular response. *J Endod*, v.34, p.39-44, 2008
- (98) Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee WC. Microleakage of accelerated Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement in an in vitro apexification model. *J Endod*, v.34, p.56-58, 2008
- (99) Krimjee CK, Koka S, Rallis DM, Gound Tg. Cellular toxicity of mineral trioxide aggregate mixed with an alternative delivery vehicle. *Oral Surg Oral Méd Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.102, p.e115-e120, 2006
- (100) Kogan P, HEJ, Glickman GN, Watanabe I. The effects of various additives on setting properties of MTA. *J Endod*, v.32, p.569-572, 2006
- (101) Leonhardt AM, Paduli NR. Evaluación de la capacidad selladora de un cemento endodóntico experimental a base de polvo del ProRoot (MTA) con una resina de base acuosa como vehículo. *RAOA*, v.95, p.259-264, 2007
- (102) Morais CAH, Bernardineli N, García RB, Duarte MAH, Guerisoli DMZ. Evaluation of tissue response to MTA and Portland cement with iodoform. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.102, p.417-421, 2006
- (103) Title K, Farley J, Linkhardt T, Torabinejad M. Apical closure induction using bone growth factors and mineral trioxide aggregate. (abstract) *J Endod*, v.22, p.198, 1996
- (104) Vander-Weele RA, Schwartz SA, Beeson TJ. Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. *J Endod*, v.32, p.421-424, 2006

- (105) Wucherpfenning AL, Green DB. Mineral trioxide vs. Portland cement: two biocompatible filling materials. *J Endod*, v.25, p.308, Abstract n.40, 1999
- (106) Broon NJ, Bortoluzzi EA, Bramante CM, Assis GF, Bernardineli N, Moraes IG, García RB. Tratamiento de perforaciones radiculares con agregado trióxido mineral (MTA) y cemento Portland blanco con cloruro de calcio al 10% en dientes de perros. *Rev. Sanid Milit Mex*, v.60, n.2, p.94-102, 2006
- (107) Broon NJ, Bramante CM, Assis GF, Bortoluzzi EA, Bernardineli N, Moraes IG, García RB. Healing of root perforations treated with mineral trioxide aggregate (MTA) and Portland cement. *J Appl Oral Sci*, v.14, p.305-311, 2006
- (108) Camilleri J, Montesi FE, DiSilvio L, Pitt Ford TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated (accelerated?) Portland cement for endodontic use. *Int Endod J*, v.38, p.834-842, 2005
- (109) Coneglian PZA, Orozco FA, Bramante CM, Moraes IG, García RB, Bernardineli N. In vitro sealing ability of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) and White Portland cement used as apical plug. *J Appl Oral Sci*, v.15, p.181-185, 2007
- (110) DeDeus G, Coutinho Filho T. The use of white Portland cements as an apical plug in the tooth with a necrotic pulp and wide-open apex: a case report. *Int Endod J*, v.40, p.653-660, 2007
- (111) DeDeus G, Reis C, Brandão C, Fidel S, Fidel RAS. The ability of Portland cement, MTA and MTA Biot o prevent through-and Through (??) fluid movement in repaired furcal perforations. *J Endod*, v.33, p.1374-1377, 2007
- (112) Holland R, Souza V, Murata SS, Nery MJ, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA. Healing process of dog dental pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz Dent J*, v.12, p.109-113, 2001
- (113) Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Agregado de trióxido mineral y cemento Portland en la obturación de conductos radiculares de perro. *Endodoncia*, v.19, p.275-280, 2001
- (114) Menezes RS, Bramante CM, Letra A, Carvalho VGG, García RB. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cement as wound dressing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.98, p.376-379, 2004
- (115) Costa MMTM. Avaliação da resposta tecidual frente aos cimentos MTA Angelus cinza e um MTA fotopolimerizável experimental. Análise microscópica de implantes realizados em alvéolo de ratos. Araçatuba, 2008, 107p Tese (doutorado). Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Unesp 2008
- (116) Cunha AMSR. Resposta pulpar e periapical de dentes de cães após a utilização do MTA (Agregado Trióxido Mineral). Estudo histopatológico e radiográfico, 2002. 159.p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

- (117) Faria MD. Avaliação quantitativa e qualitativa da resposta tecidual frente aos cimentos MTA Angelus cinza e MTA fotopolimerizável experimental. Análise microscópica de implantes realizados em subcutâneo (??) de ratos. Araçatuba 2006; 87p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Unesp.
- (118) Gomes Filho JE, Faria MD, Bernabé PFE, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Daezan Junior E, Costa MMTM, Canon M. Mineral trioxide aggregate but not light-cure mineral trioxide aggregate stimulated mineralization. *J Endod*, v.3, p.62-55, 2008. (favor verificar; mudei porque o 68 começava em OTOBONI... e o item anterior terminava em MJ., sem indicação de obra)
- (119) Pelliccioni GA, Vellani CP, Gatto MRA, Gandolfi MG, Marchetti C, Prati. ProRoot mineral trioxide aggregate cement used as retrograde filling without addition of water: An in vitro evaluation of its microleakage. *J Endod*, v.33, p.1082-1085, 2007
- (120) Aminoshariae A, Hartwell GR, Moon PC. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *J Endod*, v.29, n.10, p.679-682, 2003
- (121) Berástegui Jimeno EM. Actualización sobre el ProRoot-MTA en el año 2002. *Endodoncia*, v.21, p.36-49, 2003
- (122) Bramante CM, Berbert A, Bernardineli N, Moraes IG, Garcia RB. Acidentes e complicações no tratamento endodôntico – soluções clínicas. 2ª ed., Editora Santos: São Paulo, 2004
- (123) Bramante CM, Berbert A. Cirurgia Parendodôntica, Ed. Santos: São Paulo, 2000
- (124) Bramante CM, Bramante AS, Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. CPM y Endo CPM Sealer – Nuevos materiales de uso em endodoncia. *Endodoncia*, v.26, n.1, 2008
- (125) Accorrinte MLR, Holland R, Reis A, Bortoluzzi M, Murata SS, Dezan Jr E, Souza V, Alessandro LD. Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. *J Endod*, v.34, p.1-6, 2008
- (126) Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbariha M, Saffar AS. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide and pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *Int Endod J*, v.36, p.225-231, 2003
- (127) Calderón Farfan PS, Espinoza Reyes I, Villalobos Dominguez EI, Vásquez Espinoza E. Utilización de MTA (agregado trióxido mineral) para recubrimientos pulpares directos en dientes permanentes jóvenes. Reporte de nueve casos. *Medicina Oral*, v.4, n.3, p.69-77, 2002
- (128) Faraco Júnior IM, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent. Traumatol.*, v.17, p.163-166, 2001
- (129) Holland R. Histochemical response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol*, v.17, p.163-166, 2001
- (130) Junn DJ, Mc Millan P, Bakland LK, Torabinejad M. Quantitative assessment of dentin bridge formation following pulp capping with mineral trioxide aggregate (MTA). *J Endod*, v.24, p.278/Abstract 29, 1998

- (131) Pairoki M, Asgary S, Eghbal MJ, Stowe S, Eslami B, Eskandarizade A, Shabahang S. A comparative study of white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents in dog's teeth. *Dent Traumatol*, v.21, p.150-154, 2005
- (132) Queiroz AM, Assed S, Leonardo MR, Nelson Filho P, Silva LAB. MTA and calcium hydroxide for pulp capping. *J Appl Oral Sci*, v.13, p.126-130, 2005
- (133) Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G, Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in shortterm capping experiments. *Int. Endod. J.*, v.35, p.245-254, 2002
- (134) Soares IML. Resposta pulpa ao MTA, agregado trióxido mineral, comparado ao hidróxido de cálcio em pulpotomia. Estudo histológico em dentes de cães. (Tese) – faculdade de Odontologia de Florianópolis, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 1996.
- (135) Barrieshi-Nusair KM, Qudeimat MA. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate for partial pulpotomy in cariously exposed permanent teeth. *J Endod*, v.32, n.80, p.731-735, 2006
- (136) Al-Daafas A, Al Nazhan S. Histological evaluation of contaminated furcal perforation in dogs teeth repaired by MTA with or without internal matrix. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.103, p.92-99, 2007
- (137) Bramante CM, Tello LYA, Broon NJ, Bernardineli N, Moraes IG, García RB. Tratamiento de una perforación radicular con trióxido mineral agregado (CPM). *Rev As Odon Argentina*, v.94, p.23-26, 2006
- (138) Broon NJ, Bramante CM, Assis GF, Bortoluzzi EA, Bernardineli N, Moraes IG, Garcia RB. Tratamiento de perforaciones radiculares en dientes de perros con dos marcas comerciales de agregado trióxido minerales (MTA) *Endodoncia*, v.23, p.165-170, 2005
- (139) Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.30, p.422-424, 2004
- (140) Hamad HA, Tordik PA, Mcclanahan SB. Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study. *J Endod*, v.32, p.337-340, 2006
- (141) Hashem AAR, Hassanien EE. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: Sealability study. *J Endod*, v.34, p.59-61, 2008
- (142) Holland R, Otoboni Filho JA, Souza V, Nery MJ, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod*, v.27, p.281-284, 2001
- (143) Menezes RS, Silva Neto UX, Carneiro E, Letra A, Bramante CM, Bernardineli N. MTA repair of a subcrestal perforation: a case report. *J Endod.*, v.31, p.212-214, 2005
- (144) Nakata TT, Bae KS, Baumgartner JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod*, v.3, p.184-186, 1998
- (145) Weldon JK, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough F. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. *J Endod*, v.28, p.467-470, 2002

- (146) Yildirim T, Gençoglu N, Firat I, Guzel O. Histologic study of furcation perforation treated with MTA or Super EBA in dog teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.100, p.120-124, 2005
- (147) Alhadainy HA, Himel VT. An in vitro evaluation of plaster of Paris barriers used under amalgam and glass ionomer to repair furcation perforation. *J Endod*, v.20, p.449-452, 1994
- (148) Mesimeris V, Sade E, Baer PN. Calcium sulfate as a biodegradable barrier membrane: a preliminary report on the Surgplat technique. *Periodontol Clin Invest*, v.17, p.13-16, 1996
- (149) Jantararat J, Daspher SJ, Messer HH. Effect of matrix placement on furcation perforation repair. *J Endod*, v.25, p.192-195, 1999
- (150) Rafter M, Baker M, Alves M, Daniel J, Remeikis N. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. *Int Endod J*, v.36, p.775-783, 2002
- (151) Bargholz C. Perforation repair with mineral trioxide aggregate modified matrix concept. *Int Endod J*, v.38, p.59-69, 2005
- (152) Hardy I, Liewehr FR, Joyce AP, Agee K, Pashley DH. Sealing ability of one-up bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. *J Endod*, v.30, p.658-661, 2004
- (153) Bramante CM, Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB, Broon N, Bramante AS. Is a matrix required for treatment of root perforation with MTA? *ENDO-Endodontic Practice today*, v.1, p.295-300, 2007
- (154) Holland R, Mazuqueli L, Souza V, Murata SS, Dezan Junior E. Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs teeth after root filling with mineral trioxide aggregate. *J Endod*, v.33, p.693-697, 2007
- (155) Bramante CM, Bortoluzzi EA, Broon NJ. Agregado Trioxido Mineral (MTA) como plug para la obturación de conductos radiculares: descripción de la técnica y caso clínico. *Endodoncia*, v.22, p.155-161, 2004
- (156) Kwak KI, Park DS, Oh S. The effect of obturation timing and thickness of mineral trioxide aggregate matrix on sealing ability. (abstract) *J Endod*, v.26, p.557, 2000
- (157) Mah T, Basani B, Santos JM, Pascon EA, Tjadrhane L, Yared G, Lawrence HP, Friedman S. Periapical inflammation affecting coronally-inoculated dog teeth with root filling augmented by White MTA orifice plugs. *J Endod*, v.29, p.442-446, 2003
- (158) Pace R, Giuliani V, Lini Prat L, Bacceti T, Pagavino G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate; results from a case series. *Int Endod J*, v.40, p.478-484, 2007
- (159) Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhambhani S. In vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent with simulated immature apices. *J Endod*, v.31, p.117-119, 2005
- (160) Lamb EL, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH. Effect of resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.95, p.732-735, 2003

- (161) Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of dog's teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*, v.25, p.728-730, 1999
- (162) Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of dog's teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*, v.25, p.728-730, 1999
- (163) Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, McPherson JC, Buxton, TB Comparision of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J Endod*, v.30, p.103-106, 2004
- (164) Bernabé PFE, Holland R, Cirurgia paraendodontica: quando indicar e como realizá-la. In: Gonçalves EA, Feller C. *Atualização na clínica odontológica: a prática da clínica geral*. São Paulo: Artes Médicas, p.217-254, 1998
- (165) Adamo HL, Buruiana R, Schertzer L, Boylan RJ. A comparision of MTA, super EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using bacterial microleakage model. *Int Endod J*, v.32, p.197-203, 1999
- (166) Aqrabawi J, Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J*, v.188, p.266-268, 2000
- (167) Back SH, Plenk H, Kiom S. Periapical tissue responses and cement regeneration with amalgam, Super EBA and MTA as root-end filling materials. *J Endod*, v.31, p.444-449, 2005
- (168) Bates CF, Carnes DL, Del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod*, v.22, p.575-578, 1996
- (169) Bernabé PFE, Holland R, Morandi R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Dezan Junior E, Gomes-Filho JE. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dog's teeth, *Braz Dent J*, v.16, n.2, p.149-155, 2005
- (170) Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB. A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *Int Endod J*, v.36, p.520-526, 2003
- (171) Cintra LT, Moraes IG, Bernabé PFE, Gomes-Filho JE, Bramante CM, Garcia RB, Bernardineli N. Evaluation of the tissue response to MTA and MBPc. Microscopic analysis of implants in alveolar bone of rats. *J Endod*, v.32, p.556-559, 2006
- (172) Economides N, Pantelidou O, Kokkas A, Tziasfas D. Short-term periradicular tissue response t mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J*, v.36, p.44-48, 2003
- (173) Fischer EJ, Arens DA, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermédiat restorative material, and Super- EBA as a root-end filling material. *J Endod*, v.24, p.176-179, 1998
- (174) João EG, Simone W, Pedro EB, Mariana T de MC. A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization. *JOE* 2009;35: 256-60

- (175) Bonson S, Jeansonne BG, Lallier TE. Root-end filling materials alter fibroblast differentiation. *J Dent Res* 2004; 83: 408-413
- (176) Giuliani V, Baccetti T, Pace R, Pagavino G. The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices. *Dent Traumatol* 2002;18; 217-21
- (177) Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J* 2007;40: 186-97
- (178) Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR, Dye leakage of four root end fillings material: effects of blood contamination. *J Endod* 1994;20: 159-63
- (179) Abdullah D, Ford TR, Papaloannou S, Nicholson J, McDonald F. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials* 2002;23: 400-10
- (180) Rixom MR, Mailvaganam NP. Chemical admixtures for concrete 3rd ed. New York, Routledge, 1999.
- (181) Thomson TS, Berry JE, Somerman MJ, Kirkwood KI. Cementoblast maintains expressions of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2003;29: 407-12
- (182) Apaydin E, Shabahang S, Torabinejad M. Hard tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end-filling material. *J Endod* 2004;30: 21-4
- (183) El Meligy OA, Avery DR, Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatr Dent* 2006;28:248-53
- (184) Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha: a retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 1992;8: 45-55
- (185) Pradhan DP, Chawla HS, Gauba K, Goyal A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *J Dent Child* 2006;73: 79-85
- (186) David TH, Scott AS, Timothy C, Kirkpatrick, William GS. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *JOE* 2008;34: 812-817
- (187) Sarris S, Tahmassebi JF, Dugal MS, Cross IA. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in childrens: a pilot study. *Dent Traumatol* 2008;24:79-85
- (188) Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Citotoxicity of four root end filling materials. *J Endod* 1995;21: 489-92
- (189) Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Citotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* 2000;26:288-91
- (190) Gorduysus M, Avcu N, Gorduysus O, et al. Citotoxicity effects of four different endodontic materials in human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* 2007;33: 1450-4
- (191) Tani_Ishii N, Hamada N, Watanabe K, Tujimoto Y, Teranaka T, Umemoto T. Expression of bone extracellular matrix proteins on osteoblast cells in the presence of mineral trioxide. *J Endod* 2007;33:836-9

- (192) Bonson S, Jeansonne BG, Lallier TE. Root-end filling materials alter fibroblast differentiation. *J Dent Res* 2004;83: 408-13
- (193) João Eduardo Gomes-Filho et al. Mineral trioxide aggregate but not Light-cure Mineral trioxide aggregate stimulated mineralization. *JOE* 2008;34: 62-65
- (194) Tronstad, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson I, Rhs I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1981;7: 17-21
- (195) Seux D, Couble MI, Bartmann DJ, Gauthier JP, Maglore H. Odontoblast-like citodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. *Arch Oral Biol* 1991;36: 117-28
- (196) Schroder U. Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation. *J Dent Res* 1985;64: 541-8
- (197) Anonymous. Glossary of endodontic terms. 7th ed. Chicago: American Association of Endodontists, 2003
- (198) Lieberman J, Trowbridge H. Apical closure of nonvital permanent incisor teeth where no treatment was performed: case report. *J Endod* 1983;9:257-60
- (199) Das S. apexification in a nonvital tooth by control of infection. *J Am Dent Assoc* 1980;100: 880-1
- (200) Ball J. Apical root formation in a non-vital immature permanent incisor. *Br Dent J* 1964;116: 166-7
- (201) Frank AL. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J Am Dent Assoc* 1966;72: 87-93
- (202) Andelin WE, Shabahang S, Wright K, Torabinejad M. Identification of hard tissue after experimental pulp capping using dentin sialoprotein (DSP) as a marker. *J Endod* 2003;29: 646-50
- (203) Chacko V, Kurikose S. Human pulpal response to mineral trioxide aggregate (MTA): a histologic study. *J Clin Pediatr Dent* 2006;30: 203-9
- (204) Regan JD, Gutmann JL, Witherspoon DE. Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J* 2002;35: 840-7
- (205) Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod* 1995;21: 489-92
- (206) Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21: 109-12
- (207) Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994;20: 159-63
- (208) Rixom MR, Mailvaganam NP. Chemical admixtures for concrete, 3rd ed. New York: Routledge, 1999
- (209) Abdullah D, Ford TR, Papaioannou S, Nicholson J, McDonald F. An evaluation of accelerated Portland cements as a restorative material. *Biomaterials* 2002; 23:4001-10

- (210) Steinig TH, Regan JD, Gutmann JL. The use and predictable placement of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification cases. *Aust Dent* 2003; 29:34-42
- (211) Witherspoon DE, Ham K. One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001; 13: 455-60
- (212) Shabahang S, Torabinejad M. Treatment of teeth with open apices using mineral trioxide aggregate. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000; 12: 315-20
- (213) Lawley GR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *J Endod* 2004; 30: 167-72
- (214) Pene JR, Nicholls JI, Harrington GW. Evaluation of fiber composite laminate in the restoration of immature, nonvital maxillary central incisors. *J Endod* 2001; 27: 18-22
- (215) Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dent Traumatol* 2006; 22: 154-6
- (216) David T. Holden, Scott AS, Timothy CK, William GS. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *JOE* 2008; 34: 812-17
- (217) Sjögren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 1991; 24:119-25
- (218) Hasselgren G, Olsson B, Cveck M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 1998; 14:125-7
- (219) European Society of Endodontology. Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* 1994; 27:115-124
- (220) Osorio RM, Vertucci FJ, Shawley AI. Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod* 1998; 24:91-6
- (221) Torabinejad M, Pitt Ford TR, Abedi HR, Kariyawasan SP, Tang HM. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandibles of guinea pigs. *J Endod* 1998; 24:468-71
- (222) Arzu Pinar Erdem, Elif Sepet. Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. *Dent Traumatol* 2008; 24:e38-e41
- (223) Orosco FA, Bramante CM, García RB, Bernardineli N, Moraes IG de. Sealing ability of Gray MTA Angelus, CPM and MBPC used as apical plugs. *J Appl Oral Sci* 2008; 16(1):50-4
- (224) Parkin, S.F.: "A recent analysis of traumatic injuries to children's tooth" *J. Dent Child*, 32, N° 5, septiembre 1967, pp. 323-325
- (225) Endodoncia. Técnica y fundamentos.
Soares. Goldberg. 2002
Editorial medica panamericana

-
- (226) Endodoncia: Conceptos Biológicos y Recursos Tecnológicos
Mario Roberto Leonardo. Renato de Toledo Leonardo. 2009
Artes medicas latinoamérica