

# Propiedades y Usos en Odontopediatria del MTA (Agregado de Trióxido Mineral)

\* Dra. Patricia Rodríguez-Villalobos

\*\* Dra. Violeta Bolaños-López

## RESUMEN

El MTA es un material desarrollado para endodoncia. Es derivado del cemento Portland, (cemento hidráulico que fragua y endurece al reaccionar con el agua conformando una masa resistente y duradera, usada en arquitectura y construcción).

El MTA fue desarrollado y reportado por primera vez de uso odontológico en 1993 por Lee, Torabinejad y colaboradores.

El principal uso del MTA se da en el tratamiento pulpar de dientes vitales (pulpotomías, recubrimiento pulpar directo), apicoformaciones (barrera apical), cirugía endodóntica, reparaciones de perforaciones de furca, laterales y las provocadas por las reabsorciones. El MTA favorece la formación de hueso y cemento, facilitando la regeneración del ligamento periodontal.

En este artículo se explica la composición, propiedades químico- físicas, mecanismo de acción, manipulación, preparación, ventajas y desventajas que proporciona el uso del MTA en pulpoterapia en dientes temporales como sustituto del formocresol en los tratamientos clínicos realizados según la literatura estudiada.

## PALABRAS CLAVE

MTA (Agregado trióxido mineral), Pulpoterapia, dentición temporal.

## ABSTRACT

The MTA is a material developed for endodontics. It is derived from Portland cement (hydraulic cement sets and hardens by reacting with the water forming a body strong and durable, used in architecture and construction).

The MTA was developed and first reported for use in dentistry in 1993 by Lee, Torabinejad et al (Chaple y col, 2007).

The main use of MTA occurs in the pulp treatment of vital teeth (pulpotomy, direct pulp capping), apexification treatment (apical barrier), endodontic surgery, repair of furca and side perforations, and those caused by the reabsorptions. The MTA promotes formation of bone and cement facilitating the regeneration of the periodontal ligament.

This article explains the composition, chemical and physical properties, action mechanism, handling, preparation, advantages and disadvantages of the MTA in temporary teeth pulpoterapy as a substitute for formocresol in clinical treatments performed according to studies in the literature.

## KEYWORDS

MTA (Mineral Trioxide Aggregate), Pulpoterapia, dentition temporary.

## Introducción

Al no haber un material obturador ideal en todos los aspectos, que fuera biocompatible, no tóxico, que ofreciera un selle hermético, que no afectara la integridad pulpar, etc. entre otras características, se continuó investigando hasta que en los años 90 apareció un nuevo material, el Agregado Trióxido Mineral (MTA), creado en la Universidad de Loma Linda (California). Este material fue descrito por primera vez en la literatura especializada en 1993 por Lee, Monsef y Torabinejad y patentado en 1995 por Torabinejad y White.

A partir de ese momento el MTA ha sido investigado y usado en varias intervenciones clínicas en odontología, además fue aprobado en 1998 por la Administración Americana de alimentos y drogas (FDA).

Según Boj y col. (2004), la respuesta pulpar al agregado de trióxido mineral como material de recubrimiento pulpar hasta ahora ha mostrado éxito clínico y radiográfico, cuando se usa en pulpotomías en dientes temporales. Es biocompatible, excelente sellador de cámara pulpar, conductos y perforaciones de furca con la superficie externa de los dientes.

En estos años ha sido objeto de numerosas investigaciones con resultados muy ventajosos en cuanto a su empleo en tratamientos pulpares, por lo tanto permite ser el material competente para llegar a sustituir al formocresol. (Boj y col, 2004).

El Trióxido Mineral (MTA) es un polvo, al principio de color gris y en la actualidad blanco. Esta compuesto por partículas hidrofílicas que se endurecen en presencia de humedad. Al hidratar el polvo se crea un gel coloidal con un pH medio de 12.5 que demora al menos 4 horas en solidificarse (Torabinejad y col. 1995) (Fisher y col. 1998) (Torabinejad y col. 1993) (Torabinejad y col. 1994).

## Desarrollo

En los primeros tratamientos pulpares en piezas temporales se reportaron el uso de distintos materiales, algunos de estos son: En 1904 Buckely introdujo el formocresol para realizar tratamiento pulpar en la dentición temporal (Aguado y col, 2009) (Simancas y col, 2010). Este ha sido el más usado para pulpoterapia desde hace más de 100 años (Maroto y col. 2007). A partir de 1923, Charles Sweet, según Calatayud (2006), utilizó el formocresol para realizar las pulpotomías en piezas

\* Profesora instructora. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

\*\* Profesora asociada. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

temporales. Según Simancas (2010), Sweet en 1930 reportó un 97% de éxito al utilizar el formocresol.

Según Bellet (2006) fue Berger en 1965 quien recomendó el uso del formocresol por 5 minutos para realizar la pulpotomía. Actualmente se utiliza diluido 1:5.

En 1930 Hermann, propone como material de elección para realizar la pulpotomía, el hidróxido de calcio (Catalayud y col, 2006). Según Aguado (2009) fue en 1920.

Según Aguado (2009) en 1937, Sweet modifica la técnica usando el formocresol mezclado con óxido de Zn eugenol en una sola sesión.

En 1965 se inicia el uso de la electrocoagulación para realizar las pulpotomías y el glutaraldehído se comienza a utilizar a partir de 1973. Con el sulfato férrico aparecen los primeros estudios a partir de 1991.

El MTA (agregado trióxido mineral) se comienza a utilizar en el año 2001 (Catalayud y col, 2006). El MTA se describe por Lee y col. en 1993 y es aprobado por la FDA como material para obturar endodoncias en humanos en 1998 (Bellet y col, 2006) (Chaple y col. 2006). Según Aguado (2009) fue descrito por Torabinejad y col. en 1993, aceptado por la FDA en 1998 y lanzado comercialmente en 1999 con el nombre de ProRoot MTA (Dentsply) y de color gris, fue hasta el año 2002 que salió de color blanco y con la misma composición.

Ante estudios de composición química y comportamiento biológico, Torabinejad y col. (1993, 1995) afirman que el MTA pertenece a los cementos Portland (tiene la capacidad de proveer una barrera física impenetrable una vez fraguado), a excepción del óxido de bismuto que se adiciona y le da propiedades de radiopacidad y suavidad, facilitando una mezcla más homogénea y de más fácil manipulación.

## Composición

Está compuesto por finas partículas hidrofílicas de: silicato tricálcico en un 75% ( $3\text{CaO-SiO}_2$ ), silicato dicálcico ( $2\text{CaO-SiO}_2$ ), aluminato férrico tetracálcico ( $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), óxido tricálcico, óxido de silicio, sulfato de calcio dihidratado en un 4.4% ( $\text{CaSO}_4\text{-}2\text{H}_2\text{O}$ ), aluminato tricálcico ( $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ), sílice cristalina y algunos restos insolubles como óxido de calcio y sulfato de potasio y sodio en un 0.6% y otros óxidos minerales, responsables de las propiedades físicas y químicas y de óxido de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) en un 20%, que le da una radiopacidad superior a la dentina (Bellet y col, 2006) (Barzuna y col, 2006) (Aguado y col, 2009) (Chaple y col, 2006) (Naik y col, 2005).

Es un polvo fino de color gris, actualmente también hay de color blanco, compuesto por partículas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad al formar un gel coloidal que forma una estructura dura (Chaple y col, 2006). Este gel coloidal está compuesto por cristales de óxido cálcico de estructura amorfa con: 33% de calcio, 49% de fosfato, 6% de sílica, 3% de cloruros y 2% de carbón (Witherspoon y col, 2006).

## Propiedades físico- químicas

Dependiendo del tamaño de las partículas, de la proporción polvo- agua, de la temperatura y del aire atrapado al prepararlo y de su manipulación dependen las características del MTA (Chaple y col, 2007).

Es hidrofílico, fragua en presencia de humedad.

No es tóxico.

Valor de pH: Según Torabinejad y col. en Maroto (2004) el pH obtenido por el MTA después de mezclado es de 10.2 y a las 3 horas, se estabiliza en un pH básico de 12.5.

Al mezclarse el MTA con agua forma hidróxido de calcio, aumentando el pH por disociación de iones de calcio e hidroxilo, no permitiendo el desarrollo de bacterias ni hongos (Aguado y col, 2009).

Igualmente, Torabinejad y col. en Maroto (2004) dedujeron que al presentar un Ph semejante al cemento de hidróxido de calcio, este podría usarse como material de obturación apical, teniendo resultados antibacterianos, promoviendo la formación de tejido duro al igual que sucede con el hidróxido de calcio.

Resistencia a la compresión: El MTA a los 21 días resiste fuerzas compresivas de 70 Mpa (megapascales) siendo semejante a la del IRM y super EBA pero expresivamente menor que la de la amalgama, que es de 311 Mpa. Este material al ser usado en zonas dentales internas, su resistencia compresiva no es un elemento primordial como en el caso de los materiales dentales que reciben una presión directa o cargas oclusales (Bellet y col, 2006) (Chaple y col, 2006) (Maroto y col, 2004).

El endurecimiento y la resistencia a la compresión aumentan con el tiempo, es una característica que sobresale en los diferentes estudios realizados por diferentes autores, siendo que en el ambiente donde esté situado exista un mínimo de humedad, pues este material fragua en presencia de humedad (Maroto y col, 2004).

Tiempo de endurecimiento: El tiempo de fraguado o endurecimiento es de tres a cuatro horas. Este material al tener un fraguado lento permite que tenga una menor contracción lo que podría explicar su gran capacidad de sellado.

Biocompatibilidad: Es la facultad de un material de originar una respuesta adecuada del huésped, efectuando este material una función o aplicación definida. Es biocompatible, inductor de formación de dentina reparativa, mantiene la calidad de la pulpa radicular, promueve la regeneración del tejido original, si mantiene el contacto con el tejido pulpar y periapical (Bellet y col, 2004) (Catalayud y col, 2006) (Naik y col, 2005).

Previene las microfiltraciones y forma puente dentinario (Maroto y col, 2007) (Juárez y col, 2004).

Además, Camilo y col (2006) en el artículo de revisión de los componentes y las propiedades biológicas del MTA concluyen que es biocompatible.

Los diferentes investigadores como Torabinejad y col, Koh y col, Keiser y col, Hollan y col, Pitt Ford y col, Myers y col, Sousa y col, y otros más en Maroto (2004) con diferentes técnicas como ensayos de citotoxicidad in Vitro, pruebas de implantación en animales de experimentación mediante implantación subcutánea y ósea, test de uso in vivo en animales y humano concluyen que el MTA es un producto biocompatible en su uso como material de obturación apical, material de recubrimiento pulpar directo, estimula la formación de tejido duro, deposición de cristales dentro de los túbulos dentinarios, ausencia de proceso inflamatorio o sea que el MTA ha superado las pruebas de citotoxicidad in Vitro (Maroto y col, 2004).

Reduce las infecciones bacterianas, según Torabinejad y col en Witherspoon (2006), el efecto es con algunas bacterias facultativas, pero no con bacterias que son estrictamente anaerobias.

Radiopacidad: El óxido de bismuto es el que le da las propiedades de radiopacidad, permitiendo controlarlo radiográficamente (Barzuna y col, 2006). La medida de radiopacidad del MTA es de 7.17mm, equivalente al espesor del aluminio.

Según Shah y col, y Torabinejad en Chaple (2006), el MTA tiene radiopacidad de 7.17, por lo que es más radiopaco que otros materiales de obturación apical como: IRM 5.30mm, Super EBA 5.16mm, gutapercha 6.14mm y más que la dentina que tiene una radiopacidad de 0.70mm, facilitando la distinción en las placas radiográficas.

Solubilidad: la falta de solubilidad es una particularidad ideal en un material de obturación para obtener un adecuado sellado.

Los ácidos producidos por las bacterias, los ácidos de los alimentos y bebidas, el contacto oclusal y los fluidos internos como el del tejido periapical pueden provocar solubilidad de un material dental.

Posee un excelente sellado a la microfiltración y baja solubilidad, permaneciendo estable en la cámara pulpar (Chaple y col, 2007). Adapta marginal: Un material de obturación ideal debe adaptarse a las paredes de la dentina. Los resultados indican que el MTA proporciona mejor adapte y sellado que los materiales comúnmente utilizados como retro obturadores (Cordero y col, 2001).

El MTA presenta el mejor adapte y menor brecha al compararlo con el cemento súper EBA y la amalgama, según estudios realizados por Torabinejad y col. en Maroto (2004), así como también un significativo menor grado de microfiltración (Chaple y col, 2007).

Según el estudio de Stabholz y col. (1985) en Chaple (2007), el MTA da mejor adaptación marginal y capacidad de sellado al compararlo con cinco diferentes materiales de obturación retrógrada tanto in vivo como in Vitro.

Witherspoon y col. en sus estudios (2006 y 2008), deduce que el MTA es un buen sustituto del hidróxido de calcio en

procedimientos de pulpas vitales en dientes permanentes jóvenes, estimulando la reparación de dentina y presentando una mayor capacidad de sellado.

Estudios realizados in Vitro demuestran que ápices obturados con MTA mostraron menor filtración durante el período experimental (90 días), esto debido a su naturaleza hidrofílica y poca expansión al endurecer en un ambiente húmedo (Chaple y col, 2007)

Otros estudios realizados con respecto a la obturación apical y como reparador de perforaciones de furca es considerado como un material ideal ya que se puede adherir a las paredes de la dentina (Maroto y col, 2004).

El MTA es un material prometedor para la obturación apical, reparación de perforaciones, terapia pulpar vital y la formación de la barrera apical de los dientes con pulpas necróticas y ápices abiertos (Parirokh col, 2010).

Respuesta inmunológica y celular: La interacción entre el material y la respuesta de un huésped, esta mediada por los componentes de ese material y por la capacidad de respuesta inmunológica del huésped.

Múltiples estudios histológicos realizados con MTA, por Torabinejad y col. (1995) y Koh y col. (1997) expresan que éste tiene un sustrato propicio en la activación de los osteoblastos y puede estimular la formación de fosfato de calcio, que favorece la comunicación con el contenido celular.

Además que no solo es un material de sellado que no provoca inflamación, sino que produce un sustrato biológico y biocompatible activo para la formación de tejidos duros como hueso y cemento (Maroto y col, 2004).

Los componentes solubles del MTA recién mezclados y del MTA fraguado presentan habilidad para solubilizar proteínas de la matriz de dentina que, potencialmente influyen en eventos de respuesta celular para la reparación y regeneración de dentina (Cardoso, 2010). Promueve la cicatrización tisular y no provoca inflamación de los tejidos periradiculares (Aguado y col, 2009). Por lo tanto, concluyen diferentes autores, (Abbas y col. 1995) (Koh y col. 1997, 1998) (Torabinejad y col. 1995) que el MTA desencadena una reacción del sistema inmune de defensa produciendo citoquinas, células mediadoras del sistema inmune capaces de estimular la formación de tejidos duros como hueso y cemento, al provocar a las células formadoras como son los osteoblastos y los cementoblastos.

Las citoquinas controlan muchas funciones fisiológicas como la diferenciación y maduración celular, inflamación y respuesta inmune y reparación tisular entre otras.

El MTA estimula las citoquinas que promueven la formación de tejido duro y producen interleukinas (Bellet y col, 2006) (Simancas y col, 2010). Según Diniz y col. (2009) los fibroblastos de los dientes primarios responden inmunológicamente a los diferentes materiales de recubrimiento pulpar y ayudan en el proceso de defensa pulpar, por lo que puede ser usado para

analizar el potencial inflamatorio de los diferentes materiales. Algunas células pulpares producen interleukin 1 beta (IL – 1B) e interleukin 8 (IL – 8) como respuesta a un trauma. En el caso del MTA estimula la producción de ambas citoquinas.

### **Mecanismo de acción**

El óxido de calcio del polvo del MTA, al mezclarse con agua se convierte en hidróxido de calcio que al entrar en contacto con los fluidos tisulares formará iones de calcio e hidroxilo. Los iones de calcio con el gas carbónico de los tejidos origina granulaciones cálcicas y fibronectina que permite la adhesión y diferenciación celular, formándose un puente de tejido duro (Bellet y col, 2004). Forma granulaciones cálcicas y puente de tejido duro.

### **Manipulación y preparación del MTA**

- Una vez que sea abierto el sobre del polvo, el sobrante debe guardarse en recipiente con tapa hermética y lejos de la humedad.
- Se debe preparar según indicaciones del fabricante.
- Se debe mezclar el polvo con agua estéril o solución salina, en una relación de 3:1, en loseta de vidrio o papel, con espátula de metal o plástica.
- El área donde se aplicará debe ser secada con algodón o gasa si hay exceso de humedad, el área puede tener leve humedad o sangrado.
- La mezcla debe tener una consistencia pastosa.
- Requiere de humedad para fraguar, por lo que no se debe dejar la mezcla expuesta al medio ambiente, pues se deshidrata, obteniendo una textura seca (Chaple y col, 2006).
- La mezcla se deposita en un transportador de metal o plástico (portamalgama) para llevarla a la zona o la cavidad clínica a tratar. (Bellet y col, 2004) (Catalayud, 2006).
- El material se coloca en la zona a tratar compactándolo con una torunda de algodón húmeda. Según Arens y Torabinejad en Maroto y col. (2004) en perforaciones de la furca se coloca el material con presión mínima. Para Sluyk y col. en Maroto (2004) al colocar el MTA en una perforación, éste absorbe la humedad de la zona, debe mantenerse una consistencia pastosa lo que mejora la fluidez, la humectación y adaptación a las paredes dentarias.
- Una vez colocado se pone una torunda de algodón húmeda, dejándola de uno a tres días para ayudar al fraguado.
- Sobre la torunda de algodón húmeda se coloca un material de obturación temporal, de fraguado rápido. Se deja durante tres días sin remover.
- El MTA por su composición puede provocar decoloración de la estructura dentaria, por lo que los autores recomiendan colocarlo apicalmente a la línea gingival o cresta ósea.

### **Usos o Indicaciones Clínicas**

*El MTA se utiliza como:*

- Material de obturación endodóntico desde 1998 (Chaple y col, 2006).
- Se ha aplicado en tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos (Chaple y col 2006).
- En recubrimiento pulpar directo.
- Para promover la apicogénesis.

- En casos de apicoformación o apexificaciones (Bellet y col, 2006).
- Como barrera de aislamiento para el blanqueamiento dental interno de piezas tratadas con endodoncia, colocándolo en conducto radicular, debajo del margen gingival, pues por la composición química puede provocar pigmentación (Chaple y col, 2006).
- Para sellar perforaciones de furca y radicales. Según estudio de Ford y col, (1996) el MTA sella la comunicación entre el canal y la superficie externa del diente.
- En pulpotomía de dientes temporales.
- En pulpectomías de piezas temporales cuando hay agenesia del permanente que lo sustituirá, en los casos en que los temporales sufren reabsorción se deberá extraer los restos de MTA, pues no se reabsorbe. Según Pinkham (1996) el material ideal para obtener conductos radiculares de las piezas temporales, debe reabsorberse a un ritmo similar al de las raíces de los dientes primarios.
- Como material de obturación temporal en piezas tratadas con endodoncia, pulpotomía o pulpectomía (Bellet y col, 2006).
- En obturaciones retrógradas.
- Para tratar reabsorciones internas.
- Para sellar fracturas verticales.

### **Pulpotomías en molares temporales**

El objetivo ideal del tratamiento de pulpotomías es la eliminación de la pulpa coronal afectada, de manera que los tejidos radiculares clínicamente normales puedan seguir desarrollándose de forma fisiológica (Boj y col, 2005).

La pulpotomía consiste en la extirpación de la pulpa vital inflamada de la cámara coronal y la posterior aplicación de medicamentos sobre los muñones pulpares radiculares para fijar (momificar) o estimular la reparación de lo que quede de pulpa radicular vital (Cameron y col, 1998).

El formocresol ha sido durante largo tiempo el agente estándar para las pulpotomías en dientes primarios. Este fija el tejido radicular afectado e infectado, de modo que una inflamación crónica sustituye la inflamación aguda (Bellet y col, 2006).

Según Eidelman en Bellet (2006) al comparar el MTA con el formocresol, como agente en pulpotomías de molares primarios con exposición por caries, el MTA mostró éxito clínico y radiológico muy alto.

En el Simposio de Terapia Pulpar patrocinado por la Asociación Americana de Endodoncia, entre endodoncistas y odontopediatras, acordaron que el formocresol será reemplazado como agente primario y que el MTA, es la primera elección para tomar su lugar (Seale y col, 2007).

Según los diferentes investigadores, concluyen que el MTA, podría ser un sustituto aceptable del formocresol para pulpotomías de dientes temporales, pero a la vez reconocen que son necesarios más estudios a largo plazo para confirmar los resultados (Cardoso, 2010).

### **Criterios de diagnóstico:**

- Antes de tratar una pieza dental, es necesario realizar una buena

historia médica y dental anterior, un buen diagnóstico clínico y radiográfico, para asegurarse un buen pronóstico del tratamiento a realizar, debe tomarse en cuenta:

- Debe haber ausencia de síntomas y signos clínicos adversos y prolongados.
- Exposición pulpar por caries y/o trauma.
- Ausencia de evidencias clínicas de pulpa necrótica como: fistulas, tumefacción o sensibilidad, movilidad patológica y/o hemorragia excesiva del tejido amputado.
- Ausencia de signos radiológicos: de reabsorción interna o de calcificaciones anormales del conducto, trastorno de los tejidos periradiculares y ausencia de lesiones en los dientes de reemplazo.
- Debe existir la posibilidad de restauración.

#### **Procedimiento clínico de pulpotomías con MTA:**

- Tomar radiografías periapicales y aleta del diente a tratar.
- Secar y colocar anestesia tópica.
- Anestesia local según zona a tratar.
- Aislamiento absoluto con dique de goma.
- Eliminación de caries clínica y radiográfica con fresa redonda de turbina.
- Apertura de la cámara pulpar, con fresa redonda (# 6 al # 11) con turbina de alta velocidad refrigerada por agua del equipo odontológico.
- Eliminación de techo de la cámara pulpar con una fresa redonda y movimientos de tracción, no debe quedar dentina sobresaliente en el techo de la cámara pulpar o en los cuernos pulpares.
- Extirpación de la pulpa cameral con cureta bien afilada o fresa de tungsteno redonda grande (4 ó 6) de baja velocidad hasta la entrada de los conductos radiculares. Los muñones de la pulpa a nivel de los orificios de entrada de los conductos deben ser amputados de forma que no queden restos de tejido pulpar en el piso de la cámara.
- Lavar con suero fisiológico, hasta eliminar los restos pulpares.
- Hacer hemostasia con una torunda de algodón estéril embebida en suero fisiológico durante cinco minutos, presionando hacia la entrada de los conductos.
- Colocar la mezcla de MTA con ayuda de un portamalgama.
- Adaptar el material a la cámara pulpar por presión con una torunda de algodón estéril humedecida en suero fisiológico o agua destilada.
- Una vez colocado se pone una torunda de algodón húmeda estéril, dejándola de uno a tres días para ayudar al fraguado.
- Obturar con cemento de óxido de zinc y eugenol reforzado (IRM).
- Eliminar la torunda de algodón que se había dejado.
- Restauración final del diente con corona de acero cromado.

#### **Ventajas**

- No es tóxico.
- Es biocompatible con los tejidos.
- No es mutagénico.
- Es radiopaco.
- Fácil de eliminar excedentes.
- Tiene propiedades hidrofílicas.
- Es de fácil manipulación.

#### **Desventajas**

- Necesita largo tiempo de fraguado o endurecimiento, de tres a cuatro horas.

- Tiene un alto costo.
- La literatura revisada, muestra que se han realizado pocos estudios con controles a más de tres años.
- Puede causar decoloración de la estructura dental. En el estudio realizado por Naik (2005) se presentaron mancha en 15 de las 25 piezas dentales tratadas con MTA.
- Desplazamiento dentro de la cavidad. En estudios realizados por Eidelman (2001) según Naik y col. (2005) se observó obliteración del canal pulpar.

#### **Conclusiones**

Diferentes estudios, según la revisión bibliográfica demuestran que el MTA es un material biocompatible, con excelente capacidad de sellado, fragua en presencia de humedad y promueve la regeneración tisular.

El MTA en la actualidad, es el material óptimo para el tratamiento o terapia de la pulpa vital.

El MTA forma un puente dentinario continuo en recubrimientos pulpares en dentición temporal y permanente según lo investigado. El MTA puede ser el material sustituto del formocresol, igualmente para el hidróxido de Calcio, si las investigaciones siguen mostrando resultados competentes.

Aunque se han realizado estudios in Vitro y en vivo, se necesita realizar más estudios y sobre todo con controles a más largo plazo.

#### **Bibliografía**

Aguado, J. M., De la Cruz, I., Maroto, M., Barbería, E. (2009). Posibilidades terapéuticas del agregado trióxido mineral (MTA) en Odontopediatría. *Journal of the American Dental Association*, 4(4), 185-193.

Barzuna, U. M., Mendez, C., Sanjur, Sh. (2006). La eficacia del corticoesteroide y MTA en comparación con el sulfato férrico, óxido de zinc y eugenol en pulpotomías de dientes temporales. *Asociación Costarricense Congresos Odontológicos*. 57-65 <http://www.endobarzuna.com>

Bellet, Ll. J., Villarino, F., Rivas, I, Broch, S., Sáenz, S., Martínez, P., Muñiz, C. (2004). Estudio comparativo entre MTA y sulfato férrico en pulpotomías de molares temporales: resultados preliminares. *Dentum*, 4(2), 50-54.

Bellet, Ll., Guinot, F., Arrequi, M. (2006). Aplicaciones clínicas del MTA en Odontopediatría. *Dentum*, 6(3), 96-102.

Boj, J. R., Catala, M., García, B. C., Mendoza, A., (2004). Diagnóstico y tratamiento pulpar en dentición temporal. *Odontopediatría*. (173-183). Barcelona: Editorial Mason.

Cameron, A., Widmer, R. (1998). Tratamiento pulpar para dientes primarios y permanentes jóvenes. *Manual de Odontología Pediátrica*. (83-94). Madrid: Editorial Harcourt Brace Publishers International.

Cardoso, S.C. (2010) Tesis doctoral: Estudio clínico del Agregado Trióxido Mineral en pulpotomía de molares temporales. Comparación de resultados con MTA gris y MTA blanco. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Odontología.

Chaple, G.A.M., Herrero, H. L. (2007). Generalidades del agregado de trióxido mineral (MTA) y su aplicación en odontología. *Acta Odontológica Venezolana*, 45(3). <http://www.imbiomed.com.mx>

Catalayud, J., Casado, I., Alvarez, C. (2006). Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de las técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. *Avances en Odontoestomatología*, 22(4), 229-239.

Diniz, F. D. C., Goncalves, B. D., Neves, C. B. (2009). Cytokine production from human primary teeth pulp fibroblasts stimulated by different pulpotomy agents. *Journal of Dentistry for Children*, 76. <http://www.scielo.org.ve>

Fischer, E.J., Arens, D.E. & Miller, C.H. (1998). Bacterial leakage of Mineral Trióxido aggregate as compared with zinc – free- amalgam intermediate restorative material, and Super Eba as a root end filling material. *Journal of Endodontic*. 2(3), 176-9.

Ford, T. R. P., Torabinejad, M., Abedi, H. R., Bakland, L. K. & Kariyawasam, S. P. (1996). Using mineral trioxide aggregate as a pulp- capping material. *Journal of the American Dental Association*, 127, 1491-1494.

Juárez, B. N., Antunes, B. E., Monteiro, B. C., Bernardinelli, N. & Gómez de Moraes, J., Brandao, G. R. (2004). Evaluación de la capacidad selladora del agregado trióxido mineral blanco de dos marcas comerciales y cemento Portland blanco en obturación retrógrada. *Med Oral*, 6(2), 41-46. [http:// www.imbiomed.com.mx](http://www.imbiomed.com.mx)

Maroto, E. M., Barbería, L. E. & Planells del Pozo, P. (2004). Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales: estudio piloto a 15 meses. *RCOE*; 9(1), 41-93.

Maroto, E. M., Barbería, L. E., González, V.V. & Salazar, V. L. (2007). Contrastada experiencia clínica a largo plazo en el uso del agregado trióxido mineral en pulpotomías de dientes temporales. *Gaceta dental: Industria y profesiones*, 177, 76-89.

Miñana, G. M., (2002). El agregado de trióxido mineral (MTA) en endodoncia. *RCOE*. 7(3), 283-289.

Naik, S. & Hedge, A.H., (2005). Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: An in vivo study. *Journal Indian Society of Pedodontics & Preventive Dentistry*, 23(1), 13-6.

Parirokh, M., Torabinejad, M. (2010). Agregado Trióxido Mineral. Una revisión bibliográfica completa. Parte III: Implicaciones clínicas, desventajas y mecanismos de acción. *Journal of the American Dental Association*. 36.

Pinkham, J. R. (1996). Tratamiento pulpar para la dentición primaria. *Odontología Pediátrica*. 2º Edición. (339-345). México: Mc Graw Hill.

Seale, N. S. & Glikman, G. N. (2008). Perspectivas contemporáneas de la terapia pulpar vital: vistas desde endodoncistas y odontopediatras. *Pediatric Dent*, 3.

Simancas, P. M. A., Diaz, C. A, J. & Luna, R. L. M., (2010). Mineral trioxide aggregate in primary teeth pulpotomy. A systematic literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 15(6), 942-946.

Torabinejad, M., Watson, T.F. & Pett, F.T.R. (1993). Sealeng ability of Mineral Trioxide aggregate when used as a root – end filling material. *Journal of Endodontics*. 19(12) 591-5.

Torabinejad, M., Hega, R.K., Kendry, D.J. & Pitt, F.T.R. (1994). Dyeleakage of four root end- fillig materials; effects of blood contamination. *Journal of Endodontics*. 20(4), 159-63.

Torabinejad, M., Hong, C. & Pett, F.T.R. (1995). Phisical properties of a new rootend filling material. *Journal Endodon*. 21: 349-53.

Witherspoon, D. E., Small, J. C., Harres, G. Z. (2006). Mineral trioxide aggregate pulpotomies. A case series outcomes assessment. *Journal of the American Dental Association*, 137(5), 610-618.

Witerspoon, D. E. (2008). Vital Pulp Therapy with new materials: new directions and treatments, perspectives permanent teeth. *Journal of Endodontic*. 34, 25-28.