

# Tratamiento pulpar en la apexificación del diente inmaduro mediante agregado de trióxido mineral

Treatment of the pulp of the immature tooth apexification with Mineral Trioxide Aggregate

**Victor Velásquez Reyes,<sup>1</sup> María Álvarez Páucar.<sup>1</sup>**

Departamento Académico de Estomatología  
Pediátrica

Correspondencia:

Victor Velásquez Reyes

Facultad de Odontología, UNMSM. Av.  
Germán Amézcaga s/n, Lima 1. Perú.

Teléfono: 999177282

Correo electrónico: v.velasquez.r@gmail.com

## Resumen

Este artículo revisa las publicaciones sobre el Agregado Trióxido Mineral (MTA) para el uso y aplicación en los tratamientos pulpares de los dientes permanentes jóvenes (ápices inmaduros), como la apexificación. Inicialmente el cemento de MTA fue empleado para resolver complicaciones de perforaciones radiculares, así como obturaciones retrógradas, además de poseer características que lo diferencian del cemento Portland. En la elección del tipo de tratamiento de lesiones pulpares de dientes vitales y no vitales, se revisa el proceso de rizogénesis desde el punto de vista embriológico, los diferentes estadios de desarrollo radicular y apical del diente inmaduro, comparándolo con la clasificación de calcificación del estadio de Nolla. Por lo que, la apexificación es una alternativa de tratamiento muy usada para la pulpa no vital, siendo el Hidróxido de calcio y el MTA los materiales comúnmente usados y que posteriormente, cuando exista formación del nuevo tejido para el cierre apical, se ejecutará el tratamiento de endodoncia convencional con gutapercha.

**Palabras clave:** Apexificación. Diente inmaduro. Agregado de trióxido mineral (MTA).

## Abstract

This article reviews main publications about Mineral Trioxide Aggregate (MTA) for its use and application in dental pulp treatments for young permanent teeth (immature apices) such as apexification. First, MTA cement was used to resolve a complication of root perforations, as well as retrograde fillings. Besides, it has features that differentiate it from Portland cement. For choosing treatment for pulpal injury in non-vital and vital teeth, we review root formation process from embryological point of view, different stages of root and apical development the immature tooth, comparing them to Nolla's stage classification of calcification. Therefore, apexification is a widely used alternative treatment for non-vital pulp, being calcium hydroxide and MTA materials the most common election. Afterwards, when there is formation of new tissue for apical closure, conventional root canal treatment will be performed.

**Key words:** Apexification, immature tooth, Mineral Trioxide Aggregate (MTA).

## Introducción

El diente permanente recién erupcionado, lo hace con una formación radicular incompleta (ápice abierto) y se le denomina diente inmaduro o permanente joven. La pulpa dental, es necesaria para la formación de dentina y al instalarse una patología pulpar, conlleva a la interrupción de la formación normal de la raíz, desarrollándose paredes delgadas y propensas a la fractura. Por lo tanto, se debe mantener la vitalidad pulpar y lograr su desarrollo radicular completo (apexogénesis), pero cuando el tejido pulpar sufre un proceso degenerativo o necrosis, el tratamiento de elección, es la inducción del cierre apical (apexificación).<sup>1-6</sup>

El Agregado Trióxido Mineral (MTA), es un material cuyas características principales son: Biocompatibilidad, baja solubilidad, radiopacidad mayor que la dentina, buen sellado a la

microfiltración y buena adaptación marginal.<sup>2,4,7,8</sup> Las propiedades del MTA se han valorado in vitro e in vivo, pero aún no existen investigaciones a largo plazo; a corto plazo este material resulta muy prometedor para determinadas indicaciones.<sup>1,4,7,9,11</sup> Por lo cual, el presente trabajo tiene como objetivo, brindar conocimientos actualizados al odontólogo de práctica general, en el uso del agregado trióxido mineral (MTA), para el tratamiento pulpar de dientes permanentes con ápice inmaduro.

## Material y métodos

Para la realización del presente trabajo, se revisó, analizó y sintetizó el material proveniente de la búsqueda bibliográfica, odontología basada en evidencia, de los últimos 15 años, utilizando buscadores Pub Med, Medline y Lilacs, los artículos seleccionados, fueron en idioma inglés, español y portugués. Mientras que la búsqueda

manual de los textos proceden de los últimos 16 años, en español. Se incluyeron estudios prospectivos, longitudinales y de experimentación entre ellas (tesis, journals, revistas) además de manuales y monografías universitarias, totalizando 19 publicaciones: 17 artículos, del período 1995- 2007 y revisión de 3 textos, del período 1992-2003. Las presentes publicaciones contaron con el registro ISSN.

## Cemento de MTA (agregado Trióxido Mineral)

El MTA, es un polvo de partículas finas hidrofílicas, que endurecen en presencia de humedad, el resultado es un gel coloidal que solidifica en una estructura dura en menos de 4 horas.<sup>4</sup> Las características apropiadas del agregado, dependen del tamaño de las partículas, la proporción polvo-agua, temperatura, presencia de humedad y aire comprimido.<sup>2</sup>

Torabinejad,<sup>8</sup> estudia su composición una vez fraguado, empleando espectrometría de dispersión de rayos X, en combinación con un microscopio electrónico de barrido; distinguiendo dos fases: una con apariencia de cristales discretos, fundamentalmente formada por óxido de calcio y otra con apariencia amorfa sin cristales con aspecto granular y formada básicamente por fosfato de calcio. La composición media de los prismas es, 87 % calcio y 2,47 % sílice (SiO<sub>2</sub>) y en las áreas de estructura amorfa, 33% calcio; 49 % fosfato; 2 % carbono; 3 % cloruro; 6 % sílice.<sup>2</sup> Otro estudio por García Barbero, utilizando equipo similar al anterior, pero con microscopio electrónico de transmisión identifica al óxido de bismuto (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Silicato tricálcico (Ca<sub>3</sub>SiO<sub>3</sub>), Silicato bicálcico (Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), Ferrito-aluminato tetracálcico (Ca<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>10</sub>), Aluminato tricálcico (Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), elementos que pertenecen al cemento tipo Portland, a excepción del óxido de bismuto.<sup>2</sup> Además el MTA, puede provocar decoloración en la estructura dental.<sup>12</sup>

Los iones calcio y fósforo son los principales componentes de los tejidos dentales y a la vez son los iones principales que libera el MTA. El óxido de calcio del MTA con el agua se convierte en hidróxido de calcio, éste a su vez en contacto con los fluidos tisulares se disocia en iones de calcio y en hidroxilo, el pH tisular local se eleva debido a la solución saturada de iones de hidroxilo. Para reequilibrar el pH, el dióxido de carbono, los iones de bicarbonato, el ácido carbónico presentes en el medio tisular reaccionan con los iones de hidroxilo aumentando la concentración de iones de carbonato, estos a su vez reaccionan con los iones de calcio en solución, formando en el tejido granulación carbonato de calcio bajo la forma de calcita. La fibronectina (fn) de los tejidos presenta gran afinidad por estas granulaciones, que se manifiestan por su alta concentración alrededor de los cristales de calcita. Los fibroblastos, los macrófagos y las células endoteliales producen fn, ésta pertenece al grupo de moléculas de adhesión de sustrato. Por lo tanto, la fn sería la responsable por la migración, adhesión de células pulpares y periodontales que sintetizan y depositan colágeno formando una matriz orgánica extracelular e inducen la diferenciación de las células pulpares en odontoblastos y las células del periodonto en cementoblastos, formando un puente de tejido duro.<sup>12</sup>

### Formación de la raíz

La dentina está compuesta por células pulpares y el cemento por células del ligamento periodontal. En la formación radicular, la vaina epitelial de Hertwig, que es una estructura que resulta de la fusión del epitelio interno y externo del órgano del esmalte en el asa cervical o borde genético, desempeña un papel fundamental como inductora y modeladora de la raíz del diente. Ésta, prolifera en profundidad e induce a la papila para que se diferencien en la superficie los odontoblastos radiculares y en el lado de la membrana periodontal, las células del folículo dental son inducidas y diferenciadas para convertirse en células de la membrana periodontal (cementoblastos, fibroblastos y osteoblastos).<sup>13</sup>



Fig. 1. Invaginación de la papila dentaria.

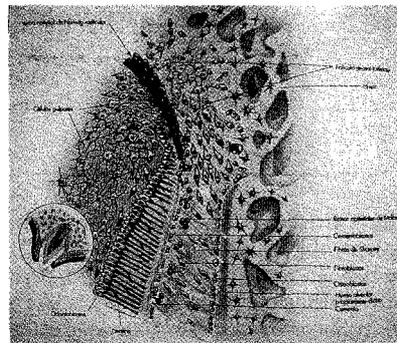
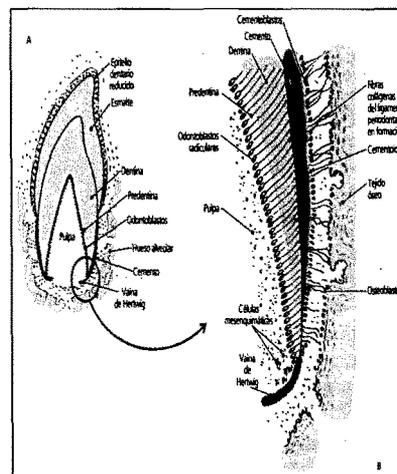


Fig. 2. Vista de un ápice inmaduro y del periodonto.



### Clasificación del desarrollo radicular y apical

Patterson en 1958 publicó una clasificación muy didáctica de los dientes permanentes según su desarrollo radicular y apical dividiéndolos en cinco grados:<sup>14</sup>

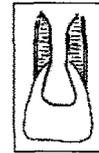


Fig. 3. Raíz 2/3

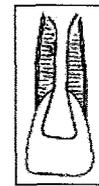


Fig. 4. Raíz 2/3

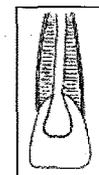


Fig. 5. Raíz 3/4

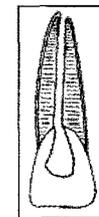


Fig. 6. Raíz Completa

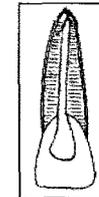


Fig. 7. Raíz Con cierre especial

**Grado 1.-** Desarrollo parcial de la raíz con lúmen apical mayor que el diámetro del conducto. Desarrollo radicular hasta la mitad de su longitud total. Ápice abierto en embudo. Transición hacia el estadio 8.

**Grado 2.-** Desarrollo casi completo de la raíz. Con lumen apical mayor que el conducto. Desarrollo radicular de 2/3 de su longitud y ápice de paredes divergentes. El conducto radicular tiene la forma de trombón o trabuco (Estadio 8 de Nolla).

**Grado 3.-** Desarrollo completo de la raíz con lúmen apical de igual diámetro que del conducto. Desarrollo radicular de 3/4 de su longitud. Ápice de paredes paralelas. Transición hacia el estadio 9.

**Grado 4.-** Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el del conducto. Desarrollo radicular completo. Ápice abierto. El conducto tiene la forma cilíndrica. (Estadio 9).

**Grado 5.-** Desarrollo completo de la raíz con tamaño microscópico apical. El conducto presenta la forma cónica de la pieza adulta. Después de Raíz con 3 años, se forma la unión cemento dentinaria cierre apical (Estadio 10).

Las figs. fueron tomadas de Discacciati.<sup>14</sup>

### Patología pulpar y periapical del diente incompletamente formado

La caries dental, el traumatismo o el mal empleo de alguna sustancia química, son causas frecuentes de lesión pulpar. Simón y col. define a la lesión

pulpar reversible como la primera respuesta inflamatoria con capacidad reparativa, frente a diversos irritantes. Si la pulpa inflamada, reacciona frente a los estímulos térmicos, habitualmente el frío, con una respuesta de hipersensibilidad rápida, que cesa tan pronto desaparece el estímulo, es aguda; si la lesión es de predominio crónico y la inflamación se circunscribe a la base de los túbulos afectados, si el irritante es eliminado o se evita nuevas agresiones mediante el sellado de los túbulos dentinarios, ésta recupera un estado asintomático. Por el contrario si la inflamación persiste, los síntomas se pueden prolongar por tiempo indefinido, hacerse más extensa y conducir a la pulpitis irreversible, que es la inflamación pulpar sin capacidad de recuperación, a pesar de que cesen los estímulos provocados, la pulpa no cicatrizará y poco a poco degenerará en una necrosis,<sup>7,15</sup> originando problemas especiales como detención del crecimiento longitudinal de la raíz,

por lo que ocasiona una mala relación corona-raíz.<sup>15</sup>

La necrosis pulpar es la descomposición, séptica o no, del tejido conjuntivo pulpar que cursa con la destrucción del sistema microvascular y linfático de las células y, en última instancia de las fibras nerviosas. La inflamación perirradicular, tal vez no se desarrolle, sino hasta que la pulpa este casi completamente necrótica, a veces, hay pulpa vital inflamada y pulpa radicular histológicamente normal pero con signos radiográficos de inflamación perirradicular; sin embargo, aunque no se ha demostrado experimentalmente, los factores irritantes deben difundirse desde los tejidos coronales, pasar a través de la pulpa radicular y desencadenar una respuesta inflamatoria perirradicular con resorción reactiva. Esta entidad clínica suele observarse en niños, adolescentes o adultos jóvenes y pueden plantear problemas en el diagnóstico.<sup>7</sup>

ducto puede ayudar secundariamente a la formación de neocemento.<sup>17</sup>

Tittle y col.(1996), estudió la efectividad del MTA, como barrera de obturación apical, con capacidad para estimular el cierre apical de tres factores de crecimiento óseo, concluyendo que los factores de crecimientos óseos juegan un papel importante en la formación y resorción ósea, pero sus efectos en un área inflamada son escasamente conocidos, mientras donde se utilizó MTA las lesiones eran significativamente más pequeñas, por lo que, se puede utilizar en una sola sesión en dientes con ápice abierto ;además de inducir la formación de una barrera calcificada, puede reducir el tiempo del tratamiento considerablemente.<sup>12</sup> Sin embargo, Banchs y Trope, aplicaron una nueva alternativa para la revascularización de dientes permanentes inmaduros con periodontitis apical, ellos realizaron la desinfección del conducto sin instrumentación mecánica solo con una irrigación copiosa y la combinación de tres antibióticos; después de que el protocolo de desinfección es completado, el ápice es irritado mecánicamente para iniciar un sangramiento en el conducto radicular y producir un coágulo de sangre al nivel de la unión cemento-esmalte, el cual actúa como una matriz de crecimiento de un nuevo tejido dentro del espacio pulpar similar a la pulpa necrótica después de un traumatismo o injuria. Luego se realiza un sellado profundo del acceso coronario con Cavit® (ESPE, seefeld, Germany) y MTA.<sup>12</sup>

Hong y col. (1995), evidenció el efecto antibacteriano del MTA, sobre algunas bacterias, luego se comprobó, que posee un mayor efecto sobre *Lactobacillus sp*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans*, y *Streptococcus salivarius* y un menor efecto antibacteriano en *Streptococcus faecalis*,<sup>18</sup> corroborando lo estudiado, por Al-Kahtani y col., donde evaluaron la capacidad de sellado del MTA, in vitro, en diferentes espesores colocados en dientes como retro obturación, demostrando que el espesor ideal fue de 5mm debido a que se evitó completamente la filtración bacteriana.<sup>12</sup> Asimismo, Shabahang y col., compararon la eficacia de la proteína osteogénica (Op-1), el MTA y el Hidróxido de calcio, cuando son utilizados para promover la formación de tejido duro e inducir el cierre apical de dientes con ápice inmaduros de perros. Después de 12 semanas según el examen histológico de las muestras

#### Terapia pulpar en dientes con ápices inmaduros<sup>16</sup>

**Terapia en Pulpas Vitales**  
- Apicoformación

**Terapia en Pulpas No Vitales**  
- Apicoformación

- Recubrimiento Pulpar Indirecto  
- Recubrimiento Pulpar Directo  
- Pulpotomía

#### Procedimiento clínico de la Apicoformación (Apexificación) utilizando MTA

El procedimiento clínico recomendado por Torabinejad y Chivian,<sup>6</sup> es el siguiente:

En la primera cita después de anestesiar, aislar con dique de goma, y preparar un acceso adecuado, el o los conductos radiculares se deben desinfectar, utilizando instrumentos e irrigación con cloruro de sodio o con clorhexidina, para luego colocar el hidróxido de calcio como medicamento intraconducto durante 7 a 14 días. En la segunda cita eliminamos el hidróxido de calcio con irrigación profusa en el conducto radicular y se seca con puntas de papel absorbente, luego se prepara la mezcla del polvo del MTA con agua estéril y se transporta al conducto con un porta amalgama grande o messing gun y se condensa suavemente con condensadores o puntas de papel creando un tapón apical de MTA de 3 a 4 mm y se comprueba su extensión radiográficamente. Si la obturación de la barrera apical falla en el primer intento, lavar

el MTA con agua estéril y repetir el procedimiento. Si ésta barrera apical ya es apropiada se coloca una torunda de algodón húmeda en el conducto y cerrar el acceso preparado de la cavidad con un material de restauración temporal. En la tercera cita se retira el material temporal o provisional por lo menos de 3 a 4 horas después. Obturar el resto del conducto con gutapercha o con resina en dientes con paredes delgadas, como está indicado y sellar la cavidad de acceso con una restauración definitiva. Evaluar y valorar la cicatrización perirradicular clínica y radiográficamente.<sup>1,4,6</sup>

#### Discusión

En los 60', Cooke y col., comprobaron que los ápices inmaduros de dientes con pulpa necrótica podrían continuar su desarrollo después de colocar una cura temporal de una pasta de óxido de zinc y eugenol. Otros autores, sugieren que las enzimas del tejido de granulación promueven la calcificación del conducto con la previa eliminación de los irritantes presentes, a pesar de una infección apical, la invaginación periodontal dentro del con-

tratadas con MTA demostraron que 13 de 14 (93% raíces tratadas con éste material tenían un cierre apical con la formación de una barrera calcificada en las secciones estudiadas; por el contrario, sólo 5 (38,5%) de 13 raíces tratadas con hidróxido de calcio y OP-1 exhibieron un cierre apical. Sin embargo, las raíces tratadas con MTA y OP-1 indujeron un área de formación de tejido duro que fue una ventaja en ambos sobre los dientes tratados con hidróxido de calcio<sup>19</sup>.

## Conclusiones

Los efectos del MTA en áreas inflamadas son escasamente conocidas, donde se utilizó MTA, las lesiones eran significativamente más pequeñas, por lo que, se puede utilizar como material de obturación en una sola sesión. Mientras que los factores de crecimiento juegan un papel importante en la formación y resorción del tejido óseo.

A diferencia de las técnicas convencionales de apicoformación, el uso de MTA busca crear una barrera rígida contra la que se pueda compactar el material de obturación sin tener que esperar la formación de la barrera de osteocemento y a su vez induce la formación de dicha barrera después de finalizado el procedimiento.

A corto plazo, este material resulta muy prometedor, es un material biocompatible, adecuada capacidad de sellado, baja solubilidad, efectos antimicrobianos, induce la formación de tejido duro y facilita la regeneración del ligamento periodontal. Mientras que, a largo plazo este procedimiento puede fracasar al fallar el tratamiento restaurador, por lo tanto, las evaluaciones periódicas son cada 3 meses. Es por ello que algunos autores recomiendan técnicas de refuerzo intracoronario radicular con resinas adhesivas de última generación con la finalidad de aumentar criterios de resistencias en la reconstrucción de estos dientes,

tal es el caso de espigas de plásticos transparentes denominadas Luminex (denta USA, Nueva York, NY) que al permitir la transmisión de la luz a través del conducto radicular se consigue el curado de toda la resina.

## Referencias bibliográficas

1. Guerrero FJ. Retratamiento de pieza con foramen inmaduro, uso del mineral trióxido agregado para realización de apicoformación en tres citas. Revista Científica Fórmula Odontológica 2005; Vol 3 N° 2 Nov. Disponible en: <http://www.ecuaodontologos.com/revistaorybg/vol3num2/indexa.html>.
2. Gancedo CL. Influencia de la humedad y el tiempo de fraguado sobre la resistencia al desplazamiento de las obturaciones de Agregado Trióxido Mineral. (tesis para optar el Grado de Doctor). Madrid. 2005.
3. Ballet LJ, et al. Aplicaciones clínicas del MTA en odontopediatría. DENTUM 2006;6(3):96-102.
4. Cristóbal CB, Miñana GM et al. Apexificación con hidróxido de calcio vs tapón apical de MTA. Gaceta dental: Industria y profesiones. N° 159, 2005: 58-79.
5. Leonardo MR et al. Calcium hydroxide root canal - Histopathologic evaluation of apical and periapical repair after endodontic treatment. J Endod, 1997; 23: 428.
6. Torabinejad M et al. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endodon 1999;25:197-206.
7. Rojas ME. "Terapias endodónticas empleadas en dientes incompletamente formados realizada en el postgrado de endodoncia de la U. Central de Venezuela En 2002 - Ab 2005" <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado46.htm>.
8. Torabinejad M et al. Physical and chemical properties of a new root end filling material. J. Endod. 1995, 21:349-53.
9. Miñana-Gómez M. El MTA en Endodoncia. RCOE 2002;7(3):283-289.

10. Barzuna UM, et al. Hidroxido de Calcio vs Mineral Trióxido Agregado en Casos de Apicoformación. Disponible en: <http://www.dentalesaccocr.com/es/revistas/2003/art007/hoja001.html>.

11. Fuentes J et al. Utilización del compuesto MTA en perforaciones radiculares sin acción quirúrgica. Int. J. Odontostomat., 1(2):161-164, 2007.
12. Villa MP et al. MTA: Mineral Trióxido Agregado Revisión Breve (monografía). Disponible en: [http://tikuna.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSistemaDeBibliotecas/ElementosdeDiseno/Documentos/Documentos/Mineral\\_Trioxido\\_Agregado.pdf](http://tikuna.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSistemaDeBibliotecas/ElementosdeDiseno/Documentos/Documentos/Mineral_Trioxido_Agregado.pdf).
13. Mitsuhiro T, Amagun A. Plan de Tratamiento para dientes traumatizados. Caracas: Ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A. 2001: 9-20.
14. Discacciati DS. Manual de terapia pulpar en dientes permanentes jóvenes. Cátedra de Odontopediatría de la Universidad Nacional del Noreste, pag: 1-24. <http://odn.unne.edu.ar/venes/permanentes.pdf>.
15. Ingle BL, editores. Endodoncia. México. McGraw-Hill Interamericana, 2003.
16. PRECONC. Programa de Educación Continua Odontológica No Convencional. Módulo 2: Tratamientos Pulpares. 2da edic. EUA: OPS; 1993.
17. Lasala A. Endodoncia. 4ta Edición. Editorial Salvat. 1992.
18. Di Giuseppe EE. Aplicación Clínica del Agregado Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia. Carlos Bóveda Z. Odontólogo invitado N° 7 (Julio 2000) Disponible en: <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado7.htm>.
19. Shabahang, S.; Torabinejad, M.; Boyne, P.; Abedi, H.; McMillan, P. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. J. Endod., 1999 25(1):1-5.

Fecha de recepción: 15 abril 2009

Fecha de aceptación: 10 julio 2009