

# Utilización del MTA en el tratamiento de situaciones complejas de inmadurez radicular

C. BORRÁS AVIÑÓ, M. CATALÁ PIZARRO, F. ESTRELA SANCHÍS

*Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Valencia*

## RESUMEN

En los incisivos permanentes inmaduros que han perdido la vitalidad como consecuencia de un traumatismo, el tratamiento clásicamente recomendado es la apexificación seguida de obturación convencional con gutapercha.

Esta situación se complica cuando los dientes sufren además un serio compromiso de su integridad radicular.

Se presentan tres casos en los que se llevó a cabo el relleno completo del canal radicular con MTA con la confianza de que este nuevo enfoque de tratamiento podría aumentar la resistencia del diente a la fractura y permitiría al paciente conservar la estética y la función por más tiempo que con otras opciones ya conocidas.

**PALABRAS CLAVE:** Agregado de trióxido mineral. Diente inmaduro. Trauma dental. Apexificación. Reabsorción radicular.

## ABSTRACT

Conventional obturation of the root canal with gutta-percha, following apexification, is the classical approach advocated for immature teeth which develops necrosis as a result of trauma.

The most challenging is the immature incisor with the structural root integrity seriously damaged.

Three cases in which MTA has been used for complete endodontic obturation are reported, considering this novel management of such situations, could increase the root fracture resistance allowing the patient to maintain esthetics and function longer than with other options.

**KEY WORDS:** Mineral trioxide aggregate. Immature tooth. Dental trauma. Apexification. Radicular resorption.

## INTRODUCCIÓN

La prevalencia de los traumatismos dentales en la edad pediátrica es variable según distintos autores y estudios, sin embargo la información disponible induce a pensar que, como término medio, un 25% de los niños o adolescentes sufre algún tipo de traumatismo dental de mayor o menor intensidad a lo largo de esta etapa (1-5).

Las consecuencias de estos traumatismos oscilan desde la simple lesión de partes blandas en labio o encía, a las fracturas de distinto nivel tanto óseas como coronales, radiculares o combinaciones de ellas. Cuando la estructura dentaria resiste la energía del traumatismo es el diente el que se desplaza en su alveolo con movimientos que varían desde la subluxación o luxación en cualquier dirección del espacio (laterales,

posteriores, intrusivas,...) a la situación dentaria más dramática como es la avulsión (2-15).

Los juegos, las actividades deportivas, accidentes de tráfico, peleas y los cada vez más denunciados malos tratos son algunas de las causas más frecuentes de traumatismos dentales con distintos picos de incidencia a lo largo de la edad pediátrica. Entre los 7 y los 9 años de edad se produce uno de estos picos de incidencia, afectándose fundamentalmente los incisivos superiores que suelen estar recién erupcionados y aún no han completado su desarrollo radicular (1-5). Es lo que se denomina *diente permanente joven* (DPJ) o con *ápice inmaduro* (16).

El objetivo de este trabajo es presentar una alternativa para prolongar la viabilidad de incisivos permanentes jóvenes que han sufrido las consecuencias de un daño traumático en situación compleja de inmadurez radicular.

## REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

El DPJ es un diente con las raíces aún cortas, con una relación corono-radicular próxima al 1:1, paredes muy delgadas que delimitan un conducto radicular muy ancho con una mayor abertura apical que coronal. El ligamento periodontal se muestra más ancho y laxo que en el adulto, lo que le confiere mayor facilidad para los desplazamientos. Por otro lado, el ápice abierto permite un mayor aporte vascular y capacidad de respuesta ante ciertos estímulos (3,4,16,17).

Cuando un traumatismo severo afecta un diente con ápice inmaduro, puede provocar una afectación pulpar que exceda su capacidad reparativa, dando lugar a una degeneración necrótica pulpar y al cese del aporte vascular y de la actividad de las células odontoblasticas. Ello ocasiona, como mínimo, la detención de la rizogénesis fisiológica y, en ocasiones, bien la anquilosis por calcificación del ligamento periodontal, bien la activación de las células clásticas ocasionando reabsorción externa y/o interna (3,4,18-20).

El tratamiento convencional de este tipo de situaciones se basa en la utilización del hidróxido de calcio para intentar frenar estos procesos patológicos e inducir la maduración radicular (21-24). Para ello se limpia y se desbrida el conducto necrótico, instrumentándolo moderadamente con limas K de grueso calibre, alternando con irrigación mediante hipoclorito sódico (NaOCl) diluido en concentración al 2,5%. Seguidamente se introduce una pasta de hidróxido de calcio que, renovada periódicamente o no, se deja en el interior del conducto por un periodo de entre 12 y 24 meses buscando la creación de una barrera cálcica apical.

Esta pasta acuosa de hidróxido de calcio tiene propiedades antibacterianas y bioestimulantes sobre células odontoblasticas, pero es soluble en líquidos orgánicos, por lo que carece de capacidad de sellado (21). Es por esto que, una vez conseguida la barrera apical, se debe rellenar el conducto con gutapercha y cemento para intentar sellarlo en toda su extensión y así evitar filtraciones apicales o coronales.

Este enfoque de tratamiento implica que, mientras se mantiene el hidróxido de calcio en el conducto, se consigue un efecto biológico positivo sobre gérmenes y células radicales y perirradicales, pero sin capacidad de sellado ni beneficio mecánico, ya que no se aporta resistencia a la estructura dentaria. Por el contrario, cuando se obtura con gutapercha, se incorpora capacidad de sellado y una cierta consistencia, pero se dejan atrás muchas de las propiedades biológicas, bactericidas y bioestimulantes que provee el hidróxido de calcio, de las que carecen tanto la gutapercha como el cemento.

Además, la técnica descrita se desarrolla a lo largo de dos o más años en los que se requieren múltiples visitas, lo cual supone un costo en lo económico y en tiempo por parte del clínico, el niño y los padres.

A principios de la década de los 90, Mahmoud Torabinejad introduce un nuevo material aplicado a la odontología con la función de sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos radicular y la cavidad bucal o los tejidos perirradicales. Es el *agregado mineral trióxido (ProRoot MTA, Densply, Tulsa, Okla)* (25-28).

Entre los procedimientos clínicos para los cuales se ha descrito el MTA como un buen material a aplicar, están el recubrimiento pulpar directo, pulpotomías, apexificación, la reparación de perforaciones radicales y la obturación retrógrada (29-36).

El MTA es un derivado del cemento Portland (37), que se presenta en forma de polvo de finas partículas hidrofílicas. Tras mezclarlo con agua estéril en una proporción de 3:1, forman un gel coloidal, con un pH de 10,2 que se estabiliza en 12,5 al completar el fraguado. Una vez situado en el lugar a tratar, solidifica en unas 3 h, viéndose favorecido el fraguado por la presencia de humedad (38). Este tiempo de endurecimiento relativamente largo contribuye a proporcionar al MTA una buena estabilidad dimensional y por ello una buena capacidad de sellado de los orificios que pretendemos obturar (39-43).

Una vez ha concluido su fraguado completo, el MTA resulta insoluble en agua o líquidos orgánicos, por lo que cabe considerarlo como material de obturación permanente (29-36).

El MTA tiene nulo o mínimo efecto antibacteriano sobre aerobios y anaerobios estrictos, aunque sí presenta algún efecto antimicrobiano sobre anaerobios facultativos. En los cultivos bacterianos, el MTA determina una zona de difusión del crecimiento de estas bacterias alrededor de la muestra (37,44,45).

En el contacto con los tejidos orgánicos demuestra una gran biocompatibilidad, provocando una mínima reacción inflamatoria, permitiendo el crecimiento celular y formación de tejido duro, facilitando la regeneración del ligamento periodontal (46-55). Al igual que el IRM y el Super-EBA, no presenta potencial mutagénico celular (56).

Tiene además una resistencia a la compresión en torno a los 70 megapascales, muy similar a la del IRM y el SuperEBA, aunque significativamente menor que los 300 Mpa que tiene la amalgama de plata (29).

Por la presencia de sulfato de bario en su composición, se muestra radiopaco, lo cual permite realizar un buen control en el momento de su colocación y un seguimiento de su estabilidad a lo largo del tiempo (28-30).

Las técnicas de utilización hasta ahora descritas recomiendan la aplicación de una reducida cantidad de MTA de 1 a 4 mm según la situación a abordar, buscando fundamentalmente su gran capacidad de sellado y su biocompatibilidad (29-36).

Sin embargo, en los casos que se presentan además estas propiedades, se ha recurrido a la resistencia a la compresión como una cualidad importante que apoyaría la utilización del MTA en determinadas situaciones de deterioro radicular severo en un diente inmaduro, rellenando con él la mayor parte del conducto y considerando que, además de sus propiedades biológicas, el MTA pudiera aportar resistencia y cohesión a la raíz tratada.

En esta línea de estudio, otros trabajos recién publicados también sugieren el beneficio que el MTA puede suponer en el refuerzo de dientes con estructura dental remanente debilitada, bien por inmadurez (57) o por reiterados tratamientos endodónticos (58).

## CASOS CLÍNICOS

### CASO 1 (Fig. 1)

Paciente de 8 años de edad que sufre una avulsión traumática de los incisivos centrales superiores. Los dientes fueron transportados en medio seco, transcurriendo más de una hora hasta su llegada a una consulta dental en la que le fueron reimplantados. Se realizó retención mediante ferulización semirrígida con alambre trenzado y composite, pero no se efectuó ningún tipo de tratamiento pulpar complementario.

Quince días después acude a nuestra consulta. A la exploración clínica, los dientes presentaban una pequeña movilidad y en la exploración radiológica se observó cómo ambos incisivos mostraban un cierto grado de inmadurez radicular. Se inicia tratamiento de conductos, realizando la limpieza mecánica de los mismos con limas K gruesas e irrigación con hipoclorito diluido, para posteriormente secar con puntas de

papel e introducir una pasta de hidróxido de calcio que se refresca periódicamente a lo largo de 20 meses. Pese a ello, en los controles radiográficos se evidencia reabsorción externa e interna de ambos dientes. Paralelamente se crea una barrera cálcica entre los tercios medio y apical que, en sucesivas sesiones de tratamiento, nos parece temerario intentar superar.

Dado que la reabsorción afecta principalmente a la porción apical radicular, en segmentos radiculares posteriores al tope creado decidimos rellenar la parte conservada del conducto con MTA. En este caso la barrera cálcica nos permitió una buena condensación del mismo, lo que presupone una mejora de sus propiedades físicas en cuanto a resistencia a la compresión.

Cuatro meses después, ha remitido la sintomatología y la reabsorción parece estabilizada.

En una revisión a los catorce meses del relleno con MTA se confirma, clínica y radiológicamente, la estabilización del fenómeno reabsortivo y ambos dientes se

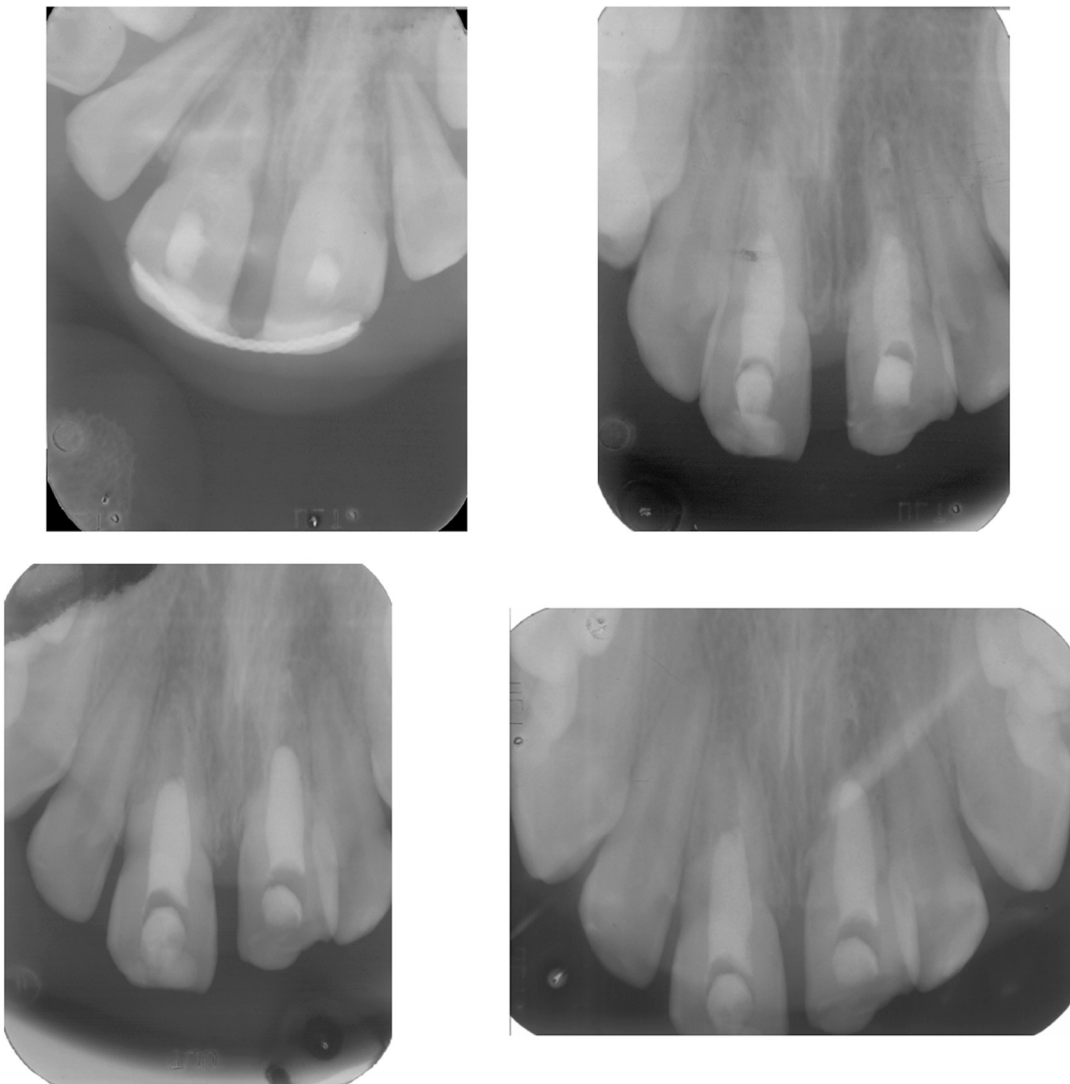


Fig. 1. Caso 1.



Fig. 2. Caso 2.

mantiene correctamente en boca tanto estética y como funcionalmente.

**CASO 2** (Fig. 2)

Paciente de 9 años y 6 meses de edad que acude a consulta por presentar dolor y flemón en los incisivos centrales superiores.

La exploración clínica muestra movilidad, oscurecimiento de ambos dientes y fístula que interesa al incisivo derecho (1.1). En la anamnesis refiere antecedentes de un traumatismo no tratado cuando contaba unos 7 años y que ocasionó dolor y movilidad dentaria leve que cedieron espontáneamente. La exploración radiológica evidencia una avanzada reabsorción radicular de ambos incisivos centrales superiores.

Se trató durante 20 meses con hidróxido de calcio hasta que, dada la persistencia de la lesión, la reabsorción y la imposibilidad de conseguir una barrera apical, optamos por rellenarlo completamente con MTA.

En este caso, la fístula tardó varios meses en desaparecer, pero 17 meses después de instaurar el tratamiento con MTA, ambos dientes están asintomáticos, la reabsorción parece estabilizada y han reducido notablemente su movilidad, pero, sobre todo, los dos incisivos se mantienen funcionalmente en boca.

**CASO 3** (Fig. 3)

A los 8 años y 6 meses sufre, en un parque acuático, la avulsión traumática del 2.1. Los padres envuelven el diente en una servilleta y, tras un peregrinar de más de

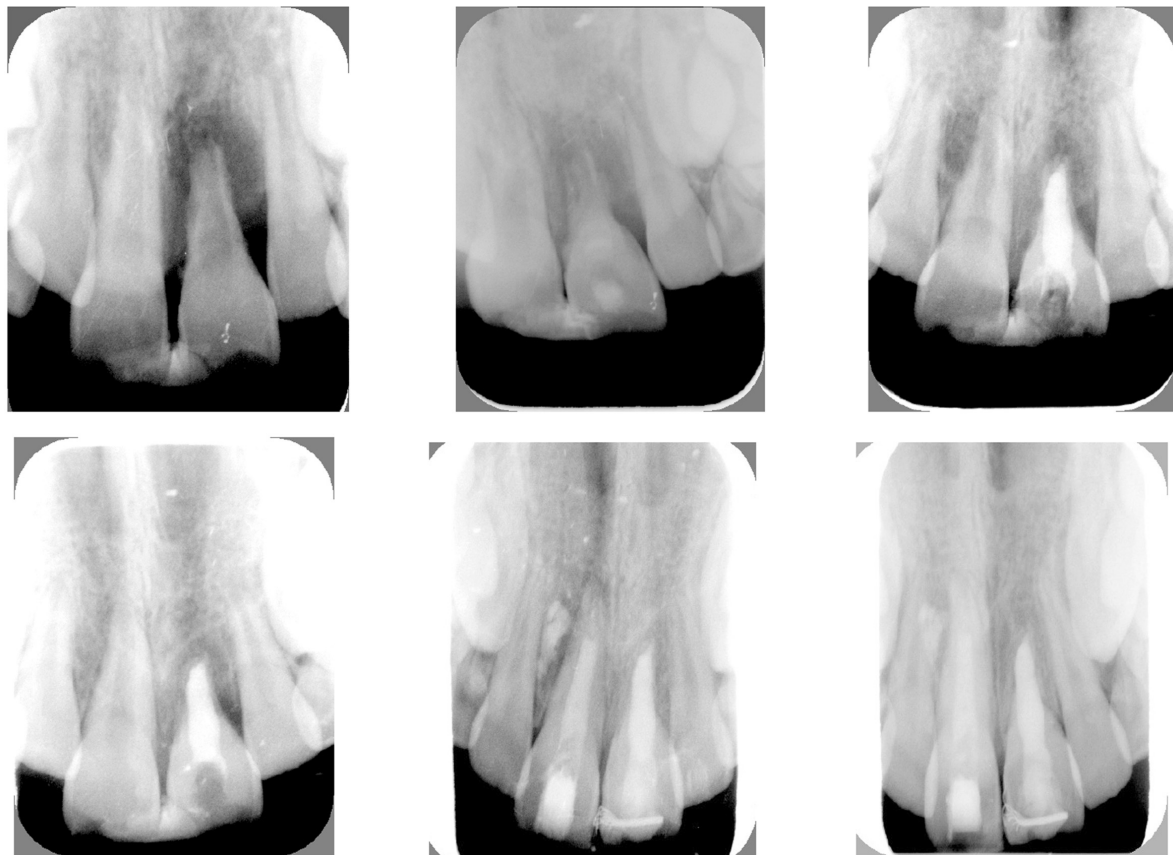


Fig. 3. Caso 3.



tres horas por distintos servicios sanitarios, finalmente recaban en una consulta dental donde le reimplantan y ferulizan el diente con composite, aunque sin realizarle ningún otro tipo de tratamiento dental.

A los tres meses acude a nuestra consulta por presentar molestias y movilidad en el diente. La exploración radiológica muestra un área periapical y una gran reabsorción radicular externa e interna, previsible dadas las condiciones del transporte y el prolongado tiempo transcurrido hasta su reimplante.

Se realizó limpieza y desbridamiento del conducto radicular que se mantuvo por algo más de 1 mes con hidróxido de calcio. Dado el severo deterioro del diente, el área perirradicular y la poca pared dentaria remanente, pocas eran las opciones de tratamiento de que disponíamos, planteándonos realizar la extracción del mismo. En un último intento por mantenerlo se decidió rellenar la totalidad del conducto con MTA.

Dos meses después el diente estaba algo menos móvil (manteníamos sólo parcialmente la ferulización), pero se constata una cierta mejoría radiológica y clínicamente está asintomático.

A los 14 meses del trauma refiere dolor y movilidad en el 1.1 e iniciamos tratamiento del conducto. A la apertura encontramos necrosis pulpar y leve supuración, por lo que rellenamos con hidróxido de calcio y actualmente está con controles hasta poder finalizar su tratamiento, previsiblemente por técnicas convencionales dada la superior madurez radicular que presenta respecto del 2.1.

A los 13 meses de instaurar el tratamiento con MTA, el 2.1 está asintomático, con neoformación ósea perirradicular, ha desaparecido totalmente la movilidad y desempeña correctamente su cometido funcional en boca.

## CONCLUSIONES

En principio hay que resaltar que, sólo ante un grave deterioro radicular y peligro de la supervivencia del diente, aconsejaríamos el relleno total del mismo con MTA, pensando en la importancia biológica y psicológica de mantener un incisivo permanente en boca, pero considerando que este tratamiento es difícilmente reversible y debe reservarse sólo como un último intento de mantener el diente en boca.

De momento, el hidróxido de calcio parece ser un requisito previo a cualquier otro tratamiento del conducto, y la presencia de este dentro del mismo por un periodo de entre 3-6 meses, previo a su relleno con MTA, parece mejorar el pronóstico del diente. Periodos más prolongados pueden provocar una debilitación de las paredes haciendo al diente más susceptible a las fracturas radiculares (59).

El MTA aporta beneficios biológicos para el mantenimiento de estos dientes, pero también física y mecánicamente parece contribuir al refuerzo estructural de dientes inmaduros con gran deterioro de sus paredes.

También hemos podido constatar mejoría clínica, y muchas veces radiológica, en la mayoría de los casos, pero conviene disponer de un seguimiento longitudinal que permita conocer el pronóstico de estos tratamientos a largo plazo.

Así mismo habría que realizar pruebas físicas *in vitro* que verifiquen el aumento en la resistencia biomecánica de dientes con marcada debilidad estructural en sus paredes al obturarlos completamente con MTA.

### CORRESPONDENCIA:

Carlos Borrás Aviñó  
C/ Don Juan de Austria 36, 17ª  
46002 Valencia  
Fax: 963944192  
e-mail: carlos.borras@uv.es

## BIBLIOGRAFÍA

- Kaste LM, Gift HC, Bhat M, Swango PA. Prevalence of incisor trauma in person 6 to 50 years of age: United States 1988-1991. *J Dent Res* 1996; 75 (Special Issue): 696-705.
- Andreasen JO, Andreasen FM. Textbook and Color Atlas of traumatic injuries to the teeth. 3rd ed. St Louis: Mosby Yearbook; 1994. p. 198-219.
- García Ballesta C, Mendoza Mendoza A. Traumatología Oral en Odontopediatría. 1ª ed. Madrid: Ed. Ergón; 2003.
- Boj JR, Catalá M, García Ballesta C, Mendoza A. 1ª ed. Odontopediatría. Barcelona: Ed. Masson; 2004.
- Zaragoza AA, Catalá M, Colmena M, Valdemoro C. Dental trauma in schoolchildren six to twelve years of age. *J Dent Child* 1998; 6: 492-4.
- Alventosa Martín JA. Avulsión dentaria: conceptos y pautas de tratamiento actuales. *ROE* 1996; 1 (5): 347-52.
- Bakland L, Andreasen J. Examination of the dentally traumatized patient. *CDAJ* 1996; 24 (2): 35-44.
- DiAngelis AJ, Bakland LK. Traumatismos dentales: actualización sobre su tratamiento. *J Am Dent Assoc* 1998; 129 (30): 1401-14.
- Trope M. Treatment of the avulsed tooth. *Pediatric Dentistry* 2000; 22 (2): 145-7.
- Flores MT, Andreasen J, Bakland LK. Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 2001; 17: 49-52.
- Flores MT, Andreasen J, Bakland LK. Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 2001; 17: 145-8.
- Flores MT, Andreasen J, Bakland LK. Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. *Dent Traumatol* 2001; 17: 193-6.
- Trope M. Clinical management of the avulsed tooth: Present strategies and future directions. *Dent Traumatol* 2002; 18 (1): 1-11.
- Ram D, Cohensa N. Therapeutic protocols for avulsed permanent teeth: Review and clinical update. *Pediatric Dentistry* 2004; 26 (3): 251-5.
- Application of the international classification of diseases and stomatology. IDC-DA. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 1992.
- Canalda C, Brau E. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. 1ª ed. Barcelona: Ed. Masson; 2001.
- Rodríguez Ponce, et al. Endodoncia: consideraciones actuales. 1ª ed. Caracas, Venezuela: Ed. Amolca; 2003.
- Andersson L, Bodin I, Sörensen. Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 38-47.
- García Ballesta C, Pérez Lajarín L, Cortés Lillo O. Alteraciones radiculares en las lesiones traumáticas del ligamento periodontal: revisión sistemática. *RCOE* 2003; 8 (2): 197-208.
- Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Results after replantation of avulsed teeth. I. Endodontic considerations. *Dental Traumatol* 2005; 21: 80-92.

21. Heithersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J Brit Endod* 1975; 8: 74-93.
22. Chawla HS. Apical closure in a non vital permanent tooth using one Ca(OH)<sub>2</sub> dressing. *J Dent Child* 1986; 53 (1): 44-7.
23. Ghose LJ, Baghdady V, Hikmat B. Apexification of immature apices of pulpless permanent anterior teeth with calcium hydroxide. *J Endod* 1987; 13 (6): 285-90.
24. Mendoza A, Solano E. Estudio de la evolución de la apicoformación de 28 dientes necróticos. *Odontol Pediatr* 2005; 13 (1): 21-8.
25. Lee SJ, Monseef M, Torabinejad M. Sealing ability of a Mineral Trioxide Aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993; 19: 541-4.
26. Torabinejad M, Watson TS, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde filling material. *J Endod* 1993; 19: 591-5.
27. Pitt Ford TR, Hong CU, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1994; 20: 188 (abstract n° 1).
28. Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root end filling in dogs. *J Endod* 1995; 25: 603-8.
29. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25: 197-205.
30. Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walter WA. Mineral Trioxide aggregate: A new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 1999; 130: 967-75.
31. Miñana Gómez M. Utilización de agregado trióxido mineral (MTA) como barrera apical en dientes con el ápice abierto. *Endodoncia* 2000; 18 (3): 131-9.
32. Mendoza A, Solano E, De Luque F. Cierre apical mediante agregado de trióxido mineral (MTA). *Endodoncia* 2002; 20 (1): 28-37.
33. Hernández Marcos G, Alonso Rosado A. Utilización clínica del MTA. Casos clínicos de apicoformación y reabsorción externa. *Rev Eur Odonto-Estomatol* 2004; 15 (5): 223-30.
34. Torabinejad M. Clinical applications of trioxide mineral aggregate. *Alpha Omegan* 2004; 97: 23-31.
35. Sluyk SR, Moon PC, Hartwell GR. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J Endodon* 1998; 24: 768-71.
36. Berástegui EM, Ballester ML. Tratamiento de apicoformación con Proroot-MTA. *Endodoncia* 2003; 21: 7-12.
37. Estrela C, Bammann LI, Estrela CR, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J* 2000; 11 (1): 3-9.
38. Torabinejad M, Hong CU, Mc Donald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 349-53.
39. Torabinejad M, Higa RK, Pitt Ford TR, Mc Kendry DJ. Dye leakage of four root-end filling materials. Effects of blood contamination. *J Endod* 1994; 20: 159-63.
40. Torabinejad M, Falah R, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 109-21.
41. Tang HM, Morrow JD, Kettering JD, Torabinejad M. Endotoxin leakage of four root-end filling materials. *J Endod* 1997; 23: 259 (abstract n° 42).
42. Yatsushiro JD, Baumgrther JC, Tinkle JS. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *J Endod* 1998; 24: 716-9.
43. Fogel HM, PeiKoff MD. Microleakage of root end filling materials. *J Endod* 2001; 27: 456-8.
44. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root-end filling materials. *J Endod* 1995; 21: 403-6.
45. Hong C, Torabinejad M, Kettering J. The effects of three retrofilling materials on selected oral bacteria. *J Endod* 1995; 14 (4): 200.
46. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Cytotoxicity of four root-end filling materials. *J Endod* 1995; 21: 489-92.
47. Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendryDJ, et al. Histologic assessment of MTA as root-end filling in monkeys. *J Endod* 1997; 23: 225-8.
48. Koh E, Pitt Ford T, Torabinejad M, McDonald F. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J Biomed Mater Res* 1997; 37: 432-9.
49. Osorio RM, Hefti A, Vertucci FJ, Shawley AL. Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod* 1998; 24: 91-6.
50. Torabinejad M, Pitt Ford TR, Abedi HR, Kariyawasam SP, Tang HM. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible to de guinea pigs. *J Endod* 1998; 24: 468-71.
51. Koh E, McDonald F, Pitt Ford T, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1998; 24: 543-7.
52. Mitchell PJC, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonalds F. Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 1999; 20: 167-73.
53. Shabahang S, Torabinejad M, Boyne P, Abbedi H, Mcmillan P. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide and a mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod* 1999; 25: 1-5.
54. Keiser K, Johnson C, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* 2000; 26: 288-91.
55. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LSW. Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. *J Endod* 2000; 26: 404-6.
56. Kettering JD, Torabinejad. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995; 21: 537-9.
57. Karp J, Bryk J, Menke E, McTigue D. The complete endodontic obturation of an avulsed immature permanent incisor with Mineral Trioxide Agregate: A case report. *Pediatr Dent* 2006; 28 (3): 273-8.
58. Berástegui E. Propuesta de utilización clínica de MTA (Mineral Trióxido Agregado) en fracasos endodóncicos. *Odont Conserv* 2006; 9 (1): 22-6.
59. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002; 18: 134-7.