



Revista Estomatológica Herediana

ISSN: 1019-4355

rev.estomatol.herediana@oficinas-  
upch.pe

Universidad Peruana Cayetano Heredia  
Perú

Bedoya Soria, Alfonso Eugenio; García Rupaya, Carmen Rosa  
Efecto del mineral trióxido agregado, cemento portland e hidróxido de calcio en el proceso  
de reparación de perforaciones radiculares en dientes de Canis familiaris  
Revista Estomatológica Herediana, vol. 19, núm. 2, julio-diciembre, 2009, pp. 103-110  
Universidad Peruana Cayetano Heredia  
Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539352006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Efecto del mineral trióxido agregado, cemento portland e hidróxido de calcio en el proceso de reparación de perforaciones radiculares en dientes de *Canis familiaris*

Alfonso Eugenio Bedoya Soria<sup>1</sup>  
Carmen Rosa García Rupaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cirujano-Dentista, Magíster en Estomatología  
<sup>2</sup>Docente del Departamento Académico de Medicina,  
Cirugía y Patología Oral.  
Facultad de Estomatología. Universidad Peruana  
Cayetano Heredia.

## Correspondencia

Alfonso Eugenio Bedoya Soria  
Pasaje Adán Mejía 103 - 204 - Lima 14, Perú  
Teléfono: 4710166 / 999001421  
e-mail: alfonsobedoya@hotmail.com

Recibido : 23 de junio del 2009

Aceptado : 30 de agosto del 2009

Bedoya-Soria AE, García-Rupaya CR. Efecto del mineral trióxido agregado, cemento portland e hidróxido de calcio en el proceso de reparación de perforaciones radiculares en dientes de *Canis familiaris*. Rev Estomatol Herediana. 2009; 19(2):103-110.

## RESUMEN

El propósito del estudio fue evaluar el efecto del Mineral Trióxido Agregado (MTA), el Cemento Portland (CP) y el Hidróxido de Calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) en el proceso de reparación de perforaciones radiculares en dientes de perros. Se utilizaron 4 perros mestizos de 1 año de edad. Mediante sedación endovenosa, se efectuaron tratamientos de conductos a 60 dientes para realizar perforaciones radiculares intencionadas e inmediatamente tratarlos con cada uno de los cementos a evaluar. Las muestras se obtuvieron a los 15 y 60 días, sacrificando a los animales, mediante una inyección letal. El proceso de reparación fue evaluado con un análisis histológico de las muestras, aplicándosele el test de Kruskal-Wallis, y el test U de Mann-Whitney. 15 días después del tratamiento, se obtuvieron 6 casos con proceso de reparación al usar MTA, 2 casos al usar CP y ninguno al usar Ca(OH)<sub>2</sub>, encontrándose diferencias significativas, ( $P < 0.05$ ), el resto mostró infiltrado inflamatorio con presencia de polimorfonucleares, linfocitos e histiocitos. 60 días después del tratamiento, se obtuvieron 4 casos con proceso de reparación al usar MTA, 3 casos al usar CP y solo un caso al usar Ca(OH)<sub>2</sub>, no encontrándose diferencias significativas, ( $P > 0.05$ ), el resto mostró tejido conectivo con infiltrado inflamatorio, presencia de polimorfonucleares, linfocitos e histiocitos y algunas células plasmáticas. Como conclusión el MTA indujo una mejor respuesta en el proceso de reparación de las perforaciones radiculares que el CP y el Ca(OH)<sub>2</sub> a los 15 días y una similar respuesta que el CP a los 60 días.

Palabras clave: MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO / CEMENTO PORTLAND / HIDRÓXIDO DE CALCIO.

## Effect of MTA, portland cement and calcium hydroxide in the process of repair of root perforations in *Canis familiaris* teeth

### ABSTRACT

The purpose of the research was to assess the effect of Mineral Trioxide Aggregate (MTA), Portland Cement (PC) and calcium hydroxide in the repair process of root perforation in canine teeth. Four one-year-old mongrels were used and by venous sedation root canal therapy were performed in sixty teeth. Later, deliberate root perforations were made and treated with each of the cements studies. The samples were obtained after fifteen and sixty days respectively using a lethal shot the animals were sacrificed. The repair process was evaluated with a histological analysis of the samples applying Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests. Fifteen days after the treatment, six cases of repair process were obtained using MTA, two cases using Portland Cement and none using calcium hydroxide. As a result, statistical significant differences ( $P < 0.05$ ) were found in these samples. The other cases showed inflammatory infiltrate along with polymorphonuclei, lymphocytes and hystocytes. Sixty days after the treatment, using MTA, four cases with repair process were obtained, three cases using Portland Cement and just one case using calcium hydroxide. No statistical significant differences ( $P > 0.05$ ) were found in these samples while the rest of the cases showed connective tissue with inflammatory infiltrate along with polymorphonuclei, lymphocytes and hystocytes and some plasma cells. In conclusion MTA induced a better result in the repair process of the root perforations than Portland Cement and Calcium Hydroxide after fifteen days and similar result as Portland Cement after sixty days.

Key words: MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE / PORTLAND CEMENT / CALCIUM HYDROXIDE.

## Introducción

Las perforaciones radiculares laterales son accidentes que pueden ocurrir durante la apertura cameral, en un tratamiento de conductos ó durante la ampliación de la cámara pulpar cuando se desea colocar pernos. En algunos casos es tan grande o profunda la perforación,

que el tratamiento a seguir es la extracción del diente. Durante estos años se han venido utilizando con relativo éxito, un sin número de materiales para el tratamiento de perforaciones radiculares y que además llegan a inducir un adecuado proceso de reparación de los tejidos injuriados, pero ninguno cumple con

los criterios de un material de reparación ideal que incluyan el sellado, la biocompatibilidad, y la capacidad de inducir osteogénesis y cementogénesis. Entre los materiales más usados en el tratamiento de perforaciones radiculares, tenemos el hidróxido de calcio.

En 1993 en la Universidad de Loma Linda (USA), fue desarrollado un cemento para obturación de conductos, llamado agregado de trióxido mineral (MTA) cuyo objetivo es sellar comunicaciones del diente con el medio exterior. Después de varias etapas de experimentación y análisis, se mostraron sus excelentes propiedades biológicas, al ser comparado con otros cementos como el hidróxido de calcio (1).

En otros estudios Holland et al. (2) han reportado que el cemento portland, un material utilizado en construcción de viviendas, también posee las mismas propiedades que el cemento MTA, debido a su casi idéntica composición, la cual es silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminoferrita tetracálcica, sulfato cálcico dihidratado, careciendo este cemento del óxido de bismuto presente en el cemento MTA.

Hoy en día el tratamiento endodóntico incluye diversos procedimientos y técnicas terapéuticas para tratar los diversos problemas pulpares. Desde un recubrimiento indirecto, hasta la extirpación total de la pulpa dental, y es durante este proceso que se pueden presentar perforaciones radiculares, las cuales son los resultados de errores de técnica durante la preparación del acceso o en la colocación de postes (3).

Las perforaciones básicamente pueden ser divididas en dos tipos: Aquellas que resultan de procesos de reabsorción y las iatrogénicas (4).

Una perforación debe repararse lo antes posible. Un retraso en el tratamiento puede llevar a una lesión periodontal y a la pérdida de hueso, el que puede servir como barrera o matriz para limitar el material de obturación (5).

El pronóstico de una perforación es favorable si está localizada totalmente en la porción coronaria del hueso alveolar o en el interior del hueso alveolar. El pronóstico se hace más cauto a medida que la perforación junto con su reparación, se aproxima a la cresta ósea alveolar, lo cual puede llevar a una lesión periodontal y a la formación de una cavidad (5,6).

Después de lesionarse un tejido, ocurren alteraciones en la estructura de la pared vascular, de modo que se pierde la integridad de las células endoteliales, se filtran líquido y componentes del plasma desde el compartimiento intravascular y se produce una emigración de hematíes y leucocitos desde el espacio intraluminal hacia el tejido extravascular (7).

La respuesta inflamatoria está muy relacionada con el proceso de reparación. La inflamación es útil para destruir, atenuar o mantener localizado al agente patógeno y, al mismo tiempo, inicia una cadena de acontecimientos que (dentro de lo posible) curan y reconstruyen el tejido lesionado. El proceso de reparación se inicia durante las fases iniciales de la inflamación, aunque no finaliza hasta que se ha neutralizado el estímulo lesivo. Durante la reparación, el tejido lesionado es sustituido por la regeneración de las células parenquimatosas nativas, por la proliferación de tejido fibroblástico (cicatrización) o, con mayor frecuencia, por la combinación de ambos procesos (8).

Martínez explica que la reparación es el reemplazo de tejido muerto por tejido de granulación, que eventualmente habrá de madurar a tejido cicatrizal, la reacción de reparación presenta dos componentes principales: la matriz

extra celular y las células (9).

Lemon (3), manifiesta que para la reparación no quirúrgica de las perforaciones se recomienda el uso de diversos materiales, para la reparación interna de las perforaciones, los más frecuentes son la amalgama, óxido de zinc y eugenol, cavit e hidróxido de calcio entre otros, los resultados de las investigaciones son contradictorias en relación con el mejor producto.

Por lo general se recomienda un tratamiento con hidróxido de calcio para recalcificar perforaciones pero en algunos casos se afirma que en tratamientos de perforaciones al usar hidróxido de calcio se produjo inflamación moderada e intensa del hueso de la furcación (3).

Debido a que el hidróxido de calcio muchas veces al ser aplicado en diversos tratamientos no produce un resultado satisfactorio se le han venido añadiendo una serie de sustancias medicamentosas para mejorar sus cualidades antibacterianas, de mineralización de tejidos duros, reparación y cicatrización de tejidos periapicales y en perforaciones radiculares entre otros (4,10-12).

Kim et al. (13), en un estudio realizado con perros le añadió al hidróxido de calcio factores de crecimiento para favorecer la reparación encontrando mejor respuesta en la terapia combinada que al usar solamente el medicamento en perforaciones radiculares.

Recientemente, un material llamado MTA ha sido investigado como un compuesto potencial para sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa de diente. El MTA es un polvo que consiste de finas partículas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad.

La hidratación del polvo produce un gel coloidal con un pH de 12,5 que solidifica hasta formar una estructura dura. El tiempo de fraguado para el cemento es de aproximadamente 4 horas. La resistencia comprensiva del MTA a los 21 días es aproximadamente 70 Mpa, la cual es comparable a la del IRM (Intermediate Restorative Material L.D. Caulk Co., Milford, DE.) y Super EBA (Harry J. Bosworth Co., IL) pero significativamente menor que con la amalgama (311 Mpa) (14).

Experimentos *in vitro* e *in vivo* han comparado la capacidad selladora y biocompatibilidad del MTA con la amalgama, Super EBA e IRM. Se ha demostrado en estudios de filtración con colorantes y bacterias, que la capacidad selladora del MTA es superior a la de la amalgama y es igual o mejor que el Super EBA y el IRM (15).

Otra ventaja del MTA es que está compuesto de óxidos minerales y que endurece en contacto con el agua. Debido a sus características hidrofílicas, la humedad presente en los tejidos actúa como un activador de la reacción química de este material, lo cual facilita su utilización en ambiente húmedo, muy común durante la realización de cirugías paraendodóncicas (16).

El óxido de bismuto presente en el MTA es el componente que le da la radiopacidad al material para poder observarse a los rayos X; y al tener además iones calcio y fósforo presentes también en los tejidos dentales duros permite demostrar su biocompatibilidad lo cual ha sido corroborado en pruebas de cultivos de células y tejidos (15).

El MTA, colocado experimentalmente en retrocavidades contaminadas con sangre humana, demostró excelente habilidad

selladora, pues la infiltración marginal ocurrida en la interfase material/pared dentinaria fue mínima. Otra información interesante respecto al MTA es que es resistente a la disolución o descomposición por los fluidos tisulares, sin mostrar señales de solubilidad después de 21 días de inmersión en agua (16).

Por último el MTA también puede ser usado para casos de reabsorciones radiculares internas, perforaciones iatrogénicas, apexificaciones, recubrimientos pulpaes y pulpotomías (16).

El cemento portland tiene sus orígenes en la cal u óxido de calcio. A través de la historia, muchos pueblos antiguos han utilizado la cal como ligante en sus construcciones. En 1824, un albañil Inglés llamado Joseph Aspdin, patentó un producto que él llamó cemento portland, pues al endurecerse adquiría un color semejante al de una piedra de la isla Portland en Inglaterra. En 1838, este cemento se utilizó por primera vez en una construcción de importancia en uno de los túneles construidos bajo el río Támesis en Londres. David Saylor, un técnico norteamericano, fue el primero en fabricar cemento en América, así nació en 1850 la industria cementera en Norteamérica (17).

Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen cerca del 75% del peso del cemento portland, reaccionan con el agua para formar dos nuevos compuestos: el hidróxido de calcio y el hidrato de silicato de calcio. Este último es con mucho el componente cementante más importante en el concreto. Las propiedades físicas y mecánicas del concreto, fraguado, endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional principalmente dependen del gel del hidrato de silicato de calcio. Este es

la médula del concreto (17).

Un estudio realizado por Wucherpfenning y Green (18) comparando las propiedades del cemento portland con el MTA, mostró que ambos tenían las mismas propiedades, al poseer los mismos ingredientes químicos, y al ser analizados por medio de la prueba de defracción a los rayos X, macroscópica y microscópicamente demostraron ser casi idénticos.

Al realizar estudios de biocompatibilidad entre cemento portland y MTA en cultivos de células osteoblásticas se mostró una similar respuesta entre ambos materiales (18).

De la misma manera, al ser usado el cemento portland en recubrimientos pulpaes, después de cuatro semanas de aplicado el material, se sacrificaron a los animales de experimentación y se observaron las muestras al microscopio obteniéndose respuestas similares que con el MTA (18).

Al analizar el efecto antimicrobiano del cemento portland éste fue comparado con el MTA, pasta de hidróxido de calcio, Sealapex y Dycal encontrándose una mejor respuesta antimicrobiana con el hidróxido de calcio seguida del Sealapex, el cemento portland y el MTA que presentaron similares respuestas con limitada acción bactericida y por último quedó el Dycal, que no mostró respuesta satisfactoria (19).

En un estudio sobre la reacción del tejido conectivo de ratas, usando tubos de dentina llenados con cemento portland, este material mostró respuestas satisfactorias y similares que el MTA, exhibiéndose ningún tipo de reacción a cuerpo extraño después del análisis (20).

El objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar el proceso

de reparación de las perforaciones radiculares utilizando mineral trióxido agregado, cemento portland ó hidróxido de calcio en perros mestizos, de tal manera que se pueda determinar cual de los tres materiales induce una mejor respuesta de los tejidos injuriados.

## Material y métodos

El grupo experimental estuvo conformado por 60 premolares en buen estado y sin enfermedad periodontal, pertenecientes a cuatro perros mestizos, adultos de un año de edad, con 16Kg. de peso, presentando un buen estado de salud general y nutricional determinado por un médico veterinario.

La selección de las premolares fue de manera no probabilística, por conveniencia, asignando cinco premolares por cuadrante para cada cemento empleado, utilizando en total 15 dientes por cada perro.

El estudio comprendió tres etapas: Una etapa pre-quirúrgica, una segunda etapa quirúrgica y una tercera etapa post-quirúrgica.

**Etapas pre-quirúrgica.** Se reunieron cuatro especímenes, los cuales fueron sometidos a una evaluación clínica general por un médico veterinario y a un examen dental por el investigador para comprobar que cumplan con los criterios requeridos para la investigación. Los animales recibieron una profilaxis antes de su confinamiento en sus respectivas jaulas

**Etapas quirúrgica.** Antes del acto operatorio, los especímenes fueron sedados con Acepromazina Maleato (0,5-1 ml/10 kg de peso) por vía intramuscular. Luego se esperó de 12 a 15 minutos, para después administrar por vía endovenosa un anestésico general; pentobarbital

sódico (1 ml/2,5 kg.).

Las piezas dentarias intervenidas fueron cinco premolares por cada cuadrante, de tal manera que en cada uno de ellos se utilizó un solo cemento y así evitar confusiones al momento de la evaluación. En total se intervinieron 15 premolares por cada perro, realizadas en una sola sesión diferente para cada animal.

Con el animal ya completamente anestesiado, el investigador procedió a realizar la apertura cameral por la cara oclusal de la pieza dental, usando una fresa de diamante redonda 1015 (Metalúrgica Fava Ind. e Com. Ltda - Brasil), y luego una fresa de diamante de fisura 1095 (Metalúrgica Fava Ind. e Com. Ltda - Brasil), para ampliar el acceso al conducto radicular.

Acto seguido se procedió a la preparación biomecánica del conducto radicular, utilizando para esto limas hedstrom del número 15 al 35 conservando de esta manera la morfología del canal radicular.

Después de la obturación del canal radicular se procedió a limpiar la cámara pulpar y desobturar parcialmente el conducto radicular con fresas gates-glidden (21).

A continuación se realizó la perforación aproximadamente en el tercio medio de la raíz. Para este fin se utilizó una fresa de diamante redonda 1012HL (Metalúrgica Fava Ind. e Com. Ltda - Brasil) estéril, lográndose de esa manera una perforación de aproximadamente 2+0,5 mm de diámetro (21).

La trepanación se realizó de manera lenta para controlar la profundidad de la perforación. La presencia de sangre fue indicio de que la perforación fue realizada.

Después de controlado el sangrado se inició el tratamiento de la perforación mediante el rellenado con cada uno de los materiales

indicados utilizando un aplicador de metal distinto para cada material, para cumplir este objetivo las 60 piezas dentales fueron divididas en tres grupos.

**Etapas Post-Quirúrgica.** Para la obtención de las primeras muestras se tuvieron que sacrificar dos perros a los 15 días después de la intervención quirúrgica.

El segundo grupo de muestras se obtuvo a los 60 días después de la intervención quirúrgica, sacrificando a los dos últimos perros, mediante la administración de una sobredosis de anestésico, lo cual no ocasionó sufrimiento alguno a cada animal. Las observaciones microscópicas se realizaron en los siguientes aumentos: 40x y 100x.

## Resultados

A los 15 días después del tratamiento las muestras tratadas con Cemento portland presentaron dos casos con proceso inflamatorio agudo moderado, un caso con proceso inflamatorio crónico sin tejido de granulación, cinco casos con proceso inflamatorio crónico con tejido de granulación y solo dos casos con proceso de reparación de los tejidos (Fig. 1).

Las muestras tratadas con MTA presentaron cuatro casos con proceso inflamatorio crónico sin tejido de granulación y seis casos con reparación de tejidos (Fig. 2). Las muestras tratadas con hidróxido de calcio presentaron dos casos con proceso inflamatorio agudo leve y moderado y ocho casos con proceso inflamatorio crónico.

Los resultados del test de Kruskal -Wallis mostraron diferencias significativas entre los tres materiales al ser evaluado el proceso de reparación a los 15 días (P=0,011).



El test U de Mann - Whitney mostró que no había diferencias significativas entre el hidróxido de calcio y cemento portland ( $P=0,480$ ) al ser evaluado el proceso de reparación a los 15 días. Pero si mostró diferencias significativas entre el hidróxido de calcio y el MTA ( $P=0,003$ ). También se mostró diferencias significativas entre el cemento portland y MTA ( $P=0,048$ ) al ser evaluado el proceso de reparación a los 15 días.

A los 60 días después del tratamiento se observó lo siguiente: Las muestras tratadas con cemento portland presentaron seis casos con proceso inflamatorio crónico sin tejido de granulación, un caso con proceso inflamatorio crónico con tejido de granulación y tres casos presentaron proceso de reparación (Fig. 3).

Las muestras tratadas con MTA presentaron un caso con proceso inflamatorio agudo severo, cinco casos con proceso inflamatorio crónico y cuatro casos con proceso de reparación (Fig 4).

Las muestras tratadas con hidróxido de calcio presentaron nueve casos con proceso inflamatorio crónico con tejido de granulación y un caso con proceso

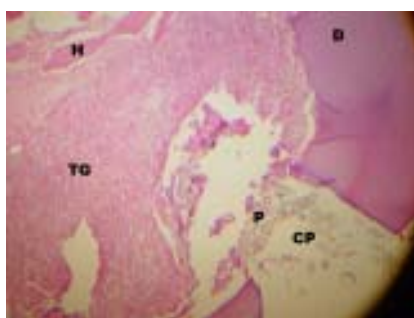
de reparación (Fig. 5).

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis entre los tres materiales al evaluar el proceso de reparación a los 60 días no se mostró diferencias significativas entre los tres grupos ( $P=0,526$ ).

La prueba U de Mann-Whitney tampoco mostró diferencias significativas entre hidróxido de calcio y cemento portland ( $P=0,300$ ); cemento portland y MTA ( $P=0,930$ ); hidróxido de calcio y MTA ( $P=0,345$ ), al ser evaluado el proceso de reparación a los 60 días.

## Discusión

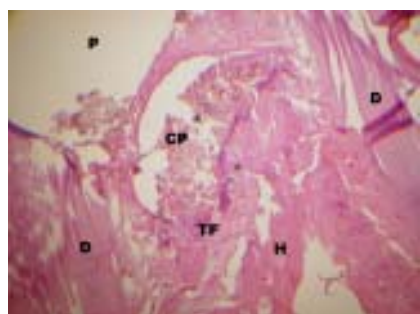
Este estudio comparó el efecto



**Fig. 1.** Muestra tratada con cemento portland a los 15 días, con proceso de reparación: tejido conectivo con moderado infiltrado de linfocitos, histiocitos y células plasmáticas. H: Hueso, TG: Tejido de granulación en proceso de reparación, P Perforación, CP: Cemento portland, D: Dentina (H-E, 40X).



**Fig. 4.** Muestra tratada con MTA a los 60 días, con proceso de reparación: linfocitos, histiocitos, células plasmáticas, fibroblastos y presencia de hueso neoformado inmaduro. TG: Tejido de Granulación, H: Hueso, TF: Tejido Fibroso reemplazando al tejido de granulación, MTA: Mineral Trióxido Agregado (H-E, 40X).

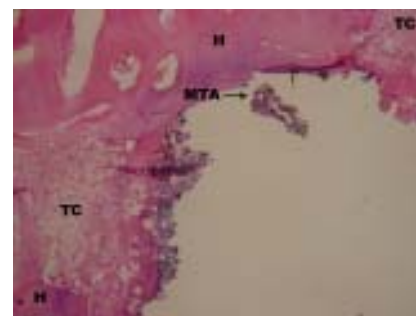


**Fig. 3.** Muestra tratada con Cemento portland a los 60 días, con proceso de reparación: tejido conectivo con escasos polimorfonucleares, histiocitos, células plasmáticas y vasos sanguíneos dilatados. D: Dentina, TF: Tejido Fibroso, H: Hueso, CP: Cemento portland, P: Perforación (H-E, 100X).

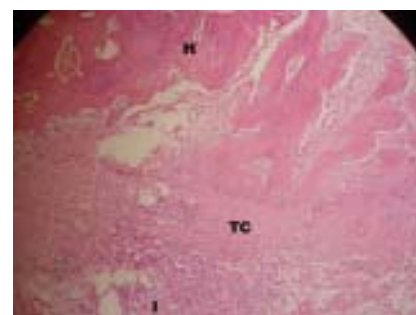
del MTA, cemento portland e hidróxido de calcio en el proceso de reparación de los tejidos circundantes a una perforación radicular, a los 15 y 60 días después del tratamiento.

El tipo de respuesta que se observó en los tejidos circundantes a las perforaciones causadas intencionalmente y tratadas con varios materiales dependió de varios factores: a) La severidad del daño inicial en el tejido periodontal. b) La capacidad selladora o citotoxicidad de los materiales de reparación. c) La contaminación bacteriana (22). Esto explicaría los resultados encontrados con el MTA, cemento portland e hidróxido de calcio utilizados en este estudio.

A los 15 días se observaron al



**Fig. 2.** Muestra tratada con MTA a los 15 días, con proceso de reparación de los tejidos: escasos elementos celulares, edema y ningún tejido de granulación. TC: Tejido Conectivo, MTA: Mineral Trióxido Agregado, H: Hueso Alveolar (H-E, 40X).



**Fig. 5.** Muestra tratada con Hidróxido de calcio a los 60 días, con proceso de reparación: tejido conectivo con linfocitos, histiocitos y presencia de hueso neoformado. H: Hueso Alveolar, TC: Tejido Conectivo, I: Infiltrado Inflamatorio Crónico a predominio de linfocitos (H-E, 40X).

microscopio las muestras, encontrándose solo seis muestras de diez con proceso de reparación tratadas con MTA, solo dos de diez muestras tratadas con cemento portland y ninguna muestra con signos de reparación para el hidróxido de calcio, el resto de muestras mostró distintos grados de inflamación predominando la crónica con presencia de polimorfo nucleares, linfocitos e histiocitos, determinándose una efectividad relativamente superior por parte del MTA, frente a los otros dos materiales examinados.

A pesar de las diversas propiedades del Hidróxido de calcio y la gran cantidad de estudios, Torabinejad y Walton (23) explican que este material al ser aplicado en diversos tratamientos, no produce un resultado satisfactorio, por lo cual se le añaden diversas sustancias para mejorar sus propiedades.

A diferencia del MTA y Cemento portland, el hidróxido de calcio es un material de fácil manipulación debido al tamaño de sus partículas mucho más finas, aunque con la desventaja de no presentar una dureza adecuada después del fraguado (4). En ingeniería la principal propiedad del Cemento portland es su resistencia a la compresión, la cual se debe al silicato de calcio que al reaccionar con el agua forma dos nuevos compuestos, el hidróxido de calcio y el hidrato de silicato de calcio, siendo este último la médula del concreto, al ser responsable del fraguado, del endurecimiento y del desarrollo de su resistencia (17,24).

Con respecto al cemento portland utilizado (Atlas puzolánico IP; Cementos Lima S.A. Perú) (25), este presentaría un similar porcentaje y mismos elementos químicos que el MTA, también utilizado, sin embargo

al evaluar las muestras se encontraron diferencias en la respuesta de los tejidos, principalmente a los 15 días después del tratamiento.

A pesar de estos resultados dos muestras tratadas con cemento portland presentaron proceso de reparación, el que podría ser explicado debido al efecto de ósmosis que presenta este material caracterizado por la existencia de microporos llenos de agua en la mezcla ya fraguada. En dichos capilares, existe hidróxido de calcio disuelto producto del fraguado, y al absorber constantemente el cemento portland, agua, saturaría al hidróxido de calcio existente, liberándolo hacia el medio externo (24).

A los 60 días después del tratamiento se encontraron; cuatro casos de reparación de los tejidos al utilizar MTA, tres casos de reparación de los tejidos al utilizar cemento portland y un solo caso de reparación al utilizar hidróxido de calcio, el resto de casos mostró proceso de inflamación crónica acompañado de linfocitos, histiocitos; además de un solo caso con inflamación aguda presentando microabscesos y reacción a cuerpo extraño al usar MTA.

Aun, cuando los resultados presentados no fueron determinantes, en cuanto a la efectividad en el tratamiento al utilizar los 3 materiales y en menor cuantía el hidróxido de calcio, se pudo comprobar que los 3 cementos mostraron biocompatibilidad al estar en contacto con los tejidos.

Se deduce por lo tanto que una mejor respuesta de los tejidos injuriados al utilizar cualquiera de los tres materiales como tratamiento, se podría apreciar en un tiempo más prolongado (2,21,26,27).

Fridland et al. (24) mencionan

que, aunque la relación de mezcla polvo/agua puede ocasionar aumento de la porosidad y solubilidad del MTA y cemento portland, esto no afectaría el PH del material, el cual se mantendría en 11.9 aproximadamente, por lo tanto el incremento limitado de agua ocasionaría la constante liberación de iones hidróxido de calcio.

Ford et al. (28) mostraron, que el MTA también puede ser utilizado en perforaciones contaminadas pero con un éxito relativo.

La utilización del cemento portland en esta investigación mostró similares resultados histológicos en comparación con el MTA de tal manera que este cemento que se utiliza en construcciones y edificaciones puede ser aplicado en perforaciones radiculares, y también puede ser evaluado en otros tratamientos endodónticos debido a su fácil adquisición y bajo costo.

Por último, cabe resaltar que los resultados obtenidos son similares con los encontrados por Torabinejad y Chivian (14), Ford et al. (28), y Holland et al. (29), debido a que ellos no encontraron signos de reparación de las perforaciones en el 100% de los casos tratados, al igual que la presente investigación.

## Conclusiones

- El cemento portland, el MTA y el hidróxido de calcio presentaron diferencias significativas al ser utilizados como tratamiento de reparación de perforaciones radiculares después de 15 días.
- El cemento portland, el MTA y el hidróxido de calcio no presentaron diferencias significativas al ser utilizados como tratamiento de reparación de perforaciones radiculares después de 60 días.
- Cuantitativamente, el cemento

portland indujo proceso de reparación en un 20% de las muestras a los 15 días y en un 30% de las muestras a los 60 días. El hidróxido de calcio no indujo proceso de reparación a los 15 días y solo indujo proceso de reparación del 10% de las muestras a los 60 días. El MTA indujo proceso de reparación en un 60% de las muestras a los 15 días y en un 40% de las muestras a los 60 días.

- El MTA indujo un mejor proceso de reparación de las perforaciones radiculares que el cemento portland y el hidróxido de calcio a los 15 días.
- Se concluye que el MTA tuvo un similar proceso de reparación de las perforaciones radiculares que el cemento portland, a diferencia del hidróxido de calcio a los 60 días.

### Referencias bibliográficas

1. Young B. Mineral trioxide aggregate [internet]. Endoarticles; 2003. Disponible en: <http://www.endo-mail.com>.
2. Holland R, Souza V, Nery MJ, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA, Dezan Junior E. Agregado de trióxido mineral y cemento portland en la obturación de conductos radiculares de perro. *Rev Esp Endod*. 2001; 19(4): 275-80.
3. Lemon RR. Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. *Dent Clin North Am*. 1992; 36(2):439-57.
4. Verde SB. Aplicaciones clínicas del hidróxido de calcio en la terapia endodóntica [internet]. Sociedad Venezolana de Endodoncia; 1997. Disponible en: <http://www.endodoncia.org.ve/spages/publicaciones3.htm>.
5. Frank A, Simon J, Abou-Rass M, Glick D. Complicaciones patológicas y técnicas. En: Frank A, Simon J, Abou-Rass M, Glick D, editores. *Endodoncia clínica y quirúrgica - Fundamentos de la práctica odontológica*. Madrid: Editorial Labor SA; 1988. p. 157-63.
6. Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc*. 1977; 95(1):90-5.
7. Fantone J, Ward P. Inflamación. En: Rubin, Farber, editores. *Patología: Mexico: Ed. Panamericana*; 1990. p.33-4.
8. Collins T. Inflamación aguda y crónica. En: Cotran R, Kumar V, Collins T, editores. *Patología estructural y funcional*. 6 ed. Mexico: Ed. Interamericana; 2000. p. 54.
9. Martinez-Hernandez A. Reparación, regeneración y fibrosis. En: Rubin, Farber, editores. *Patología: Mexico: Ed. Panamericana*; 1990. p. 61-71.
10. Holland R, Otoboni J, De Souza V, Nery M, Estrada P, Dezan J. Reparacao dos tecidos periapicais com diferentes formulacoes de Ca(OH)<sub>2</sub> - Estudo em caes. *Rev APCD*. 1999; 53(4): 327-331.
11. Fava L. Pasta de hidróxido de calcio. Consideracoes sobre seu emprego clínico em endodoncia. *Rev APCD*. 1991; 13(5):36-42.
12. Estrela C. Eficacia antimicrobiana de pastas de hidróxido de cálcio [Tesis]. Facultad de Odontología de Ribeirao Preto: Universidad de Sao Paulo; 1997.
13. Kim M, Kim B, Yoon S. Effect on the healing of periapical perforations in dogs of the addition of growth factors to calcium hydroxide. *J Endod*. 2001; 27(12):734-7.
14. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 1999; 25(3):197-205.
15. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995; 21(7):349-53.
16. Bernabe P, Holland R. O emprego do MTA na cirurgia parodontica. *Endonews - Publicación trimestral de Tecedental* 1999; 2(5).
17. Reyes S. Manufactura del Cemento Pórtland. [Internet]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos7/mace/mace.shtml>.
18. Wucherpfenning A, Green D. Mineral Trioxide vs. Portland Cement: two biocompatible filling materials [abstract]. *J Endodon*. 1999; 25:308.
19. Estrela C, Bammann LL, 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.
20. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé PF, Otoboni Filho JA, Dezan Júnior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J*. 2001; 12(1):3-8.
21. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod*. 1993; 19(12):591-5.
22. Balla R, LoMonaco CJ, Skribner J, Lin LM. Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and Life. *J Endod*. 1991; 17(5):234-8.



23. Torabinejad M, Walton R. Urgencias endodónticas. En: Walton R, Torabinejad M, editores. Endodoncia principios y práctica clínica. México: Interamericana McGraw-Hill; 1991. p. 311-5.
24. Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. J Endod. 2003; 29(12):814-7.
25. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. J Endod. 2004; 30(6):422-4.
26. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PF, Dezan Júnior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. J Endod. 1999; 25(3):161-6.
27. Faraco IM Jr, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. Dent Traumatol. 2001; 17(4):163-6.
28. Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995; 79(6):756-63.
29. Holland R, Otoboni Filho JA, De Souza V, Juvenal Nery M, Estrada Bernabé PF. Reparación de las perforaciones radiculares laterales con agregado trióxido mineral. Rev Esp Endod. 2001; 19(3):229-34.