

Eficacia de la obturación ortógrada de conductos radiculares con MTA vs. MTA más conos de gutapercha

Orthograde root canal obturation efficacy of MTA vs. MTA with gutta percha points

Pedro Pablo Mejía Fernández¹, Karen Bustos Molina²

Resumen

Objetivo: Evaluar la capacidad del sellado del MTA usado como material único de sellado o usándolo como cemento sellador más conos de gutapercha.

Materiales y métodos: Se seleccionaron las raíces mesiales de 24 molares inferiores y se instrumentaron hasta una lima maestra apical # 40 con la técnica de Crown Down. El grupo I fue obturado con conos de gutapercha y el MTA fue usado como cemento sellador; el grupo II fue obturado con MTA solamente. Se utilizaron cuatro raíces como control positivo y negativo; las muestras fueron cubiertas con cera pegajosa, dejando libre solo los dos últimos milímetros apicales, se centrifugaron en tinta china durante una hora y se les realizó procedimiento de transparentación, para posteriormente medir la microfiltración con un microscopio estereoscópico.

Resultados: Los resultados fueron analizados estadísticamente con el test de KRUSKAL-WALLIS para variables independientes, y no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

Conclusiones: No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. En situaciones clínicas que no permiten la obturación convencional con conos de gutapercha, cualquiera de las dos técnicas de colocación del MTA son factibles.

Palabras clave: Microfiltración, mineral trióxido agregado (MTA), obturación.

Fecha de recepción: 17 de abril de 2012
Fecha de aceptación: 13 junio de 2012

¹ 1 Odontólogo. Especialista en Endodoncia. Docente de Pregrado y Postgrado Facultad de Odontología Universidad Metropolitana, Barranquilla (Colombia).

² 2 Odontóloga. Estudiante de postgrado de Endodoncia, Universidad Metropolitana, Barranquilla (Colombia).

Correspondencia: Pedro Pablo Mejía Fernández. Programa de Odontología, Universidad Metropolitana. Calle 76 n° 42-78, Barranquilla (Colombia). Teléfono (5)3581967. Fax (5)3567321pedropmejia@hotmail.com

Abstract

Objetives: This study evaluated the sealing capability of MTA when it is used as the only root canal filling material and when it is used as sealing cement combined with gutapercha points.

Materials and methods: The mesial roots of 24 inferior molars were selected; they were instrumented until an apical master file # 40 with Crown Down technique. Group I were obtured with gutapercha points and MTA as sealing cement; group II were obtured only with MTA. Four roots were used as positive and negative control, samples were covered with sticky wax, leaving free the apical last 2 mm, they were centrifugued with chinese ink for one hour and then they were turned transparent, to measure the microleakage with a stereoscopic microscope.

Results: Results were analyzed statistically with the KRUSKAL-WALLIS test for independent variables and statistically no significant difference was found between the two groups.

Conclusion: Statistically no significant difference was found between the two groups. In such clinical situations that don't permit conventional obturation with gutapercha points, both MTA techniques are viable.

Keywords: Microleakage, mineral trioxide aggregate (MTA), obturation.

INTRODUCCIÓN

Un correcto diagnóstico, la instrumentación y la obturación tridimensional del espacio del conducto radicular, junto con un sellado coronal efectivo, forman la llave del éxito de la terapia endodóntica (1).

La gutapercha ha permanecido durante siglos como el material de elección para la obturación en endodoncia. El objetivo de la obturación con gutapercha y sellador es bloquear el paso de los irritantes bacterianos hacia el periápice, para que suceda la reparación. Los materiales de obturación endodóntica para un efectivo sellado deben cumplir estos requisitos: ser bacteriostáticos, sellar apical y lateralmente, no ser irritantes para los tejidos, tener resistencia, ser radiopacos, no teñir y ser fáciles de colocar y remover (2).

La gutapercha ha demostrado en múltiples investigaciones que es altamente susceptible a la microfiltración cuando la restaura-

ción no provee un sellado coronal efectivo; estudios *in vitro* muestran filtración a lo largo del material entre los 3 y 30 días (3-5).

Independiente de la técnica de compactación en frío o caliente, no se puede prevenir la microfiltración cuando estos materiales son expuestos a las bacterias y subproductos (6-7).

Aunque la gutapercha presenta ventajas importantes por su uso, manipulación y biocompatibilidad, presenta fallas que lo alejan de ser el material "ideal". La microfiltración es la principal causa de enfermedad periapical persistente y fracaso en la terapia endodóntica (8-9), por lo que se recomienda un efectivo sellado coronal directo después de completar la obturación del conducto (10).

La obturación de conductos radiculares por vía ortógrada al momento de realizar la terapia endodóntica no es fácil debido a la complejidad anatómica que representan las

dimensiones de los conductos radiculares internamente, las limitaciones que encontramos en cuanto a acceso y los cambios que producen en la anatomía del conducto durante la instrumentación que pueden llevar a accidentes como transportación de foramen, perforaciones y escalones.

Sería interesante adicionar a los materiales de obturación propiedades que disminuyan el crecimiento bacteriano y promuevan mecanismos bioactivos necesarios para la regeneración y reparación (11).

El MTA fue originalmente usado para reparaciones de perforaciones laterales y como material de retro-obturación (12-14), como recubrimiento pulpar directo, apexificación (15-16), reabsorciones externas (17), obturación de dientes temporales sin permanente adyacente (18), y en tratamientos profilácticos de *Dens invaginatus*, reabsorción interna, retratamientos y terapia endodóntica convencional (11). El MTA es un material de gran compatibilidad que ha mostrado ser menos tóxico que otros materiales. En estudios en animales, el MTA demostró la formación de cemento y cierre apical (19). Además se ha reportado su efecto bactericida (20). Se comprobó que los dientes obturados con MTA ofrecen mayor resistencia a la fractura (21). Estudios sobre modelos de dientes inmaduros obturados con MTA mostraron mayor resistencia a la fractura que los grupos control (22), sin embargo, el MTA ha demostrado tener 2 principales desventajas: su manipulación, donde debe ser mezclado con agua estéril y cuya mezcla no es de fácil aplicación y compactación, y el tiempo de fraguado, que se extiende 3 o 4 horas; pero aun así, nos indica menos contracción y menos desadaptación que otros materiales, además de ser susceptible a ser

removido durante el lavado antes de que este llegue a solidificarse.

Al-Hezaimi K et al. (23) evaluaron la habilidad de sellado del MTA en obturación ortógrada ante la saliva humana, comparando la obturación de conductos con el MTA gris, el MTA blanco y la técnica de condensación lateral usando conos de gutapercha y el cemento sellador. Los resultados de este estudio sugieren que sellar el canal radicular por vía ortógrada con MTA es más resistente a la filtración de saliva humana que la técnica de condensación vertical con gutapercha y sellador.

En 2004 Vizgirda et al. (24) investigaron el potencial del MTA como material de obturación radicular para compararlo con el sellado apical de la condensación lateral con gutapercha, gutapercha termoplastificada y gutapercha con cemento sellador en dientes de bovino extraídos. Este estudio no mostró diferencia estadística en el sellado apical de la condensación lateral y del sistema Obtura, sin embargo, sí se encontró una significativa diferencia inferior en el sellado apical producido con el MTA cuando se comparó con la gutapercha. El MTA no es usualmente utilizado en grandes cantidades, por lo tanto es posible que zonas profundas del material en apical o en coronal hayan tenido falta de exposición al agua, y por eso se afectó el sellado.

Este cemento de silicato tricálcico, recientemente introducido, ha mostrado muchas propiedades importantes, no disponibles en otros materiales contemporáneos que se utilizan actualmente en la endodoncia.

Además de ser estéril y radiopaco, el material no es sensible a la humedad y a la

contaminación con sangre, y proporciona un sellado efectivo contra la dentina y el cemento, y promueve la reparación y regeneración biológica del ligamento periodontal (LPD). Dado que la reparación de las perforaciones, la inducción radicular y la retro obturación son las formas esenciales de obturación parcial del conducto, la obturación ortógrada de la región apical o la totalidad del sistema de conductos radiculares con MTA sería la siguiente progresión lógica en la evolución en cuanto a la aplicación de este material (11).

Existen dificultades en la utilización del MTA para la obturación exclusiva a lo largo de los conductos radiculares debido a su compleja manipulación, ya que no es fácil llevar el material hasta apical. Cuando se presentan accidentes durante la instrumentación como perforaciones en la zona de peligro, la dificultad para manejar el MTA es mayor; es posible que utilizando conos de gutapercha más MTA como cemento sellador se logre un mejor control del material.

Actualmente, los únicos estudios que están relacionados con obturación ortógrada utilizando el MTA solo se han hecho como material único sellador, pero no existe en la literatura su combinación con conos de gutapercha.

Este experimento propone una alternativa para mejorar la manipulación y adaptación del MTA, mejorar el sellado radicular, facilitar la obturación completa con MTA en conductos estrechos como los mesiales de molares inferiores y aumentar el éxito en la terapia endodóntica.

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia del sellado de conductos radiculares

mesiales de molares inferiores con el MTA como material único comparado con el MTA más conos de gutapercha *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

En total fueron 24 muestras de raíces mesiales de molares inferiores. La recolección de las 24 muestras se realizó en la clínica odontológica de la Fundación Hospital Universitario Metropolitano de Barranquilla y en consultorios particulares. Las muestras recolectadas se mantuvieron en formalina al 10% mientras se recolectaban. Estos molares cumplieron con los siguientes criterios de selección: molares inferiores, ápice cerrado, sin presencia de reabsorciones o de perforaciones y curvatura no mayor de 45°.

La corona y la raíz distal de los 24 dientes fueron removidas a nivel de la unión amelocementaria con un disco de carburo. Una vez decoronados, se procedió a segmentar las raíces y poder obtener solo la raíz mesial de las 24 muestras, haciendo el corte a nivel de la furca. Posteriormente, estas raíces fueron estandarizadas a 12 mm de longitud cada una. Las muestras fueron limpiadas con curetas para remover los restos del ligamento periodontal y se almacenaron en formalina al 10% hasta el proceso de instrumentación.

Las 24 raíces fueron preparadas endodónticamente de forma convencional con la técnica de Crown Down descrita por Marshall y Pappin (25). Se verificó la permeabilidad de los conductos usando una lima # 1 0 tipo K como lima de pasaje; los conductos fueron ampliados hasta una lima apical principal (LAP) # 40 Maillefer Flexofile DENST-PLAY®; entre lima y lima se irrigo con hipoclorito de sodio al 5.25%, 2 ml entre cada

instrumento con una aguja de irrigación calibre 27 montada en una jeringa de 10 cc y se lubricó el conducto con Kelfar (EDTA crema) EUFAR®. Al terminar la instrumentación, los conductos se secaron con catéter aspirador y puntas de papel.

Para la obturación de las muestras con la técnica de condensación lateral y conos de gutapercha se utilizó el espaciador MA57 Hu-Friedy®, el cual llegaría de 1 a 2 mm de la longitud de trabajo. Estas muestras se dividieron al azar en 2 grupos para ser obturados de la siguiente forma:

Grupo I: 10 muestras que se obturaron con mineral trióxido agregado (MTA) AN-GELUS®, mezcla preparada en proporciones 3:1 con agua destilada. Se utilizaron conos de gutapercha Higienic # 40 COLTENE/WHALADENT® como cono principal y conos # 25 como accesorios. Según el estudio de Mejía et al. (26), esta marca de conos es la que presenta un menor grado de microfiltración.

Se tomó un cono principal # 40 y se introdujo dentro del conducto para verificar que llegara a la longitud de trabajo y tuviese ligera retención. Posteriormente, a este cono # 40 se le aplicó la mezcla de MTA para ser llevado dentro del conducto hasta la longitud establecida; el espaciador MA57 se introdujo a una longitud de 1 a 2 mm más corto de la longitud de trabajo, haciendo fuerza compresiva de forma lateral entre el espacio del conducto principal y las paredes de la raíz. Se retiró el espaciador y se colocó el primer cono accesorio # 25, al cual se le aplicó nuevamente la mezcla de MTA y fue llevada dentro del espacio del conducto radicular creado por el espaciador MA57. Este proceso se realizó hasta que el espaciador dejó de bajar 5 mm. El exceso de

gutapercha se retiró con el instrumento PKT calentado y se hizo condensación final con el instrumento Glick N°1, para posteriormente tomar radiografía de control. Para sellar coronalmente estas raíces se utilizó un cemento a base de óxido de zinc eugenol reforzado IRM DENSTPLAY®.

Grupo II: Constituido por 10 muestras de raíces mesiales que se obturaron exclusivamente con la mezcla de MTA a lo largo del conducto radicular. Debido a su difícil manipulación, este material fue llevado dentro del conducto con la ayuda de un condensador de amalgama pediátrico y comprimido hacia la longitud de trabajo con la ayuda de conos de gutapercha # 40 y limas tipo K hasta verificar radiográficamente el llenado total del conducto radicular. Para sellar coronalmente estas raíces se utilizó IRM. La superficie externa de todas las raíces se cubrió con una capa de cera pegajosa, exceptuando los 2 últimos milímetros del ápice radicular.

Dos (2) muestras de raíces mesiales conformaron el control positivo. En estos se realizó la preparación de los conductos siguiendo la técnica descrita anteriormente, pero no fueron obturados con ningún material sellador, solo se introdujo un cono # 40 y se sellaron coronalmente con IRM, siendo cubiertas con cera pegajosa en su parte externa, exceptuando los dos milímetros apicales. Otras 2 muestras de raíces mesiales conformaron el control negativo. Se les realizó la preparación descrita anteriormente y la obturación de los conductos, con conos de gutapercha pero sin cemento sellador, y posteriormente fueron cubiertas en su parte externa con cera pegajosa en su totalidad. Cada grupo tenía una muestra control negativo y una control positivo.

Las muestras referenciadas se colocaron en tubos de ensayo y luego se introdujeron en una incubadora, a una temperatura de 37°C, a 100% de humedad relativa durante 48 horas para permitir el fraguado del cemento. Al finalizar el periodo de incubación, las raíces se colocaron en tubos de ensayo, igualmente referenciados, completamente llenos con tinta china, y estos se introdujeron en una centrífuga a 3.000 rpm por 1 hora. Luego se eliminó la cera y se prosiguió con el proceso de transparentación.

El proceso de transparentación se realizó con la técnica de Roberston y Leeb (27); se descalcificaron las raíces con ácido nítrico al 10% bajo calor suave por 16 horas, con un recambio a las 8 horas; posteriormente se hicieron 2 lavados con alcohol al 96% durante 8 horas; las muestras fueron lavadas en agua corriente y sumergidas en alcohol absoluto al 100% durante 2 horas. El procedimiento finalizó con la transparentación con salicilato de metilo al 98% durante 7 días; este permitió visualizar el interior de la raíz para la medición de la penetración del tinte, que se hizo con un microscopio estereoscópico OPMI PICO Carl Zeiss a una ampliación de 25X y una reglilla milimétrica. Esta medición fue realizada por dos observadores, quienes tomaron medidas por vestibular y por lingual. Los datos se anotaron en la tabla matriz de penetración del tinte (en milímetros).

RESULTADOS

Los resultados fueron analizados estadísticamente con el test de KRUSKAL-WALLIS. Las muestras de cada grupo arrojaron valores variables, y los observadores presentes notaron medidas incrementadas en cuanto a la microfiltración presente en las medidas tomadas en el grupo de las 10 muestras ob-

turadas con MTA y conos de gutapercha en comparación con las 10 muestras obturadas con MTA, exclusivamente. En las mediciones del grupo obturado solo con MTA tres muestras presentaron valores de microfiltración mayores de 2,5 mm. En este grupo, las medianas lingual y vestibular fueron de 2.0 y 2.5 mm respectivamente (ver tabla 1).

Tabla 1. Mediciones del grupo obturado solo con MTA.

MUESTRA	LINGUAL	VESTIBULAR
1	8.0 mm	9.0 mm
2	2.5 mm	2.5 mm
3	2.0 mm	2.5 mm
4	1.0 mm	1.5 mm
5	1.0 mm	2.0 mm
6	1.0 mm	3.0 mm
7	2.0 mm	2.0 mm
8	4.0 mm	4.0 mm
9	8.0 mm	9.0 mm
10	2.5 mm	2.5 mm

Solo tres muestras mostraron valores mayores de 2.5mm de microfiltración.

Fuente: Datos tabulados por los autores.

En las mediciones del grupo obturado con MTA más conos de gutapercha, ocho (8) muestras presentaron valores mayores de 2.5 mm de microfiltración.

En las medidas tomadas en este grupo de las muestras, las medianas fueron de 7.0 y 7.0 mm respectivamente (ver tabla 2).

Se tomaron las medianas de ambos grupos y una mediana global que dio como resultado 4.0 mm. Los resultados de la prueba estadística dieron un P=0,17, lo cual indica no diferencia significativa de las medianas.

Tabla 2. Mediciones del grupo obturado con MTA mas conos de gutapercha.

MUESTRA	LINGUAL	VESTIBULAR
1	3.0 mm	2.5 mm
2	7.0 mm	7.0 mm
3	9.5 mm	9.0 mm
4	9.5 mm	9.0 mm
5	4.0 mm	4.0 mm
6	9.5 mm	9.0 mm
7	9.0 mm	10.0 mm
8	1.0 mm	1.5 mm
9	10.0 mm	10.0 mm
10	2.5 mm	2.5 mm

En total 8 muestras presentaron valores mayores a 2.5 mm de microfiltración.

Fuente: Datos tabulados por los autores.

Claramente podemos observar que entre los grupos comparados, el grupo de muestras que fueron obturados con MTA exclusivamente presentaron una menor filtración de la tinta dentro de los conductos en comparación con el grupo que fue obturado con MTA y conos de gutapercha (ver figuras 1 y 2).

Figura 1.

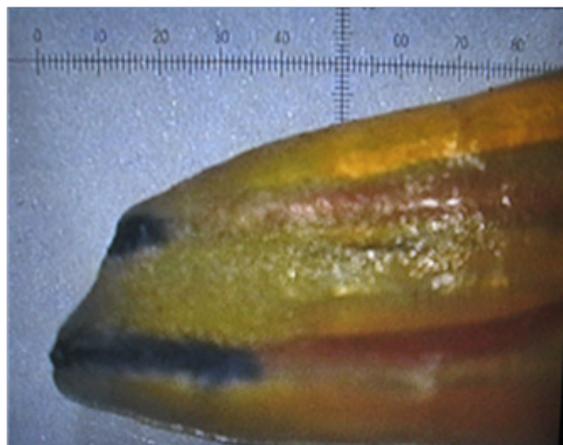
Muestra de Obturación completa con MTA
Se observa el sellado homogéneo de los conductos



Fuente: Propia de autores.

Figura 2.

Muestra de Obturación con MTA más conos de gutapercha.
Se observa mayor penetración de la tinta china.



Fuente: Propia de autores.

DISCUSIÓN

En estas situaciones clínicas que no permiten la obturación convencional, con conos de gutapercha, es posible realizar una obturación completa con MTA como material único sellador por vía ortógrada. A pesar de la complejidad anatómica de los conductos mesiales de molares inferiores y a las limitaciones en cuanto a la estrechez de estos conductos, en este estudio se demostró que es posible lograr una obturación completa con el MTA usándolo solo como único material de obturación. O como cemento y conos de gutapercha.

Durante el procedimiento de obturación con MTA exclusivamente pudimos observar una vez más que la obturación con este material sigue siendo compleja debido a sus características y comportamiento; sin embargo, al momento de obturar los conductos con el MTA como cemento sellador en combinación con conos de gutapercha notamos una mayor complejidad para llevar el material dentro de los conductos, principalmente al momento de realizar la condensación lateral planteada en el proyecto. A pesar de las ventajas del MTA como material único sellador, como regenerador y bajo todas las características positivas de biocompatibilidad, este, a su vez, no presenta cualidades físicas aptas para su combinación con conos de gutapercha por carecer de plasticidad, adhesión y por dificultar la condensación lateral de los conos dentro de los conductos, debido a que genera una mayor fricción del espaciador durante el proceso de condensación, evitando que este pueda bajar a 1 mm menos de la LAP, haciendo aún más complejo el utilizarlo de esta manera. No existe literatura que aplique o utilice el MTA como cemento sellador en combinación con conos de gutapercha; por esto sería recomendable

nuevos estudios para aprovechar la capacidad que ya tiene el MTA como sellador, regenerador y bactericida (29) cuando es utilizado como material de obturación ortógrada.

De acuerdo con las tablas de las medianas obtenidas en las medidas de la penetración de la tinta dentro de las muestras obturadas, sin estar sujetas a el análisis estadístico, se notó que las 10 muestras obturadas con MTA más conos de gutapercha presentaron mayores valores en la penetración de la tinta, lo cual corrobora un aumento en la microfiltración de estas muestras en comparación con las raíces obturadas con MTA exclusivamente.

Al-Hezaimi K et al. (23) demostraron en su estudio que sellar el canal radicular por vía ortógrada con MTA es más resistente a la filtración de saliva humana que la técnica de condensación vertical con gutapercha y sellador. Otros resultados difieren de estos. En 2004 Vizgirda et al. (24) reportaron que el sellado con gutapercha era superior al producido con el MTA; este resultado ha sido foco de múltiples réplicas, debido a que existieron variables que influyeron de modo determinante en el resultado del proceso en contra del MTA, como es el caso del colorante utilizado, que fue el azul de metileno.

La exactitud de los resultados con los tintes de prueba puede depender, entre otros factores, de las propiedades químicas de los materiales, tamaño de la molécula y PH (30).

El colorante azul de metileno puede ser descolorido con el paso del tiempo después del contacto con varios materiales dentales, incluyendo el MTA, y es afectado por los álcalis (31, 32).

Por este motivo, al momento de realizar este proyecto, el azul de metileno, debido a sus características ácidas, fue descartado y se escogió la tinta china como el tinte ideal para este procedimiento, ya que es un colorante estable, de pH neutro, de molécula grande y de tensión superficial, alta; sin embargo, debido a su gran tamaño molecular y a su alta tensión superficial, su penetración dura alrededor de 15 días(30). Para eliminar esta interferencia se realizó el método activo de filtración utilizando centrifugación de las muestras durante una hora en tinta china.

El grupo control positivo presentó filtración completa de todo el conducto, y las raíces del grupo control negativo no mostraron filtración, demostrando así la efectividad del método de evaluación utilizado.

CONCLUSIÓN

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los resultados de las mediciones de los dos grupos.

Es posible obturar un conducto por vía ortógrada utilizando solamente MTA y obtener un sellado homogéneo.

En casos de accidentes, durante la instrumentación de conductos, cualquiera de las dos técnicas de colocación del MTA son factibles.

RECOMENDACIONES

Todo estudio *in vitro* tiene sus limitaciones y no podemos extrapolar los resultados a la parte clínica inmediatamente, por este motivo sugerimos realizar estudios *in vivo* para comprobar la eficacia de esta técnica.

Financiación: Universidad Metropolitana de Barranquilla (Colombia).

Conflicto de interés: Ninguno.

REFERENCIAS

- (1) Grossman L. *Endodontic Practice*. 11thed. Philadelphia: Lea & Febiger Editor; 1988.
- (2) Torabinejad M, Walton R. *Endodoncia Principios y Práctica*, 4^a ed. España: Elsevier; 2009.
- (3) Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontic ally treated teeth: part III-in vivo study. *J Endod* 1988; 14: 455-8.
- (4) Jacobson HL, Xia T, Baumgartner JC, Marshall JG, Beeler WJ. Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation. *J Endod* 2002; 28: 269-71.
- (5) Fransen JN, He J, Glickman GN, Rios A, Shulman JD, Honeyman A. Comparative assessment of ActiV GP/Glass ionomer sealer, Resilon/Epiphany, and gutta-percha/AH plus obturation: a bacterial leakage study. *J Endod* 2008; 34: 725-7.
- (6) Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod* 1993; 19: 458-61.
- (7) Siqueira JF Jr., Rocha IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with three different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 647-50.
- (8) Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relationship to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995; 28: 12-8.
- (9) Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10: 105-

- 8.
- (10) Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dental Traumatology* 2000; 16 (4) 218-21.
- (11) Bogen G, Klutter S. Mineral Trioxide Aggregate Obturation: A Review and Case Series. *J Endod* 2009; 35: 777-790.
- (12) Panzarini Sônia Regina, Holland, Roberto de Souza, Valdir Poi, Wilson Roberto, Sonoda, Celso Koogi, Pedrini, Denise, Mineral trioxide aggregate as a root canal filling material in reimplanted teeth. *Microscopic analysis in monkeys Dental traumatology* 2007; 23(5), 5: 265-272.
- (13) Panzarini S, de Souza R, Wilson R, Koogi C, Mineral Trioxide Microleakage of resected mta. *J Endod* 2002; 28(8): 573-574.
- (14) Pelliccioni GA, Vellani CP, Gatto M^aRA, Gandolfi M^aG, Marchetti C, MD, Prati C. Proroot Mineral Trioxide Aggregate Cement Used as a Retrograde Filling without Addition of Water: An In Vitro Evaluation of Its Microleakage. *J Endod* 2007; 33: 1082-1085.
- (15) Tittle K, Farley J, Linkhardt T, Torabinejad M. Apical Closure Induction Using Bone Growth Factors and Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod* 1996; 22(4): 198.
- (16) Martin RL, Monticelli F, Brackett WW, Loushine RJ, Rockman RA, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing Properties of Mineral Trioxide Aggregate Orthograde Apical Plugs and Root Fillings in an In Vitro Apexification Model. *J Endod* 2007; 33 (3): 272-275.
- (17) Keiser K, Johnson Ch, Tipton DA. Cytotoxicity of Mineral Trioxide Aggregate Using Human Periodontal Ligament Fibroblasts. *J Endod* 2000; 26 (5): 288-291.
- (18) O'Sullivan SM, Hartwell GR. Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod* 2001; 27 (11): 703-5.
- (19) Holland H, De Souza V, Nery MJ, Otoboni JA, Estrada-Bernabé PF, Dezan Jr. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod* 1999; 25 (11): 728-730.
- (20) Holt DM, Watts JS, Beeson TJ, Kirkpatrick TC, Rutledge E. The Anti-microbial Effect Against *Enterococcus faecalis* and the Compressive Strength of Two Types of Mineral Trioxide Aggregate Mixed With Sterile Water or 2% Chlorhexidine Liquid. *J Endod* 2007; 33: 844-847.
- (21) Bortoluzzi EA, Souza EM, Reis JM, Esberard RM, Tanomaru-Filho M. Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. *Int Endod J* 2007; 40: 684-91.
- (22) Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen JO. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol* 2008; 24: 272-6.
- (23) Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JH, Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J Endod* 2005; 31: 453-6.
- (24) Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, DDS, McPherson JC, Buxton TB. A Comparison of Laterally Condensed Gutta-Percha, Thermoplasticized Gutta-Percha, and Mineral Trioxide Aggregate as Root Canal Filling Materials. *J Endod* 2004; 30 (2): 103-6.
- (25) Marshall FJ, Pappin J. A crown-down Pressureless preparation root canal enlargement technique. *Technique Manual*. Portland, OR: Oregon Health Sciences University; 1980.
- (26) Mejía-Fernández P, Hernández E, Martínez D. Influencia del tamaño de la preparación apical sobre el sellado de conductos radiculares. *Memorias XVII Encuentro de Inves-*

tigación ACFO, celebrado en Manizales en Septiembre de 2007.

- (27) Robertson D, Leeb J, Mckee M Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems, *J Endod* 1980; 6: 421- 424.
- (28) K. Tittle, J. Farley, T. Linkhardt, M. Torabinejad. *J Endod* 1996; 22(4): 198.
- (29) Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR. Physical properties of a new root end filling material. *J Endod* 1995; 21: 349-53.
- (30) Howard M, Fogel Marshall D. Microleakage of root-ed filling. *Materials J Endod* 2001; 27: 456-8.
- (31) Min-Kai Wu. Long-Term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod* 1998; 24 (8):557-560.
- (32) Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powderratios. *J Endod* 2003; 29: 814-7.