

Estudio comparativo de la filtración a nivel del tercio cervical utilizando MTA, cemento Portland y fosfato de zinc como selladores

C.D. Ghissela Rivera Mijica*
Dr. Salvador Arróniz Padilla**
Dr. Eduardo Llamosas Hernández***

Keyword: MTA, Portland cement, zinc phosphate, cervical sealed

Descriptor: MTA, Cemento Portland, fosfato de zinc, sellado cervical

Resumen

El MTA es usado ampliamente por cumplir criterios esenciales como sellar defectos radiculares. Investigaciones establecen que el cemento Portland, tiene componentes similares al MTA excepto por el óxido de bismuto. El fosfato de zinc no tiene las características de los anteriores.

El propósito de este trabajo fue determinar la capacidad de sellado del MTA, fosfato de zinc y Portland usados en el sellado cervical de dientes tratados endodónticamente, mediante la filtración de azul de metileno. Para este estudio se seleccionaron 150 conductos de dientes, dividiéndose en cinco grupos. A los grupos 1, 2, 3 se les realizó el tratamiento de conductos y se dejó libre los últimos 3 mm para sellarlos con los cementos en estudio, el cuarto grupo únicamente se obturó. Los dientes fueron sumergidos en azul de metileno durante 2 y 7 días. Se midió la filtración a través de la obturación hacia el conducto en milímetros con microscopio óptico. El grupo cinco fue el control positivo.

Los resultados no mostraron diferencia significativa entre MTA y Portland en ambos periodos, por lo tanto estos cementos proporcionan sellado adecuado y el fosfato de zinc no es confiable para el sellado de los conductos.

Introducción

El fosfato de zinc es ampliamente usado desde hace muchos años por los dentistas debido a su bajo costo y fácil manejo pero se ha demostrado que este cemento es incapaz de producir sellado hermético¹ de los conductos radiculares tratados endodónticamente; el uso del MTA en diferentes tratamientos esta siendo reportado con gran éxito debido a las características que posee este material, sin embargo las últimas investigaciones demuestran que el cemento Portland en reemplazo del MTA seria una buena alternativa debido a sus similares características.²

El MTA es el Trióxido Mineral Agregado, fue desarrollado y reportado por primera vez en 1993 por Torabinejad y col. Además de ser un cemento con un alto grado de biocompatibilidad, fragua en ambiente húmedo y tiene baja solubilidad. El MTA es un polvo que consiste en partículas hidrofílicas que endurece en presencia de humedad.³

El MTA es un material que ha sido usado alrededor de todo el mundo, con muchas aplicaciones clínicas tales como, barreras apicales en dientes con ápices inmaduros, reparación de perforaciones radiculares, en obturaciones retrógradas y en recubrimiento pulpar directo. Además puede ser el único que consistentemente permite regeneración del ligamento periodon-

- Rivera, M.G., Arróniz, P.S., Llamosas, H.E. Estudio comparativo de la filtración a nivel del tercio cervical utilizando MTA, cemento Portland y fosfato de zinc como selladores. Oral Año 9. Núm. 27. Invierno 2007. 419-425

abstract

The MTA is used widely to fulfill essential criteria like sealing to defects in the roots. Investigations establish that the Portland cement, has components similar to the MTA except by bismuth oxide. The zinc phosphate does not have the characteristics of the previous ones.

The propose this work was to determine the sealed capacity of of the MTA, used zinc phosphate and Portland in the cervical sealed one of treated teeth endodontically, by means of the filtration of blue of methylene. For this study 150 canals of teeth, dividing in 5 groups were selected. To groups 1, 2, 3 the treatment of canals was made to them and frees last 3 mm to seal them with cements in study, the fourth group was obturated only. The teeth were submerged in blue of methylene during 2 and 7 days. The filtration through the clogging was moderate towards the canals in millimeters with optical microscope. Group 5 was the positive control.

The results did not show significant difference between MTA and Portland in both periods, therefore these cements provide good sealed and the zinc phosphate is not reliable for the sealed one of the canals.

tal, aposición de tejido parecido al cemento y formación ósea.⁴

Las principales propiedades de este material son que en contacto con el agua forma un gel coloidal que se solidifica, formando una estructura rígida en un intervalo de 3 a 4 horas.³ Su pH altamente alcalino inicial es de 10.2 y se eleva a 12.5 a las tres horas permaneciendo constante, lo cual torna un medio inhóspito para el crecimiento bacteriano, manteniendo su potencial antibacteriano por un largo período. No presenta señales significantes de solubilidad en contacto con la humedad, garantizando un excelente cierre marginal.⁵

En cuanto a la protección contra la filtración bacteriana Torabinejad encontró que el MTA no mostró filtración durante el período experimental (90 días). La capacidad selladora del MTA es probablemente debida a su naturaleza hidrofílica y su poca expansión cuando endurece en un ambiente húmedo.⁶

Bates determinó el tiempo necesario para la penetración de la bacteria *Serratia marcescens* en diferentes materiales de obturación retrógrada. Encontrando que el MTA filtra menos rápido que el Super-EBA, este último se comportó mejor que el IRM y la amalgama fue la que presentó mayor filtración en menor tiempo.⁷

Yatsushiro evaluó la microfiltración del MTA y amalgama en dientes con obturación retrógrada con el método de filtración de fluidos por un período de 24 semanas, encontró que la amalgama produce mayores niveles de filtración.⁸

El MTA al ser utilizado como material fungicida resultó ser eficaz según el estudio realizado por Saad y col, en el 2003 en donde observaron que tuvo actividad para eliminar al *Candida albicans* al contacto directo de 1 día.⁹

El MTA posee una buena capacidad de adhesión a las paredes dentinarias. Puede ser indicado inclusive para perforaciones de furca.¹⁰ Otros usos de este material serían como sellador coronal (3-4mm) después de completar la obturación de los conductos radiculares y antes de realizar blanqueamientos intracoronales. También como material de obturación temporal, y para la reparación de fractura vertical.¹¹

Sin embargo nuevas investigaciones han establecido la existencia de un cemento de fácil adquisición y económico llamado cemento Portland, diseñado por Joseph Aspdin en 1824, ampliamente usado y conocido en el medio de la construcción, al cual se le han realizado estudios y se ha determinado que tiene componentes similares a los referidos para el MTA, excepto por el óxido de bismuto que proporciona la radiopacidad del material, además que la tolerancia del tejido conectivo es similar a la que se presenta con el cemento MTA.¹²

En 1999 Wucherpfennig observó que el cemento Portland presenta características biológicas, macro y microscópicas similares a las del MTA, esto lo determinó mediante un análisis de difracción de rayos X.¹³

Flores Botello y col, en el 2000 en un estudio preliminar del cemento Portland determinaron el crecimiento bacteriano y el pH de este material. Ellos establecieron que este cemento no favorece el crecimiento bacteriano, lo que se explica por su alta alcalinidad (pH 10), lo que no proporciona condiciones óptimas para la proliferación bacteriana.¹⁴

Estrela y col, en el 2001 realizó un estudio para comparar los componentes del MTA y del cemento Portland y afirma que el cemento Portland contiene los mismos elementos químicos que el MTA excepto el óxido de bismuto que le da radiopacidad al MTA.¹⁵

Morales y col, en el 2004 determinaron que los componentes del cemento Portland forman parte de los elementos del MTA en un 75%, ambos tienen la misma manipulación, fraguando y endureciendo al reaccionar

químicamente con el agua.¹⁶

Funteas en el 2004 realizó un análisis comparativo entre el MTA y el cemento Portland y no observó diferencias significativas entre 14 elementos presentes en el cemento Portland y el MTA, confirmando solo la ausencia de óxido de bismuto.¹⁷

Islam y col, en el 2005 comparó el MTA y el cemento Portland ordinario en un estudio in vitro para poder determinar los componentes de estos materiales, mediante difracción de polvo de rayos X y no encontró diferencias significativas entre ambos materiales.¹⁸

Por último, desde hace más de 80 años el cemento de fosfato de zinc ha tenido varias aplicaciones clínicas, sin embargo, muestra significativas deficiencias. La más relevante clínicamente es su solubilidad en los fluidos orales.¹⁹

El componente del polvo es óxido de zinc (ZnO) calcinado y pulverizado finamente, y el líquido es el ácido ortofosfórico en solución acuosa, con amortiguadores de pH.

Estudios previos han encontrado diferencias significativas en diferentes cementos en la prevención de la microfiltración entre el agente cementante y la estructura dentaria.²⁰

La microfiltración de los materiales de restauración temporal ha sido evaluada por diferentes métodos de investigación, incluyendo tinción, radioisótopos, microorganismos y filtración de fluidos. Numerosos materiales han sido evaluados en estas investigaciones para encontrar el material de selle temporal ideal. A pesar de esto, existen muchas dudas acerca del material de restauración temporal que brinde el menor potencial para la microfiltración. Se ha demostrado que el cemento de fosfato de zinc no produce filtración después de 15 minutos pero después de una hora, la filtración es significativa. Algunos estudios han reportado que el fosfato de zinc muestra un pobre selle, presentando el mayor grado de filtración durante la primera hora, el cual disminuye a las 24 horas, a la semana y a las 2 semanas; a partir de este momento, nuevamente se incrementa significativamente el grado de filtración.²¹

White y col, en 1994 realizó un estudio donde encontró mayor microfiltración en el cemento de fosfato de zinc y menor microfiltración en el cemento de resina.²²

Al comparar la capacidad selladora de diferentes cementos en dientes tratados endodónticamente que necesitaban un procedimiento de blanqueamiento dental, se ha encontrado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el cavit y coltosol, al igual que entre el óxido de zinc y eugenol y el fosfato de zinc.²³

Por esto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad de sellado del MTA, cemento

de fosfato de zinc y del cemento Portland cuando son usados en el sellado cervical de dientes tratados endodónticamente, a través de la filtración del azul de metileno.

Material y método

Para este estudio se seleccionaron dientes multirradiculares superiores e inferiores indistintamente, se utilizaron 150 raíces de dientes recién extraídos, las cuales se mantuvieron durante dos semanas en una solución de hipoclorito de sodio al 1% posteriormente en una solución de glicerina 50% y agua al 50%.

Se realizó la apertura coronaria y cameral hasta exponer los conductos radiculares, seguidamente se procedió a separar un grupo con 30 conductos para posteriormente ser utilizados para el control +(grupo 5), y en los demás conductos se procedió a patentar los conductos hasta una lima # 20 flexofile y se inició la preparación de los conductos radiculares aplicando la técnica Crown-down modificada, utilizando fresas Gates-glidden # 3,2,1 (Figura 1) posteriormente fueron instrumentados y ensanchados con el sistema rotatorio protaper de la casa comercial Dentsply-Maillefer (Figura 2). El tope apical se realizó manualmente hasta la lima # 45 aproximadamente a 1 milímetro del ápice (Figura 3), la irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 0.5 %.

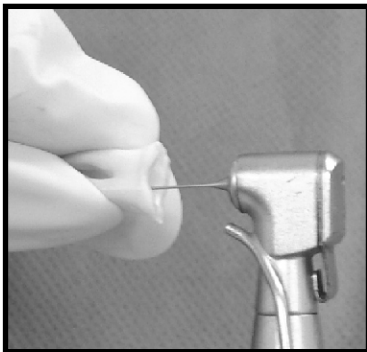


Figura 1



Figura 2



Figura 3

Todas las raíces fueron obturadas aplicando la técnica de compactación vertical (Figura 4), con gutapercha de la casa comercial Higienic y cemento sellador utilizado fue sealapex, teniendo la precaución de no obturar los últimos 3 mm (Figura 5) y esta zona fue sellada con uno de los tres materiales estudiados.

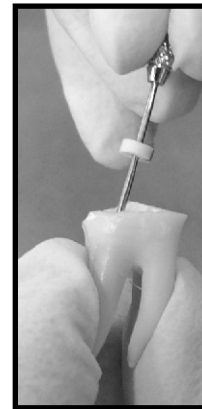


Figura 4

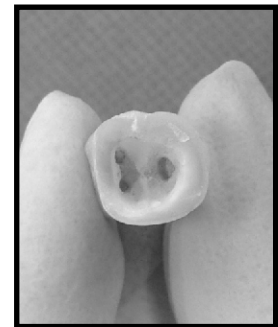


Figura 5

En los segmentos de las raíces sin obturar se colocaron aleatoriamente en cuatro grupos de 30 muestras cada uno de acuerdo a lo siguiente:

Grupo 1: Se realizó obturación con MTA blanco (ProRoot, Dentsply Tulsa Dental), donde fue llevado al conducto mediante un porta MTA y empacado con un pequeño condensador y se colocó una torunda húmeda durante tres horas. (Figura 6)

Grupo 2: La obturación se realizó con cemento Portland-puzolana. Su preparación se realizó según las indicaciones del MTA, fue llevado al conducto mediante un porta MTA y empacado con un pequeño condensador y se colocó una torunda húmeda durante tres horas. (Figura 7)

Grupo 3: La obturación se realizó con cemento de fosfato de zinc. Su preparación se realizó según las indicaciones del fabricante. (Figura 8)

Grupo 4: No se obturó cervicalmente con ningún cemento se dejó únicamente el tratamiento de conductos culminado.

Grupo 5: Se realizó únicamente apertura de la cavidad para que este grupo sirviera como control positivo.

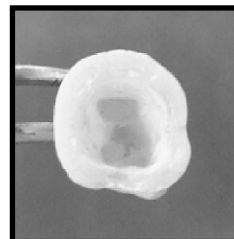


Figura 6

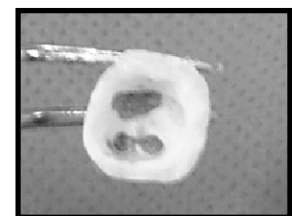


Figura 7

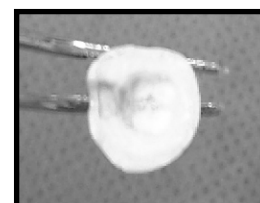


Figura 8

A todos los dientes se les corto los tercios coronal y medio con una fresa de carburo cilíndrica, seguidamente las raíces se cubrieron completamente con dos capas de barniz para uñas. Inmediatamente después, se colocaron torundas de algodón en las cámaras pulpares y los dientes fueron sumergidos en azul de metileno, durante 2 y 7 días.

Luego de transcurridas las primeras 48 horas se procedió al desgastes de los dientes por las caras mesial o distal, de tal manera que se pudieran eliminar dentina y cemento de las raíces y permitieran observar la penetración del colorante. Una vez culminados los cortes de los dientes, estos fueron observados en un microscopio óptico Olympus modelo BH2 con el lente de aumento de 20X, y se midió la penetración del colorante (azul de metileno), a través de la obturación hacia el conducto, registrando este valor en milímetros. Después de transcurrido los 7 días se realizó el mismo procedimiento que se hizo a las 48 horas.

Resultados

Como se mencionó anteriormente, se revisaron los cortes de los 150 conductos, para determinar la penetración del colorante a través del tercio cervical sellado con diferentes materiales. Se dividieron en cinco grupos y se examinaron 15 conductos en cada grupo por período de tiempo, los cuales fueron sellados con diferentes materiales en los últimos 3 mm del tercio cervical posteriormente se midió la filtración a los 2 y 7 días, los resultados se observan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

Diente	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1	0	0	0.5	2	4.5
2	0	0	0.5	1	4
3	0	0	1	1	4
4	0	0	1	1	4.5
5	0.2	0	1	1	5
6	0	0.3	0	0.5	5
7	0	0.2	0.5	0.5	5
8	0	0	0.5	1	7
9	0	0	0.5	2	4.5
10	0	0	1	1	6
11	0.2	0	1.5	2	6.5
12	0	0	1.5	0.5	5.5
13	0	0	1	2	4.7
14	0.3	0	0	2	6
15	0	0.3	1	1	5
Σ	0.7	0.8	11.5	18.5	77.2
Media	0.04667	0.05333	0.7667	1.2333	5.1467
S	0.9904	0.1125	0.4577	0.5936	0.8871

Valores de filtración en mm con los diversos selladores a los dos días.

Tabla 2

Diente	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1	0	0.5	1.7	2.8	6
2	0.5	0	2.5	2.7	8
3	0	0	1.5	2.5	9
4	0	0	2	2	10
5	0	0	2	3.5	5
6	0.5	0	1.5	1.8	6
7	0	0	1	1.5	7
8	0	0	1.8	1.5	8.5
9	0	0	2.5	2.5	7.5
10	0	0	1	3	4.5
11	0	0	1.5	2	6
12	0	0	1.5	3.5	7
13	0	0	2	4	7.5
14	0.6	0	0	2.5	6.6
15	0	0.7	2.7	3	9
Σ	1.6	1.2	25.2	38.8	107.6
Media	0.1067	0.0800	1.6800	2.5867	7.1733
S	0.2219	0.2145	0.6858	0.7444	1.5517

Valores de filtración en mm con los diversos selladores a los siete días.

Se determinó la sumatoria de los niveles de filtración de los cinco grupos y se observaron rangos cercanos entre el MTA (Figura 9) y el cemento Portland (Figura 10) de 0.7 y 0.8 respectivamente.

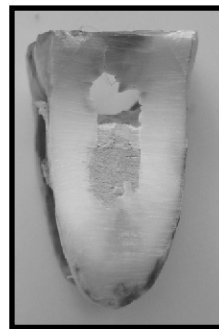


Figura 9



Figura 10

Al utilizar MTA y Portland no existió filtración en 12 de 15 conductos lo cual demuestra que fueron eficaces en el 80 %, por lo que se deduce que ambos materiales cumplen con el propósito de sellar los conductos en el tercio cervical a las 48 horas. (Figuras 11 y 12)

Frecuencia de filtración con MTA a las 48 horas

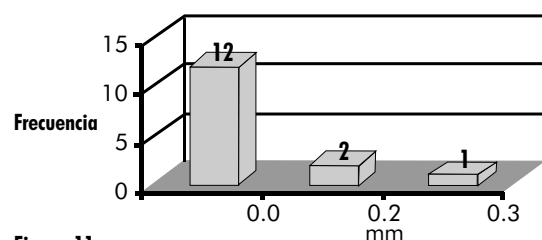


Figura 11

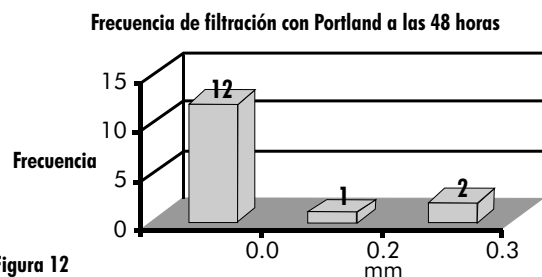


Figura 12

Los niveles fueron mayores para los grupos con fosfato de zinc (Figura 13), y sin material de sellado cervical (Figura 14) con 11.5, 18.5 respectivamente, lo cual nos muestra que el MTA y el cemento Portland resultaron ser parecidos en su comportamiento a las 48 horas no así el fosfato de zinc, que a pesar de ser un material de sellado cervical provocó mayor filtración que los otros dos materiales. (Véase tabla 1)

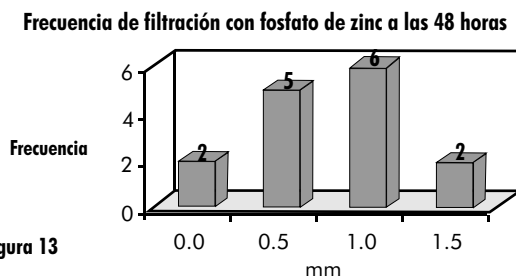


Figura 13

Frecuencia de filtración en dientes sin sellado cervical a las 48 horas

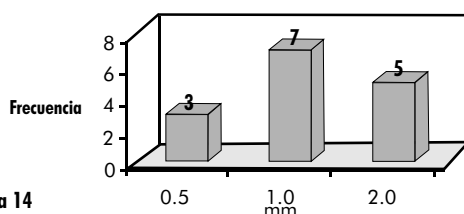


Figura 14

También se determinó la sumatoria de los niveles de filtración de los cinco grupos a los 7 días y se observaron rangos parecidos entre el MTA (Figura 15) y el cemento Portland (Figura 16) de 1.6 y 1.2 respectivamente.



Figura 15



Figura 16

Al utilizar MTA no existió filtración en el tercio cervical en 12 de 15 conductos, lo cual demuestra que en el 80 % fue eficaz y que solo hubo filtración en tres conductos que representa el 20% por lo que se deduce que este material cumple con el propósito de sellar los con-

ductos a los siete días. (Figura 17) Una mínima diferencia se observó con el cemento Portland donde no existió filtración en 13 de 15 conductos, lo cual demuestra que en el 86.7% fue eficaz y que solo hubo filtración en dos conductos que representa el 13.3%, por lo que también se deduce que este material cumple con el propósito. (Figura 18)

Frecuencia de filtración con MTA a los 7 días

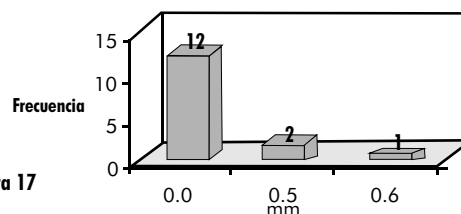


Figura 17

Frecuencia de filtración con Portland a los 7 días

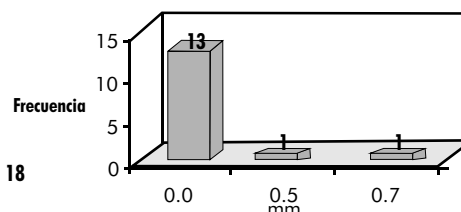


Figura 18

Los niveles también fueron mayores para el grupo con fosfato de zinc y grupo sin material de sellado cervical con 25.2, 38.8 respectivamente a los 7 días, lo cual nos muestra que el MTA y el cemento Portland resultaron ser muy cercanos en su comportamiento, no así el fosfato de zinc que a pesar de ser un material de sellado cervical permitió filtración en niveles mayores que los otros dos materiales.

El cuarto grupo que estaba sellado con fosfato de zinc tuvo niveles mayores a las 48 horas (Figura 19) y 7 (Figura 20) días con sumatorias de 18.5 y 38.8 respectivamente, lo cual indica claramente que una endodoncia sellada con fosfato de zinc, filtrará fácilmente a las pocas horas. (Véase las tablas 1 y 2)

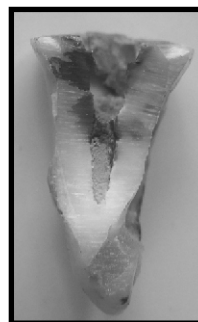


Figura 19

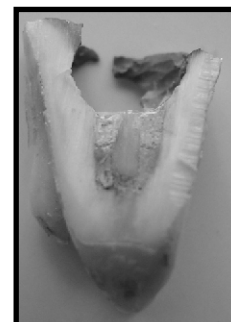


Figura 20

Discusión

El tratamiento de conductos puede fracasar por múltiples razones y las más comunes son la inadecuada limpieza y desinfección de los conductos, deficiente

sellado del conducto, ya sea por la técnica de obturación o por las propiedades del cemento obturador, falta de sellado hermético de los conductos, inadecuada restauración protésica del diente tratado o presencia de biopelícula en el cemento apical por lo que la búsqueda del sellado cervical debe de ser igual de importante que el sellado apical ya que en este trabajo se demuestra la gran filtración que existe en los conductos tratados sin adecuada protección cervical.

La metodología usada para medir la filtración en este trabajo fue basada en la información proporcionada por algunos artículos en los cuales también se usa el azul de metileno como material de filtración debido a las características que presenta este material, siendo la más importante el color que permite su fácil identificación además de el contraste que tiene con el resto de materiales usados especialmente en este estudio.^{24,25,26}

Existen pocos estudios que evalúen el sellado cervical postratamiento de conductos ya que más bien todos se refieren a los defectos que se pudieran presentar durante la preparación o la obturación radicular, y no enfatizan en la posible protección de esta zona para evitar la filtración a nivel del tercio cervical.

Torabinejad menciona la posibilidad del sellado con MTA en este tercio, y describe en su artículo publicado en 1999 que el MTA provee un sellado efectivo contra la penetración de colorantes y bacterias y sus metabolitos como endotoxinas y que pudiera ser utilizado para el sellado coronal (3-4mm) después de completar la obturación de los conductos radiculares y antes de realizar blanqueamientos intracoronales. También puede ser utilizado como material de obturación temporal.³

En este estudio se evaluó el cemento Portland, MTA y el fosfato de zinc como posibles selladores de los conductos radiculares, observando que se comportaron de forma similar del MTA y del cemento Portland y una gran diferencia entre estos dos materiales y el fosfato de zinc que si produjo altos niveles de filtración lo cual corrobora el estudio realizado por Mojon en donde se demostró que después de una semana en agua, el fosfato de zinc fue el material más reblandecido y que la contaminación afecta la dureza del fosfato de zinc²⁷. Esto también podría explicarse por la disolución o fractura de sus partículas al contacto con soluciones mencionada por algunos autores.^{22,25,26}

Al utilizar MTA como cemento sellador del tercio cervical a los dos días, no existió filtración en 12 de los 15 conductos examinados esto confirmaría lo descrito por Torabinejad en donde obturó cavidades con MTA y otro material y se encontró un menor grado de filtración del colorante, encontrando casos donde el colorante no penetró en ninguna muestra⁶; de la misma manera al utilizar cemento Portland tampoco existió filtración en 12 de 15 conductos. Entonces en este tiempo no existieron diferencias entre estos dos materiales y ambos sellaron de forma eficaz evitando la filtración y protegiendo el tratamiento realizado.

Al comparar con estudios de filtración realizados en reparación de perforaciones y a nivel del ápice también se observa los mismos resultados es decir el comportamiento y nivel de protección del MTA^{5,28} y del cemento Portland.^{29,30}

A los 7 días al utilizar MTA no existió filtración en 12 de 15 conductos y al usar cemento Portland tampoco hubo filtración en 13 de 15 conductos, lo cual demuestra la similitud de comportamiento de ambos materiales y que en este lapso de tiempo que es mayor, también es eficaz el sellado cervical.

El cemento de fosfato de zinc es uno de los materiales más utilizados por los dentistas para obturar temporalmente los dientes con tratamiento de conductos, por esta razón fue considerado en este estudio, para ser evaluado como cemento sellador del tercio cervical; los resultados obtenidos demuestran filtración en un 86.7 % a los dos días y de 93.3 % a los siete días por lo que no es un material idóneo ni seguro, para sellar los tratamientos de endodoncia concluidos ya que no protegerá eficazmente el tercio cervical los conductos tratados.²⁸

Podemos concluir que es necesario realizar un eficaz sellado del tercio cervical, para proteger el tratamiento de conductos a corto y largo plazo, que lo podemos realizar con dos materiales que presentan comportamiento adecuado que son el MTA y el cemento Portland, pero indiscutiblemente este último tiene la gran ventaja de ser un costo mucho menor que el primero.

Por esto sugerimos lo siguiente:

- Se recomienda el sellado del tercio cervical inmediatamente después de concluir el tratamiento de conductos.
- Se recomienda mantener el sellado cervical aun colocando una restauración definitiva eficaz.
- Se recomienda el uso del cemento MTA, o en su defecto el cemento Portland debido a su fácil adquisición y bajo costo.

Bibliografía

- 1.- Walls, A. An erosion test for dental cements. *J Dent Res.* 1985; 64(8):1100-1104.
- 2.- Holland, R., Souza, V., Sueli, Satomi Murata. Healing process of dog pulp alter pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide or Portland cement. *Braz Dent J* 2001; 12(2): 109-113.
- 3.- Torabinejad, M., Hong, C.M., Mc Donald, F., Pitt Ford, T. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J of Endod.* 1995; 21(7): 349-353.

- 4.-Chong, B.S, Pitt, T.R, Hudson, M.B. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *J of Endod.* 2000; 22(11):416-423.
- 5.-Torabinejad, M., Watson, T., Pitt Ford, T. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material. *J of Endod.* 1993; 19:591-5.
- 6.-Torabinejad, M., Rastegar, A., Kettering, J., Pitt Ford, T. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root end filling material. *J of Endod.* 1995; 21(3): 109-112.
- 7.-Bates, C.F., Carnes, D.L., del Rio, C.E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.* 1996; 22(11): 575-8.
- 8.-Yatsushiro, J., Baumgartner, C., Tinkle, J. Longitudinal study of the microleakage of two root end filling materials using a fluid conductive system. *J of Endod.* 1998; 24(11):716-719.
- 9.-Saad Al-Nazahan, Aziza Al Judai. Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *J of End* 2003; 29(12): 826-827.
- 10.-S.R Sluyk, P.C Moon, G.R Hartwell. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J of End* 1998;24(11): 768-771.
- 11.-Torabinejad, M., Chivian, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J of Endod.* 1999;25(3): 197-205.
- 12.-Daniel Araki Ribeiro, Marco Antonio Hungaro Duarte, Mariza Akemi Matsumoto, Mariangela Esther Alentar Marques, Daisy Maria Favero Salvadori. Biocompatibility in vitro tests of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. *J of End* 2005;31(8): 605-607.
- 13.-Wucherpfennig, A.L., Green, D.B. Mineral Trioxide Aggregate vs Portland cement: two biocompatible filling materials. *J of End* 1999;25: 308 (Abstract).
- 14.-Flores, Botelo E., Maldonado, García J.C., Paniagua, García G., Llamas, Hernández E. Determinación de crecimiento bacteriano y Ph. del cemento Portland. *Práctica Odontológica* 2000; 21: 8-10.
- 15.-Estrela, C., Bammann, L.L., Estrela, C.R.A., Silvia, R.S., Pecora, J.D. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, sealapex and dical. *Braz Dent J.* 2000; 11: 3-9.
- 16.-Morales, Cantu M.E., Silva Herzog, D., Méndez, Gonzáles V., Medellín, Rodríguez Francisco. Estudio Fisicoquímico y Biológico del MTA y el cemento Portland 2004. *Endodoncia* 5; 5-10.
- 17.-Funteas, U.R., Wallace, J.A., Fochtman, E.W. A comparative analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Aust Endod J.* 2003,29(1):43-4.
- 18.-I. Islam, H.K. Chng & A. U.J. Yap. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Int End J* 2006; 39: 220-225.
- 19.-Jacobs, M. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. *J Prosthe Dent.* 1991;65:436-42.
- 20.-Shortall, A.C., Fayyad, M.A., Willians, J.D. Marginal seal of injection-model ceramic crowns cemented with three adhesive systems. *J. Prosthet. Dent.* 1989; 61(1):24-27.
- 21.-Orahod, J. In vitro study of marginal leakage between temporary sealing materials and recently placed restorative materials. *J of Endod.* 1986;12(11):523-527.
- 22.- White, S.N., Ingles, S., Kipnis, V. Influence of marginal opening on microleakage of cemented artificial crowns. *J. Prosthet. Dent.* 1994; 71(3): 257-64.
- 23.-Hosoya, N. The walking bleach procedure: A in vitro study to measure microleakage of five temporary sealing agents. *J of Endod.* 2000; 26(12): 716-718.
- 24.-Vizgirda, Paul J., Liewehr, Frederick, Patton, William, Mc Pherson James, Buxton. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J of Endod.* 2004; 30:103-106.
- 25.-Owens, B.M., Johnson, W.W., Harris, E.F. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Oper Dent* 2006; 31(1): 60-7.
- 26.-Sharma, N., Huston, T.L., Simmons Rm. Intraoperative intraductal injection of methylene blue dye to assist in major duct excision. *Am J surg* 2006; 191 (4): 553-554.
- 27.-Mojon, P. Short- term contamination of luting cements by water and saliva. *J Dent Res.* 1996;12:83-87.
- 28.-Erol Apaydin, Shahrokh Shabahang, Mahmoud Torabinejad. Hard tissue healing after application of fresh or set MTA as root- end filling material. *J of Endod.* 2004;30:21-24.
- 29.-Santos, A.D, Moraes, J.C.S, Araujo, E.B, Yukimitu, K., Valerio Filho. Physicochemical properties of MTA and novel experimental cement. *Int End J.* 2005;38: 443-447.
- 30.-D. Abdullah, T.R. Pitt Ford, S. Papaioannou, J. Nicholson, f. McDonald. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials* 2002;23: 4001-4010.