



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Estudio comparativo de la microfiltración coronal de MTA
Angelus® y Viarden® como agentes de pulpotomía en
molares

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN ODONTOPEDIATRÍA

P R E S E N T A:

ALEXIS PAOLA AGUILAR PÉREZ

TUTOR: Esp. DORA LIZ VERA SERNA

ASESOR: Dr. MIGUEL ÁNGEL ARAIZA TÉLLEZ

Estudio comparativo de la microfiltración coronal de MTA Angelus® y Viarden® como agentes de pulpotomía en molares

Alexis Paola Aguilar Pérez*, Dora Liz Vera Serna§, Miguel Ángel Araiza Téllez**.

Resumen.

Introducción. Los materiales biocerámicos poseen propiedades mejoradas con respecto a los utilizados como obturación en procedimientos de pulpotomía en Odontopediatría. **Objetivo.** El objetivo de este estudio fue comparar el grado de microfiltración coronal de MTA Viarden® y MTA Angelus® con el material mayormente utilizado IRM® cuando se utiliza como agente obturador de pulpotomías, usando como método la penetración de colorante con tinta china. **Materiales y métodos.** Se realizaron las cavidades en 60 molares permanentes extraídos. Las muestras fueron divididas aleatoriamente en tres grupos (n=20) y obturados con IRM®, MTA Angelus® Y MTA Viarden®, después de someterlo a termociclado por 500 ciclos (5±2°C y 50±2°C) los dientes se colocaron en tinta china azul por 24 horas en un ambiente de presión negativa. Las muestras se desgastaron mesiodistalmente con papel abrasivo de SiC, la profundidad lineal de la penetración del tinte se midió usando un microscopio estereoscópico a 2X. Los datos fueron analizados utilizando análisis de varianza (ANOVA) y comparación múltiple Post Hoc de Tukey. **Resultados.** Los dientes obturados con MTA mostraron nula penetración del colorante, mientras que 17 dientes obturados con IRM® mostraron penetración del colorante. MTA mostró menos filtración que el IRM®; los resultados fueron estadísticamente significativos (p<0.05). MTA Angelus® y MTA Viarden® no revelaron diferencias estadísticamente significativas. **Conclusión.** Los resultados de este estudio muestran que el MTA usado para obturar la cámara pulpar presenta microfiltración del colorante nulo o mínimo, no existiendo diferencia entre las dos marcas comparadas.

Palabras clave: Microfiltración, Pulpotomía, MTA, Dientes primarios.

Abstract

Introduction. Bioceramic materials have improved properties with respect to those used as obturation in pulpotomy procedures in Pediatric Dentistry. **Objective.** The objective of this study was to compare the degree of coronal microfiltration of MTA Viarden® and MTA Angelus® with the mostly used IRM® material when used as a pulpotomy sealing agent, using dye penetration with Chinese ink as a method. **Materials and methods.** The cavities were made in 60 permanent molars extracted. The samples were randomly divided into three groups (n = 20) and sealed with IRM®, MTA Angelus® and MTA Viarden®, after thermocycling for 500 cycles (5±2°C and 50±2°C) the teeth were placed in Blue Chinese ink for 24 hours in a negative pressure environment. The samples were subsequently mesio distally wear with sandpaper of SiC, the linear depth of dye penetration was measured using a 2X stereoscopic microscope. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's Post Hoc multiple comparison. **Results.** The teeth sealed with MTA showed no penetration of the dye, while 17 teeth sealed with IRM® showed penetration of the dye. MTA showed less filtration than IRM®; the results were statistically significant (p <0.05). MTA Angelus® and MTA Viarden® did not reveal statistically significant differences. **Conclusion.** The results of this study show that the MTA used to seal the pulp chamber presents no microfiltration or minimal dye, and no difference between the two brands compared was determined.

Key words: Microleakage, Pulpotomy, MTA, Primary teeth.

* Egresada del programa de la Especialidad de Odontopediatría, DEPEI, Facultad de Odontología, UNAM.

§ Profesora de la Especialidad de Odontopediatría, DEPEI Facultad de Odontología, UNAM.

** Profesor Tiempo Completo del Laboratorio de Materiales, DEPEI, Facultad de Odontología, UNAM.

Introducción

La caries dental es la enfermedad crónica más extendida en el mundo¹, siendo en la infancia, la más frecuente². De acuerdo a la OMS, 486 millones de niños de todo el mundo padecen caries en su dentición primaria³. Siendo el manejo de lesiones cariosas profundas uno de los mayores desafíos que enfrenta el odontopediatra en la actualidad, es así como una gran proporción de estas lesiones están asociadas a exposición pulpar a causa de la naturaleza de su larga duración. Existen varios esfuerzos terapéuticos, orientados en provocar una respuesta adaptativa en el complejo dentinopulpar, que establezca al diente afectado, que preserve su función, su vitalidad, que favorezca un correcto desarrollo sin afectar al diente sucesor y que contribuya al mantenimiento en la boca hasta su exfoliación normal. Estos tratamientos a considerar son, el recubrimiento pulpar directo, la pulpotomía, la pulpectomía, la extracción, dependiendo de la evaluación precisa de grado de caries⁴. El resultado de estos dependerá del diagnóstico correcto, del estado de la pulpa, la técnica empleada estandarizada que garantice condiciones de esterilidad y el material empleado que evite la microfiliación y el período de observación. A consecuencia de la mejor comprensión de la caries, de los avances y los estudios en los materiales disponibles, el concepto restaurativo se sustituye por un enfoque conservador, hacia el manejo de la caries dental⁵. Caries extensas,

sin evidencia de patología radicular se manejan mediante pulpotomía, la American Academy of Pediatric Dentistry la define como la terapia pulpar vital para dientes deciduos, diagnosticados con pulpa normal o pulpitis reversible. La pulpa coronal se amputa, y la superficie del tejido de la pulpa radicular vital remanente se trata con un medicamento con éxito clínico a largo plazo que proporcione un buen sellado⁶.

Por otra parte, la seguridad, y eficacia de los diversos agentes de pulpotomía se ha cuestionado siempre, siendo objeto de investigación, ya que cada uno de ellos actúa de manera distinta sobre la pulpa, clasificando así a la pulpotomía de acuerdo con tres objetivos o líneas de investigación, los cuales son: la desvitalización que se encarga de momificar la pulpa, la preservación que hace una mínima desvitalización y por último la de regeneración que estimula la formación de dentina⁷, destacando en la actualidad las dos últimas ya que con nuevos materiales biocompatibles como el Mineral Trióxido Agregado (MTA)⁸, que ha demostrado tener múltiples beneficios en diversos tratamientos como lo es la terapia pulpar, hace del futuro de esta técnica, prometedor.

Las características físicas del material son también muy importantes, tal es el caso de la microfiliación, la evidencia señala que la microfiliación aunado al insuficiente sellado marginal son factores responsables de la falla de un tratamiento, teniendo como objetivo el sellado hermético^{9,10}. La ausencia de

sellado en el margen de la restauración es causa de decoloración dental, respuesta pulpar adversa, sensibilidad posoperatoria y caries recurrente. Una microfiltración extrema permite la penetración clínicamente indetectable, de los fluidos orales, bacterias, sustancias químicas, iones y moléculas, a través de la dentina remanente haciendo posible su entrada a la cámara pulpar¹¹.

Se ha comparado la habilidad de sellado del MTA con materiales como el IRM[®], amalgama, Super-EBA, en perforaciones laterales de raíz y encontraron una filtración significativamente menor con MTA y que la mayoría de las muestras mostraban menos penetración de la tinción, siendo mejor en adaptación y sellado^{12,13}.

Del mismo modo, MTA revela muy buenas propiedades de sellado en ambientes secos y contaminados con sangre según lo que refiere Maturo y cols.¹⁴, haciendo del MTA ideal ya que se coloca sobre los conductos radiculares, comenzó a utilizarse en pulpotomía en el 2001 según lo refiere Eidelman y cols.¹⁵.

El MTA posee propiedades deseables en términos de biocompatibilidad, bioactividad, radiopacidad, habilidad de sellado, baja solubilidad y es hidrófilo. Históricamente fue introducido y desarrollado como material de obturación apical en el tratamiento quirúrgico endodóntico por Lee y cols. en Estados Unidos en 1993, patentado en 1995 por Torabinejad y White y fue hasta 1998 cuando lo aprobó la Food and Drug

Administration (FDA). En 1999 la casa comercial Densply[®] lanza ProRoot[®]MTA, siendo el primero en comercializarse en Estados Unidos, posteriormente la casa Angelus[®] lanza MTA Angelus[®] en Brasil en el año 2001¹⁶.

El MTA deriva del cemento Portland, sin embargo, el MTA se somete a procesamiento y purificación, donde, la partícula es más pequeña y se eliminan metales pesados tóxicos. El polvo consiste en partículas finas hidrofílicas que endurecen en presencia de humedad; la hidratación del polvo del MTA da como resultado un gel coloidal que solidifica a una estructura dura en menos de cuatro horas. Tiene un pH alcalino de 10.2 después de ser mezclado, alcanza un pH (alcalino) 12.5 en las primeras tres horas, lo cual lo hace bactericida. Los componentes presentes en este material son el silicato tricálcico en un 75% que da la fuerza inicial durante la reacción de hidratación, aluminato tricálcico es el componente reactivo, silicato dicálcico que da la fuerza final y aluminato férrico tetracálcico; sulfato de calcio dihidratado en un 4.4%, y sílice cristalina, al igual que óxidos minerales, que son responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado como el óxido de calcio, que en presencia de humedad se convierte en hidróxido de calcio, con la ventaja de ser menos soluble, manteniendo su integridad, sulfato de potasio y sodio en un 0.6%, y para la radioopacidad óxido de bismuto en un 20%¹⁷.

El MTA se presenta en dos colores: gris y blanco variando en su composición y en la existencia de

óxido de hierro. El MTA gris está compuesto por partículas pequeñas, grandes y elongadas y presencia de óxido de hierro, mientras el blanco presenta partículas pequeñas y elongadas y ausencia de óxido de hierro. El MTA es un material bioactivo y sugieren que las dos propiedades significativas de MTA: sellado y la biocompatibilidad, emanan de las reacciones fisicoquímicas, por ejemplo el calcio, ion dominante liberado del MTA, reacciona con los fosfatos del líquido tisular, produciendo hidroxiapatita y así después de la colocación de MTA en los conductos radiculares y su disolución gradual, los cristales de hidroxiapatita se enuclean y crecen, llenando el espacio microscópico entre el MTA y la pared dentinaria. Inicialmente, este sello es mecánico y posteriormente se da una unión química por la reacción controlada por difusión entre la capa de apatita y la dentina, el resultado es la creación de un sello en la interfaz MTA-dentina, características que favorecen el proceso de curación pulpar, mínima toxicidad e irritación pulpar la reducción de infección bacteriana y la formación de dentina reparativa, induciendo la formación de un puente dentinario mientras mantiene la histología pulpar normal.

El MTA no es mutagénico, los efectos nociceptivos y antinociceptivos no irritan los tejidos nerviosos y son más efectivos para aliviar el dolor nociceptivo orofacial en comparación con el eugenol, también tiene efectos vasculares mostrando que la microcirculación fue completamente restaurada y nuevos vasos fueron formados ¹⁸.

En el mercado dental mexicano podemos encontrar MTA marca Viarden® y MTA Angelus®, el objetivo de este estudio fue comparar el grado de microfiltración de estas dos marcas con el material mayormente utilizado IRM® cuando se utiliza como agente de pulpotomías.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio experimental con 60 molares humanos permanentes extraídos por indicación ortodóntica y caries del servicio de Cirugía Maxilofacial de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, que cumplieron con los requisitos de inclusión, los cuales consideraron que fueran molares permanentes, con mínimo 2/3 de raíz. Los criterios de exclusión fueron: molares con anomalías de desarrollo y molares con raíces y conductos fusionados. El tamaño de muestra fue basado en el estudio de Dittel y cols.¹⁹ y se determinó con una N=60. Los molares se mantuvieron en solución salina desde su extracción hasta su inclusión en el estudio, posteriormente se colocaron en hipoclorito de sodio al 5% por 24 horas, después se realizó la limpieza y desinfección de las muestras para eliminar los restos orgánicos (Fig. 1) con cureta Gracey 5-6 (Hu-Friedy®, USA) y Cavitron (D5 DTE®, USA) y después se almacenaron en agua desionizada a temperatura ambiente hasta su uso.

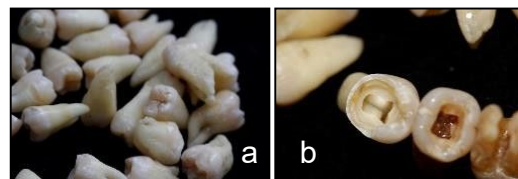


Fig.1: Muestras desinfectadas (a) y preparación de cavidades (b).

El acceso coronario se realizó con una fresa de bola No.2 de diamante (ISOdiamant, USA) montada en pieza de mano de alta velocidad (W&H®, USA), para el desgaste dentinario se utilizó fresa de carburo número 4 (SS White, USA) hasta llegar a la cámara pulpar. El tiempo útil de las fresas fue de 10 preparaciones. El tejido pulpar se removió con cucharilla para dentina (Hu-Friedy®, USA) y se hizo una irrigación final con NaOCl al 5%. Se determinó la profundidad de la cámara con una sonda periodontal tipo Williams (Hu-Friedy®, USA), se tomó como el punto de referencia apical el *rostrum canalium* y en sentido coronario el ángulo cabo superficial con la finalidad de estandarizar la cavidad a 8mm, lo cual fue conseguido mediante desgaste con papel abrasivo 600 y 1200 (3M®, México) en una pulidora metalográfica (Fig. 2).



Fig. 2: Medición estandarizada de (8mm) en las muestras desde el rostrum canalium hasta el borde oclusal con desgaste transversal.

Las muestras (N=60) se dividieron aleatoriamente en los siguientes grupos: Grupo An (MTA Angelus®), Grupo Vi (MTA Viarden®) y el grupo

control Grupo C (IRM Dentsplay®). Se identificaron con esmalte de uñas (Equate®, USA) de diferente color (Fig. 3 y 4).



Fig. 3: Selección aleatoria de grupos y tinción de raíz con esmalte de uñas de diferentes colores.



Fig. 4: Materiales de obturación utilizados: grupo An se obturó con MTA Angelus® (a), grupo Vi se obturó con MTA Viarden® (b) y grupo C se obturó con IRM® (c).

Posteriormente se colocaron los materiales biocerámicos en un grosor de 4.0mm (Fig. 5). Los materiales fueron manejados de acuerdo a las instrucciones del fabricante y después el tiempo inicial de fraguado se colocó una torunda estéril húmeda sobre el material y se colocó la obturación temporal (Cavit[®], Dentsply, USA). Las muestras se conservaron inmersas en agua desionizada por 24 horas.

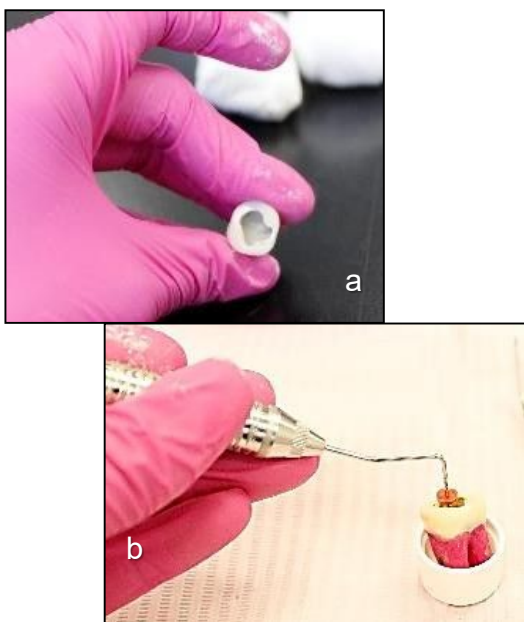


Fig. 5: Obturación de la cámara pulpar con los biocerámicos (a) y estandarizada a 4mm (b).

Después de 24 horas se removió el material de obturación temporal y la torunda de algodón para someterlas al termociclado (Fig. 6), con el siguiente protocolo: 500 ciclos que consistieron en Inmersión en temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 20 segundos y traslado a otro recipiente en 20 segundos y después inmersión en temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 2$ durante 20s, lo que representa 60 segundos para completar el ciclo.



Fig. 6: Proceso de termociclado y recuperación de muestras.

Las muestras se colocaron en un vaso de precipitado con 90mL de tinta china azul (Pelikan[®], México), (Fig. 7). Las muestras se pusieron a un ambiente de presión negativa de 50Torr por 24 horas, después se retiró el exceso de pintura y se lavaron con agua corriente hasta dejarlos libres de tinta.



Fig.7: Tinción de muestras con tinta china azul después de 24 horas.

Se encapsularon las muestras en polimetil metacrilato autopolimerizable (Nictone[®], México) con orientación mesiodistal (Fig. 8), y después se desgastó la superficie con papel abrasivo 360, 600 y 1500 en una pulidora metalográfica (Buhler[®], Germany).



sagital en pulidora.

Para evaluar la microfiltración en la interfase del material-diente se realizó la siguiente secuencia en cada uno de los especímenes: en el microscopio estereoscópico (Luomo®, Rusia) se obtuvieron registros fotográficos a una distancia de trabajo de 2X de cada muestra. La obtención de los registros se obtuvo por un solo observador calibrado y en un diseño ciego (Fig. 9).



Fig. 9: Muestras codificadas para evaluar bajo el microscopio.

La medición del grado de penetración del tinte se realizó utilizando un método de puntuación de Pineda y cols.²⁰(Tabla 1).

Crterios de calificación de la filtración del colorante

Grado 0	No hay evidencia de penetración de tinta en la interfase diente restauración.
Grado 1	Penetración del colorante hasta la mitad de la profundidad de una pared cavitaria.
Grado 2	Penetración del colorante hasta la profundidad de una pared cavitaria.
Grado 3	Penetración del colorante hasta la profundidad de una pared incluyendo la base de la cavidad.

Tabla 1: Grados (0-3) de filtración del colorante usados para medir la microfiltración del tinte.²⁰

En la (Fig. 10) se encuentra la imagen de la microfiltración en un espécimen obturado con IRM®, en este caso la filtración se determinó como grado 3 al observarse penetración del colorante hasta la profundidad de la pared, incluyendo la base de la cavidad.



Fig. 10: Muestra C.5 vista bajo el microscopio que pertenece al grupo C.

Por el contrario, en los grupos obturados con materiales biocerámicos (MTA Viarden® y MTA Angelus®), no hubo evidencia de penetración de tinta en la interfase diente-restauración (Fig.11).

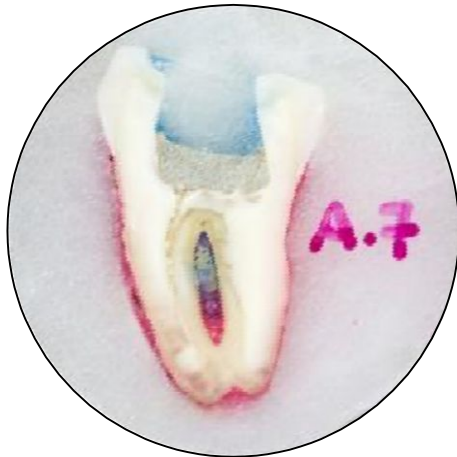


Fig. 11: Especimen obturado con MTA Angelus® que no exhibe evidencia de penetración de tinta en la interfase diente restauración.

Los datos se procesaron estadísticamente con el programa SPSS V.25 (IBM®, USA). Se utilizó en análisis de varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés) para determinar las diferencias entre los grupos a una $p < 0.05$ y posteriormente se realizó la comparación múltiple *Post Hoc* de Tukey a una $p < 0.05$ para establecer las asociaciones estadísticas.

Resultados

Fueron analizadas 60 muestras que después de ser obturadas con los materiales biocerámicos fueron sometidas a 500 ciclos de termociclado. Y después de sumergirlas 24hrs en tinta china se determinó la microfiliación en secciones sagitales en dos mediciones realizadas, una en la pared mesial y pared distal obteniendo el promedio de ambas. Los valores de

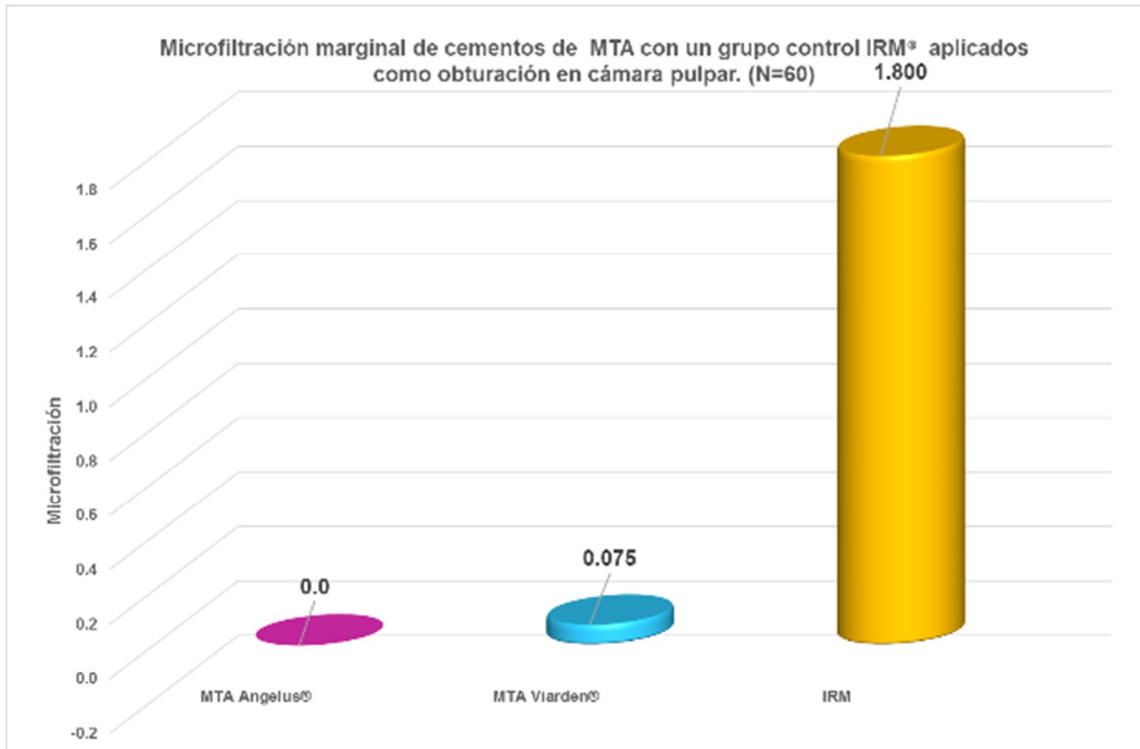
la media obtenida por grupo y la desviación estándar se encuentran en (Tabla 2), donde se observa que el grupo control IRM® presenta una media de 1.800 (± 1.0809), el grupo del MTA Viarden® una media de 0.075 (± 0.3354), mientras MTA Angelus® obtuvo cero.

Material de obturación	N	Media	Desviación estándar
MTA Angelus	20	0	0
MTA Viarden	20	0.075	0.3354
IRM	20	1.8	1.0809

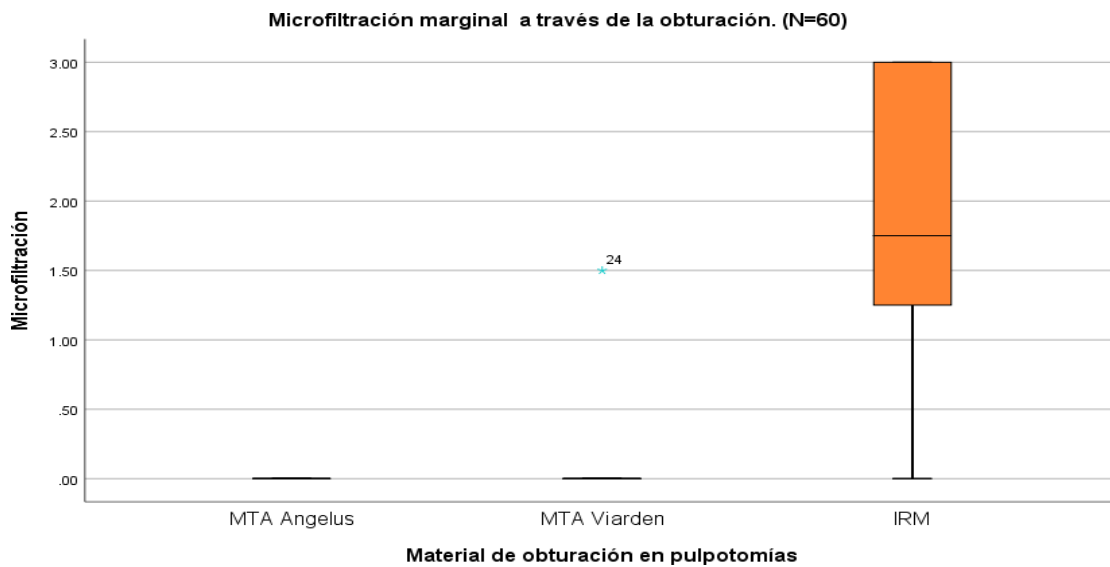
Tabla 2: Valores descriptivos del material empleado, N= el número de muestras por grupo, la Media obtenida y la Desviación estándar.

La comparación de los tres materiales permitió observar que en las obturaciones realizadas con el MTA Angelus® no se presentó microfiliación en ninguna de las paredes; sin embargo, en las obturaciones con MTA Viarden® se encontró microfiliación en una de las paredes de la muestra. En cuanto a las obturaciones de IRM®, presentaron más variaciones en los grados de microfiliación en ambas paredes.

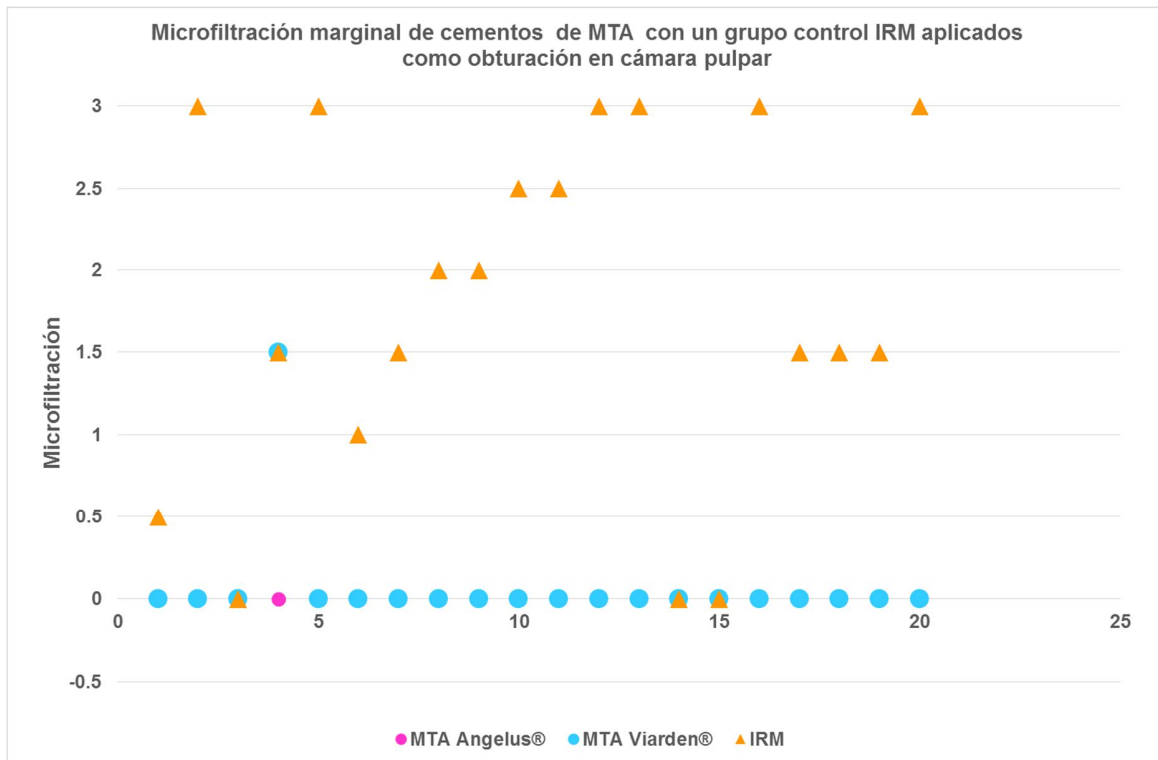
En la gráfica 1 se encuentran los valores promedios de cada grupo.



Gráfica 1: Microfiltración marginal de cementos de MTA con un grupo control IRM aplicados como obturación en cámara pulpar.



Gráfica 2: Distribución de la microfiltración marginal a través de la obturación en cámara pulpar entre los grupos (N=60).



Gráfica 3: Dispersión de microfiltración marginal de los cementos IRM®, MTA Angelus®, MTA Viarden®.

El análisis de la distribución de los especímenes en la forma de gráfica de cajas (Gráfica 2), muestra la distribución de la microfiltración marginal a través de la obturación, en el grupo IRM® los valores están concentrados por arriba de la media de 1.8; en el caso de los grupos obturados con los materiales biocerámicos la distribución de los resultados en los grupos fue cero (Angelus®) y muy cercano al cero (Viarden®).

La gráfica 3 muestra la dispersión de los resultados, donde se observa que el IRM® presentó 3 mediciones de sellado favorable contra 17 desfavorables. En el caso del MTA Viarden® presentó una muestra con

resultado desfavorable, donde una pared obtuvo un valor de 3 pero en promedio el valor fue 1.5, mientras que MTA Angelus® mostró 20 muestras sin filtración.

El análisis estadístico de los resultados permitió establecer diferencia estadísticamente significativa en la microfiltración entre los grupos IRM®, MTA Angelus® y MTA Viarden® a una $p < 0.05$, el cálculo estadístico arrojó un valor de F calculado (F^c) de 48.57 que al aplicar la prueba de hipótesis se decide rechazar la nula y se asegura que existe diferencia estadísticamente significativa (Tabla 3).

ANDEVA

Microfiltración marginal a través de la obturación. (N=60)

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	41.475	2	20.738	48.57	0
Dentro de grupos	24.338	57	0.427		
Total	65.813	59			

Tabla 3: Diferencia de medias de la microfiltración marginal a través de la obturación en cámara pulpar entre los grupos. (N=60)

La prueba de Tukey permitió establecer las diferencias de las obturaciones de MTA Angelus® y MTA Viarden® con el grupo tratado con IRM®. Por otro lado al comparar las obturaciones realizadas con MTA no se pudieron establecer asociaciones estadísticas (Tabla 4).

HSD Tukey^a

(I) Material de obturación en pulpomotías	(J) Material de obturación en pulpomotías	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
MTA Angelus®	MTA Viarden®	-0.075	0.93
	IRM	-1.80000*	0
MTA Viarden®	MTA Angelus®	0.075	0.93
	IRM	-1.72500*	0
IRM	MTA Angelus®	1.80000*	0
	MTA Viarden®	1.72500*	0

*. La diferencia de media es significativa en el nivel 0.05

Tabla 4: Comparaciones múltiples de los materiales valorados (*Post hoc* de Tukey $p < 0.05$)

Discusión

El éxito de los tratamientos de pulpomotía no sólo depende del efecto biológico del material utilizado, sino que se relaciona directamente con la

capacidad de lograr un buen sellado biológico contra las microfugas inmediatas y a largo plazo, ya que la entrada de bacterias y sus toxinas son las responsables de necrosis y enfermedades periapicales, tal como menciona Witherspoon¹⁰, lo cual puede llevar al fracaso. Maturo en 2009 menciona al MTA como el material adecuado para ser utilizado en las pulpomotías, ya que su biocompatibilidad, su capacidad para endurecerse en entornos húmedos y sus propiedades de sellado son ideales¹⁴.

Por tanto, para mantener la pulpa sana y vital es imprescindible un sellado hermético de la misma, siendo éste el propósito de la terapia pulpar, que consiste en eliminar las bacterias y el mantener el resto de la pulpa y del diente en un ambiente no infectado para su recuperación y preservación según lo confirma Milani en 2017²¹.

La microfiltración es un problema clínico muy común, pero de la misma forma importante ya que los materiales dentales presentan diversos grados de filtración, y en algún punto se pierde la interfase material diente.

En los estudios de microfiltración realizados por Pashley se afirma que si un material colocado *in vitro* no presenta microfiltración, hay una mayor probabilidad de éxito clínico²². Sin embargo, existe una escasa correlación entre la extensión de la microfiltración encontrada *in vitro* y el éxito clínico de un material. La microfiltración medida *in vivo* puede ser menor que la medida *in vitro*

debido a la acumulación de productos de corrosión. La naturaleza dinámica del complejo pulpodentinario no puede estimularse fácilmente *in vitro*. *In vivo* la presión hidrostática pulpar es más alta que la de la boca. Por lo tanto, el fluido dentinal se mueve a través de los túbulos y presumiblemente a través de cualquier canal de microfiltración en la dirección opuesta al movimiento de productos bacterianos. Algunas de estas proteínas plasmáticas contenidas en el fluido dentinal son anticuerpos que pueden alterar el ecosistema dentro de los canales de microfiltración, las proteínas de gran peso molecular, como el fibrinógeno, en realidad pueden reducir la permeabilidad de la dentina mediante la adsorción a las paredes del túbulo, haciendo que la dentina sea menos permeable con el tiempo. La esclerosis de la dentina es otro proceso fisiológico que puede disminuir la permeabilidad de la dentina *in vivo* con el tiempo. Por lo tanto, por muchas razones, los estudios *in vitro* de microfiltración, aunque son muy importantes, pueden no extrapolarse directamente a condiciones *in vivo* ²².

Autores como Balaji y cols. mencionan las propiedades del material de relleno coronal ideal, las cuales son: que proporcione un buen sellado de los márgenes de los dientes, similar al cemento y dentina, poseer baja solubilidad, resistir cambios dimensionales a diversas temperaturas, buena resistencia a la abrasión y a la compresión, compatible con los demás materiales y con el tejido con el cual estará en

contacto. En caso de pérdida del relleno coronal, habrá inflamación periapical que podría provocar el fracaso del tratamiento endodóntico. Se observa que la fuga del sello coronal es la etiología de la falla del conducto radicular²³.

Las cavidades se obturaron con un espesor de 4 mm de material de acuerdo con la recomendación de Webber y cols. ²⁴, quienes encontraron que se requería una profundidad mínima de 3.5 mm de Cavit[®] para evitar la fuga total de las moléculas de tinte.

Las muestras fueron termocicladas durante 500 ciclos entre $5\pm 5^{\circ}\text{C}$ y $55\pm 5^{\circ}\text{C}$ como lo hicieron Prabhakar y cols., estas temperaturas son toleradas por los tejidos orales y son adecuadas para simular la temperatura intraoral. De esta forma se ha demostrado que los cambios de temperatura en la cavidad oral afectan negativamente el sellado marginal del material dental debido a que los coeficientes lineales de expansión térmica de los materiales y la dentina son diferentes, tal vez representando la principal etiología de las filtraciones. La tinta china se usó como marcador para la evaluación de microfiltración porque es un indicador sensible de fugas y tiene un tamaño molecular pequeño, similar al de las moléculas de nutrientes para microorganismos. Además, no es absorbido por el cristal de hidroxiapatita de la dentina y se usa con frecuencia para estudios de microfiltración²⁵. En este estudio se observó en el IRM[®] un pobre sellado en comparación de los otros

materiales de relleno temporal, tal como lo vimos en el presente estudio.

En el estudio de Farto y cols. se realizaron dos determinaciones del grado de microfiltración de la pared coronal axial y la cavidad proximal, con IRM® y MTA como material de relleno. Por otra parte, en este estudio se realizó la determinación de la microfiltración en pared mesial y distal, ya que la mayoría de las veces, los dientes primarios tienen al menos una pared proximal comprometida, siendo, de manera que las características mecánicas del material de relleno son de suma importancia. Con base en estos resultados, existe coincidencia en que las obturaciones con MTA en los molares mostraron resultados de pruebas de filtración más bajos que las obturaciones con obturaciones con IRM®, siendo el MTA exitoso en ambas paredes.²⁶

Del mismo modo, en el estudio de Odabas y cols. se realizaron pulpotomías con 5 materiales de obturación temporal, entre ellos el IRM®, y se concluyó que fue de los materiales con mayor filtración²⁷, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio.

En este trabajo no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el MTA Viarden® y MTA Angelus®, lo que sugiere que cualquier marca que se desee usar es una buena opción. Cuando se usa en pulpotomías de molares deciduos, el MTA es un material que produce un sellado adecuado y evita la filtración de líquidos, lo que permite que se indique como agente de pulpotomía y como

material de obturación ya que no siempre es posible colocar una corona de acero cromo inmediatamente, teniendo la certeza que el material será el mejor en sellado y en biocompatibilidad.

Es importante considerar que las características mecánicas de los estudios mencionados en la literatura se realizaron con dientes permanentes y deciduos, los resultados a veces pueden diferir por las características anatómicas de ambos. Se deben desarrollar estudios más complejos con muestras más grandes y a mayor tiempo.

Conclusiones

Con base en los resultados de este estudio, se concluye que el MTA no muestra microfiltración cuando se usa como agente regenerador en pulpotomías de molares, sin encontrar diferencia entre las dos marcas comerciales mencionadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de estudios de Alexis Paola Aguilar Pérez para cursar el Programa de la Especialidad de Odontopediatría de la DEPeI, Facultad de Odontología de la UNAM. De la misma manera, agradecen al Laboratorio de Materiales Dentales de la DEPeI por las facilidades para la elaboración de este trabajo.

Referencias bibliográficas

1. Vos T, Abajobir AA, Abbafati C,

- et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017;390(10100):1211-1259.
2. FDI. *El Desafío de Las Enfermedades Bucodentales. Una Llamada a La Acción Global. Atlas de Salud Bucodental 2a*. 2a ed. Ginebra: Federación Dental Internacional (FDI); 2015.
 3. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003 WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2003;31 Suppl 1:3-23.
doi:10.1046/j..2003.com122.x
 4. Musale PK, Kothare SS, Soni AS. Mineral trioxide aggregate pulpotomy: Patient selection and perspectives. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2018;10:37-43.
 5. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*. 2016;28(2):58-67.
 6. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. 2017;40(6):343-351.
 7. Ranly DM. Pulpotomy therapy in primary teeth : new modalities for old rationales. 1994;16(6):403-409.
 8. Aeinehchi M, Dadvand S, Fayazi S, Bayat-Movahed S. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. *Int Endod J*. 2007;40(4):261-267.
 9. Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod*. 1998;24(3):176-179.
 10. Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ, et al. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales: estudio piloto a 15 meses. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal*. 2015;9(1):222-227.
 11. Deveaux E, Hildeibert P, Neut C. Bacterial microleakage of Cavit , IRM, and TERM. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992;74(7).
 12. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod*. 1993;19(11):541-544.
 13. 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):591-595.
 14. Maturo P, Costacurta M, Bartolino M, Docimo R. MTA *Applications in Pediatric Dentistry*. 2009:37-44.
 15. Eidelman E, Odont D, Holan G, Fuks AB. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: A preliminary report. *Pediatr Dent*. 2001;23(1):15-18.
 16. Tawil PZ, Duggan DJ. Mineral Trioxide Aggregate (MTA): Its

- History, Composition, and Clinical Applications. (C).
17. Chemical RPI. Mineral Trioxide Aggregate : A Comprehensive Literature. *J Endod.* 2010;36(1):16-27.
 18. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations. *J Endod.* 2010;36(2):190-202.
 19. Dittel A, Méndez M, Hernández J PA. Grado de sellado marginal de materiales de obturación temporal en molares primarios con pulpotomía. Estudio "in vitro." *Rev Odontológica Mex.* 2006;10:83-87.
 20. Alva EP, Tataje JO. Influencia del uso de Papacarie en el sellado marginal de obturaciones directas. 2008;11(2):51-55.
 21. Milani S, Seraj B, Heidari A, Mirdamadi A SM. Coronal Sealing Capacity of Temporary Restorative Materials in Pediatric Dentistry : A Comparative Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2017;10(June):115-118.
 22. Pashley DH. Clinical Considerations of Microleakage. *J Endod.* 1990;16(2):70-77.
 23. Balaji S. Assessment of Coronal Leakage with Two Intracanal Medicaments After Exposure to Human Saliva – An In Vitro Study. :406-411.
 24. Webber RT, del Rio CE, Brady JM, Segall RO. Sealing quality of a temporary filling material. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1978;46(1):123-130.
 25. Prabhakar AR. Comparative Evaluation of Sealing Ability , Water Absorption , and Solubility of Three Temporary Restorative Materials : An in vitro Study. 2017:136-141.
 26. Farto J, Sahli CC, Boj JR, Aggregate MT, White B. Microleakage of MTA in primary molar pulpotomies. 2017:183-187.
 27. Odabas ME, Tulunoglu O, Ozalp SO, Bodur H. Microleakage of different temporary filling materials in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent.* 2009;34(2):157-160. 276015347