

Evaluación de la microfiltración apical de Biodentine™ como material de obturación apical mediante el transporte de fluidos computarizado.

Evaluation of the apical microleakage of Biodentine™ when used as an apical sealing material, using computational fluid dynamics.

Daniel Silva-Herzog Flores,* Francisco Fermín Rodríguez Ojeda,** Luis Alberto González Murillo,***
Claudia Edith Dávila Pérez,† Fernando Torres Méndez,†† Alejandro López-Aldrete†

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la capacidad de Biodentine™ para resistir la microfiltración cuando es usado como material de retroobturación mediante un sistema de transporte de fluidos computarizado. **Metodología:** En este estudio se utilizaron 60 raíces de dientes unirradiculares, se instrumentaron y obturaron con el sistema de cono único estandarizado del sistema ProTaper (Dentsply, Maillefer, Suiza) con ultrasonido, utilizando el sellador de conductos radiculares Silco (Silva-Collyan SLP, México). Se hizo la preparación de la cavidad retrógrada con ultrasonido utilizando la punta E31D del sistema Retro Kit (NSK Company, Japón), con un diámetro de 2 mm. Se llevó a cabo la retroobturación con cada uno de los cementos a evaluar; grupo 1: obturados con Biodentine™ (Septodont, Francia), grupo 2: obturados con MTA Gris (Angelus™, Londrina PR, Brasil), grupo 3: control. Se utilizó un software creado específicamente para evaluar microfiltración; éste, por medio de sensores infrarrojos, detecta la variación de voltaje de una burbuja de aire dentro de un capilar. El programa expresa el tiempo que tarda la burbuja en pasar por el segundo sensor (mm/min), los cuales se convierten a $\mu\text{L}/\text{min}$, para después expresarlos en unidades de filtración, realizándose mediciones en un solo lapso. **Resultados:** La evaluación en este estudio de la microfiltración apical de Biodentine™ y MTA Gris Angelus™, arrojó resultados favorables para ambos; se comprobó que no existe diferencia significativa en cuanto a la microfiltración entre ellos; sin embargo, ambos materiales mostraron diferentes características en cuanto a su manipulación, tiempo de fraguado y porosidad. No se presentó diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p = 0.256$)

ABSTRACT

Objective: To evaluate, using computational fluid dynamics, the ability of Biodentine™ to resist microleakage when used as a retro-sealing material. **Methodology:** In this study, 60 single-rooted teeth were used, which were biomechanically prepared and filled using the standardized ProTaper single-cone technique (Dentsply, Maillefer, Switzerland) and ultrasound, using Silco root-canal sealer (Silva-Collyan, SLP, Mexico). The retrograde cavity was prepared using ultrasound and a Retro Kit (NSK Company, Japan) E31D 2 mm-diameter tip. Retrograde filling was performed using each of the sealers to be evaluated, as follows: group 1: sealed with Biodentine™ (Septodont, France); group 2: sealed with Grey MTA (Angelus™, Londrina PR, Brazil); group 3: control. A specially designed software was used, which measures microleakage by using infrared sensors to detect changes in voltage in an air bubble within a capillary tube. The software expresses the time it takes (mm/min) for the bubble to pass through the second sensor, then converts these measurements into $\mu\text{L}/\text{min}$ to express the rate of leakage. All of the measurements are taken considering a single interval. **Results:** The results of the evaluation of the apical microleakage of Biodentine™ and MTA Grey Angelus™ obtained in this study were, in both cases, favorable, proving that there is no significant difference between the two in this respect. However, the characteristics of each in terms of their handling, setting time, and porosity differed. No statistically significant difference between the Mann-Whitney U group and the Kruskal-Wallis group was found ($p = 0.256$). **Conclusion:** The performance of Biodentine™ and Gray MTA Angelus™ is ideal for retrograde filling pur-

* Doctor en Ciencias. Profesor Investigador. Coordinador de la Maestría en Endodoncia. Facultad de Estomatología.

** Maestro en Endodoncia. Graduado de la Maestría en Endodoncia. Facultad de Estomatología.

*** Maestro en Ciencias. Profesor Investigador en Ingeniería Mecatrónica. Facultad de Ingeniería.

† Doctor(a) en Ciencias. Profesor(a) Investigador(a). Maestría en Endodoncia. Facultad de Estomatología.

†† Maestro en Ciencias. Profesor Investigador. Maestría en Endodoncia. Facultad de Estomatología.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP, México.

Recibido: Junio 2015. Aceptado para publicación: Diciembre 2015.

U Mann-Whitney y Kruskal Wallis. **Conclusión:** El Biodentine™ y MTA Gris Angelus™ presentan un comportamiento óptimo para la obturación retrógrada. Se requiere realizar otros estudios, como las observaciones al MEB, para determinar la calidad de la obturación en cuanto a la interfase con la estructura dentinaria.

Palabras clave: Microfiltración apical, obturación retrógrada, transporte de fluidos computarizado.

poses. Further studies are needed, including SEM analysis, in order to determine the quality of the seal, with respect to the interface formed with the dentin structure.

Key words: Apical microleakage, retrograde filling, computational fluid dynamics.

INTRODUCCIÓN

La selección de un buen material para la obturación apical es un paso fundamental para la resolución de un caso con una lesión periapical persistente; las principales condiciones que deberá presentar este material es su biocompatibilidad y proveer un sellado hermético para evitar filtración; no ser tóxico ni reabsorbible, radiopaco, bacteriostático y tener capacidad para inducir osteogénesis y reparación.¹

Los materiales que han sido empleados con este fin son: óxido de zinc (Cavit), amalgama, óxido de zinc y eugenol, fosfato tricálcico (Biodentine™),² óxido de zinc y eugenol modificado con ácido etoxibenzoico (SuperEBA), componentes de resina, cementos de ionómero de vidrio y mineral trióxido agregado (MTA).³ No obstante, existen algunas desventajas en ellos, como su incapacidad para obtener un buen sellado de la comunicación existente entre la cavidad oral y el tejido que lo rodea, baja biocompatibilidad e incapacidad para inducir osteogénesis.

A principios de la década de los 90, el mineral trióxido agregado (MTA) fue desarrollado en la Universidad de Loma Linda, California, para sellar perforaciones entre los dientes y las superficies externas; además, se ha usado como material de obturación apical en cirugías periapicales, en apexificaciones y como recubrimiento pulpar directo.³

El Biodentine™ es un material bioactivo sustituto de dentina recientemente introducido a la práctica odontológica por Septodont (Saint-Maur-des-fossés Cedex, Francia);^{2,4} su uso como material de recubrimiento pulpar directo muestra resultados muy favorables y superiores al MTA, pero cuando se emplea en perforaciones radiculares y como material de obturación apical no ha sido estudiado. Ya que este material está hecho a base de silicato tricálcico (Ca_3O_5S), puede tener resultados prometedores y superiores al material tradicionalmente usado (MTA), pues muestra una excelente biocompatibilidad con los tejidos.

El MTA fue inicialmente propuesto para la obturación retrógrada del conducto radicular en cirugía endodóntica; debido a su biocompatibilidad y su capacidad para inducir la precipitación de fosfato de calcio en el tejido periodontal, desempeña un papel importante en la reparación de tejido óseo. La alta calidad de la interfase entre el material y la dentina asegura el éxito clínico a largo plazo y reduce el riesgo de percolación marginal.³

El Biodentine™ es un material recientemente introducido al mercado (2011), principalmente compuesto de silicato tricálcico. Es usado para tratamientos de reparación en corona y raíz, reparando perforaciones, resorciones, empleado para apexificaciones y como material de retroobturación; también puede ser utilizado como un sustituto de dentina en caries demasiado extensas. El fabricante resalta la bioactividad y la biocompatibilidad del material, así como su capacidad para preservar la vitalidad pulpar y crear puentes dentinarios. Debido a estas cualidades, las indicaciones y la falta de estudios por su reciente introducción al mercado, se propone en este estudio utilizarlo como material de retroobturación, evaluando la capacidad de sellado apical.^{2,4}

El presente estudio pretende evaluar el sellado apical del material de retroobturación MTA gris Angelus™ en comparación con Biodentine™, determinado por un método de microfiltración de fluidos computarizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 raíces de dientes unirradiculares almacenadas en 100% de humedad desde su extracción; se estandarizaron y cortaron con un disco de diamante (KG Sorensen®/Brasil) a 14 mm cada diente, analizándose cada raíz al microscopio estereoscópico (Leica EZ4D, Singapur) buscando signos de fisuras, fractura o reabsorción antes y después de la preparación retrógrada apical; se colocaron en un baño ultrasónico con hipoclorito de sodio al 1% durante 30 minutos para eliminar cualquier tipo de interferencias en la superficie radicular.

A continuación, fueron patentizados los conductos con una lima manual tipo K Núm. 10 (Dentsply, Maillefer, Suiza) hasta visualizarse por la salida del foramen apical. A esa longitud se retiró un milímetro para establecer la longitud de trabajo. Se utilizó para la instrumentación el sistema ProTaper Universal (Dentsply, Maillefer, Suiza). Se usó la secuencia de acuerdo con el fabricante hasta la lima F3 (punta calibre #30, conicidad 9%) a longitud de trabajo, irrigándose dos mililitros con hipoclorito de sodio al 2.5% entre cada lima.

Al terminar la instrumentación, se realizó la irrigación final con EDTA al 18% (Ultradent Products Inc. SP, Brasil), seguido de alcohol al 96%, secándose el conducto con puntas estériles de papel estandarizadas #30 (Viarden, México). Al concluir la instrumentación, las raíces se obturaron con el sistema de cono único estandarizado del sistema ProTaper (Dentsply, Maillefer, Suiza), puntas F3 y colocación de puntas accesorias Medium-Fine (Hygenic, Coltene/Whaledent Inc. Alemania) con ultrasonido, utilizando el sellador de conductos radiculares Silco (Silva-Collyan SLP, México).

Preparación y obturación de la cavidad retrógrada

Después de terminada la obturación de los conductos radiculares, se realizó la resección de los 3 mm apicales con una fresa de fisura de diamante grano fino en una pieza de alta velocidad; posteriormente, se eliminaron 3 mm de gutapercha y se hizo la preparación de la cavidad retrógrada con ultrasonido utilizando la punta E31D del sistema Retro Kit (NSK Company, Japón), con un diámetro de 2 mm. Todo esto se realizó observándose la raíz con el microscopio estereoscópico (Leica EZ4D, Singapur), con una magnificación de 16x.

Terminada la retrorreparación apical, se observó cada muestra en busca de alguna fractura o líneas de fisura, descartándose las raíces que presentaran dichas anomalías; una vez hecho esto, se procedió a la colocación de los materiales a evaluar de acuerdo con las especificaciones de cada fabricante.

Se colocó cianoacrilato y barniz de uñas en la superficie radicular, exceptuando 3 mm apicales, antes de la preparación cavitaria; se dejaron secar y se mantuvieron en humedad relativa para realizar las mediciones posteriores a las 72 horas de haber colocado los materiales a estudiar.

Análisis de filtración

Para el análisis de la filtración, se utilizó la técnica de filtración de fluidos propuesta por Pashley (1957)⁵

y modificada por Wu (1993),⁶ utilizando el sistema computarizado descrito por Orucoglu y colaboradores (2005).⁷ El software utilizado en este estudio fue creado por el profesor-investigador MsC. Luis González Murillo, coordinador de la carrera de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería, UASLP.

El sistema consta de un tanque de oxígeno con la adaptación de un manómetro que regula la presión de salida del tanque; de éste sale una manguera directamente a una olla de presión de tipo industrial con una capacidad de 19.5 litros, misma que mantiene una presión constante de 15 psi (1.02 atm); al sobrepasar una presión de 23 psi, se activa una válvula de seguridad que se le adaptó con ese fin. De la olla de presión sale una manguera de silicón de 15 cm de longitud y 1 cm de diámetro, a la cual se le adaptó una manguera de silicón de 50 cm de longitud y 3 mm de diámetro con una bifurcación en medio, donde se coloca una jeringa hipodérmica que nos sirve para colocar la burbuja de aire; en el otro extremo de esta manguera, va adaptado el extremo de un capilar de 75 mm de longitud y 1 mm de diámetro (Chase, Scientific Glass, Inc. Rockwood, TN, USA). En el otro extremo del capilar, se adaptó una manguera adicional del mismo calibre, donde se colocan las muestras a evaluar. Se aplicó cianoacrilato (Kola Loka, Industrias Kola Loka, SA de CV, Tlalnepantla, Edo. de México, www.kolaloka.com) y silicón (Sista, Henkel Mexicana, SA, Huixquilucan, Estado de México, www.henkel.mx) en las uniones para evitar fugas (Figura 1).

En el interior de la olla de presión se colocaron 10 litros de agua destilada y 200 mL de azul de metileno para llenar el sistema con agua teñida; después, se purgó el sistema durante un minuto dejando correr el agua y evitando la existencia de aire en el mismo.

De la tarjeta que contiene los sensores infrarrojos salen cuatro cables aislados: dos de ellos van conectados a una fuente reguladora de voltajes que proporciona solamente cinco voltios para que se puedan realizar las mediciones; los otros dos cables van conectados a una tarjeta procesadora de información (National Instruments, Austin, TX, USA) conectada al sistema de cómputo para la lectura de los sensores. En la figura 2 se muestra el diagrama del sistema utilizado.

El primer sensor infrarrojo detecta la variación del voltaje producido por la burbuja para así realizar la medición al momento que ésta pasa por el primer sensor y termina la medición pasando por el segundo sensor; ambos mantienen una distancia de 2.6 cm, de tal manera el programa podrá expresar el tiempo que tarda en pasar la burbuja de un sensor a otro, arrojando



Figura 1.

Transporte de fluidos computarizado. A-C) Montaje del sistema, D) tarjeta procesadora de información, E) fuente de energía, F) visualización del programa, G) tarjeta con dos sensores láser infrarrojo, H) posicionamiento de la burbuja en el capilar, I) colocación de la muestra.

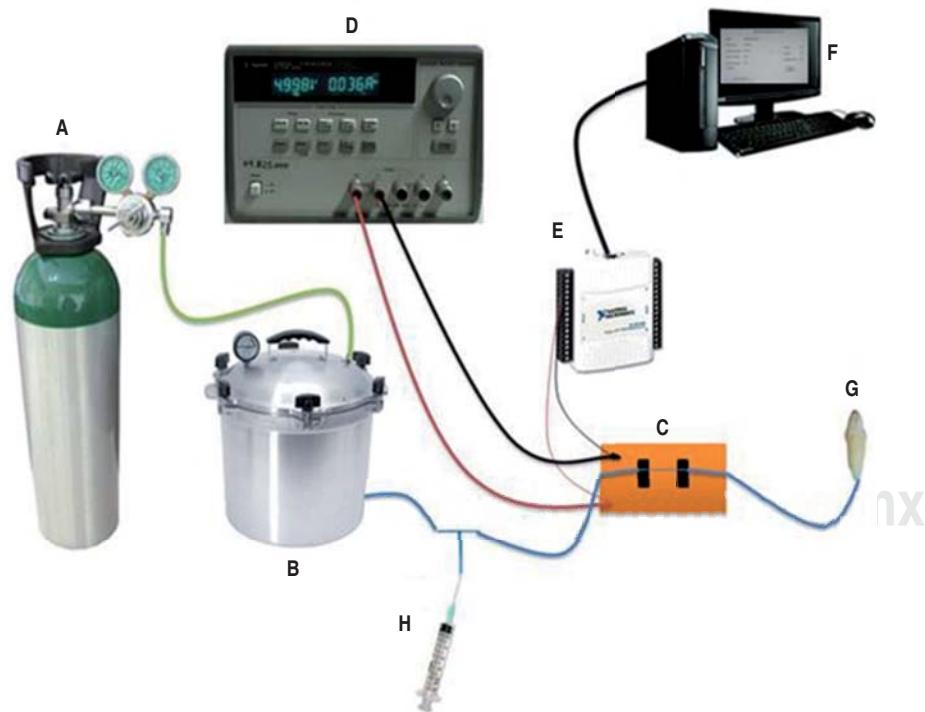


Figura 2.

Diagrama del sistema. A) Tanque de oxígeno, B) olla de presión tipo industrial, C) tarjeta con dos sensores láser infrarrojo, D) fuente de energía, E) tarjeta procesadora de información, F) sistema de computo, G) muestra, H) jeringa de inyección de burbuja.

resultados en mm/min, los cuales se convierten a $\mu\text{L}/\text{min}$, para después expresarlos en unidades de filtración ($\mu\text{L}/(\text{cmH}_2\text{O}^{-1}\text{min}^{-1})$). Se realizan mediciones en un solo lapso.

La relación de variables que se estableció para calcular las unidades de filtración fue la siguiente:

$$\text{AV/P} = [(\text{mm}^2/\text{min})/\text{cmH}_2\text{O}] = [(\text{mm}^3/\text{min})/(\text{cmH}_2\text{O}/1)] = \mu\text{L}/\text{min cmH}_2\text{O} = (\mu\text{L}) (\text{min}^{-1}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1}) \text{ o } (\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1}\text{min}^{-1})$$

RESULTADOS

Los resultados de la medición de la filtración de las muestras se analizaron con el programa JMP versión 10, con un nivel de significancia del 95% ($p < 0.05$). Para conocer la normalidad de los residuos y la distribución de las variables, se utilizaron las pruebas estadísticas Shapiro Wilk, Levene y Brown Forsythe, dando como resultado una distribución no paramétrica ($p < 0.05$); por lo tanto, para determinar diferencias se utilizó la prueba estadística de Kruskal Wallis y U-Mann Whitney.

Todos los valores son representados mediante estadística descriptiva, utilizando tablas que muestran las medidas de tendencia central y de variabilidad.

Los resultados obtenidos por grupo se presentan en los cuadros I a III, expresados en las siguientes unidades de filtración: $(\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1}\text{min}^{-1}) (10^{-3})$.

No se presentó diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p = 0.256$) U Mann-Whitney y Kruskal Wallis.

Cuadro I. Resultados de los grupos control positivo y control negativo.

Control positivo		Control negativo	
Muestra	Filtración	Muestra	Filtración
1	0.516	1	0.000
2	0.533	2	0.000
3	0.719	3	0.000
4	0.728	4	0.000
5	1.380	5	0.000

Los resultados de filtración están expresados en $(\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1}\text{min}^{-1}) (10^{-3})$.

Cuadro II. Resultados de los grupos Biodentine™ y MTA Angelus.

Biodentine™		MTA Angelus	
Muestra	Filtración	Muestra	Filtración
1	0.123	1	0.203
2	0.117	2	1.050
3	0.000	3	0.120
4	0.000	4	0.440
5	1.760	5	0.206
6	0.000	6	0.302
7	0.338	7	0.506
8	0.167	8	0.000
9	0.363	9	0.242
10	0.132	10	0.294
11	0.174	11	0.249
12	0.506	12	0.222
13	0.167	13	0.358
14	0.256	14	0.264
15	0.148	15	0.204
16	0.174	16	0.197
17	0.133	17	0.929
18	0.155	18	0.286
19	0.274	19	0.187
20	0.127	20	0.206
21	0.187	21	0.249
22	0.186	22	0.219
23	0.317	23	0.354
24	0.208	24	0.338
25	0.000	25	0.132

Los resultados de filtración están expresados en $(\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1}\text{min}^{-1}) (10^{-3})$.

Cuadro III. (n = 25) Valores de las medidas de tendencia central por grupo y desviación estándar (DE).

Medidas de tendencia central por grupo			
Materiales de retroobturación (n = 25)	Media	Rangos máx.-mín.	± DE
Biodentine™	0.204	1.76-0	0.339
MTA Angelus	0.310	1.05-0	0.229

Los resultados están expresados en $(\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1}\text{min}^{-1}) (10^{-3})$.

DISCUSIÓN

El propósito de la colocación de un material de obturación retrógrada es proveer un sellado apical que inhiba la filtración de irritantes del sistema de conductos radiculares hacia los tejidos periodontales. La ausencia de un material que reúna las características ideales para lograr un sellado hermético en obturaciones retrógradas hace que continuamente se estén evaluando los materiales más utilizados y se prueben otros nuevos. De todas las propiedades que deben tener los materiales para este tipo de tratamiento, Higa y colaboradores⁸ refieren que la calidad del sellado apical obtenido por los materiales de obturación retrógrada ha sido evaluada por diferentes métodos como filtración bacteriana, penetración de tinta y filtración de fluidos.

La microfiltración pudo ser medible de acuerdo con el método de filtración de fluidos; Pommel y su grupo⁹ realizaron una evaluación de tres sistemas para medir la microfiltración, en el cual resultó que este método puede semejar más las condiciones que se encuentran en la clínica, en comparación con la penetración de tinta y el método electroquímico; este método presenta varias ventajas sobre los demás, como la no destrucción de la muestra; esto permite que las mediciones puedan seguir cuantas veces sean necesarias, así como que no influyan el tamaño de las partículas usadas, la afinidad con la dentina o el pH.

El sistema de filtración de fluidos requiere de cierta presión generada por un tanque de oxígeno. Pommel y Camps¹⁰ realizaron un estudio donde analizaron la presión óptima para trabajar el sistema y que más se asemejara a las condiciones clínicas, reportando que una presión de 15 psi es la ideal cuando se utiliza un sistema de alta sensibilidad; es por eso que en este estudio se utilizó dicha presión.

Los resultados se expresaron en las siguientes unidades de variables: $[(\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1} \text{ min}^{-1}) (10^{-3})]$, tal y como lo sugieren Pommel y Camps¹⁰ en su investigación, en la cual mencionan que cuando los resultados se expresen en $\mu\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$, éstos van a depender directamente de la presión utilizada; por lo tanto, la presión deberá ser incluida en la expresión de los resultados como $(\mu\text{L}) (\text{cmH}_2\text{O}^{-1} \text{ min}^{-1})$ en vez de sólo expresarlos en $(\mu\text{L}) (\text{min}^{-1})$.

Años más tarde, Oruçoğlu y colegas⁷ propusieron una modificación al sistema de filtración de fluidos, ofreciendo un método más simple para la medición de la filtración en endodoncia, eliminando los errores y la subjetividad de la visión del operador, implementando un sistema totalmente electrónico y digital que

expresa los resultados de manera similar a lo descrito por Pommel y Camps en 2001,¹⁰ comparándolo con nuestro estudio; la fórmula implementada es igual a la descrita por los dos trabajos anteriores, y es por esta modificación que realizaron Oruçoğlu y su equipo⁷ que se utilizó el sistema de transporte de fluidos computarizado.

La evaluación de la microfiltración apical de BiodentineTM y MTA AngelusTM en este estudio arrojó resultados favorables para ambos, y comprobó que no existe diferencia significativa en cuanto a la microfiltración que llegó a ocurrir entre ellos; sin embargo, ambos materiales mostraron diferentes características en cuanto a su manipulación, tiempo de fraguado y porosidad.

Un estudio realizado por Tobón-Arroyave y colaboradores¹¹ demuestra que al evaluar el MTA utilizado como material de obturación a retro presenta filtración apical, y lo atribuyeron a la mezcla del material con agua destilada y a la porosidad que presenta el mismo. Los resultados obtenidos en este estudio con base en la microfiltración del MTA no son estadísticamente significativos comparándolos con BiodentineTM, por lo que concluimos que el MTA tiene una mínima microfiltración. Esta discrepancia en resultados puede ser debida a la diferencia de sistemas utilizados, ya que ellos utilizaron el sistema de penetración en tinta.

Debido a la falta de estudios del recientemente introducido BiodentineTM, es difícil comparar nuestro estudio bajo las condiciones en las que lo realizamos con otros, pero en un estudio realizado por Astrup y su grupo bajo condiciones similares a las nuestras, donde evaluaron BiodentineTM contra MTA utilizados como materiales de obturación a retro, encontraron diferencias estadísticamente significativas, ya que el BiodentineTM presentó filtración apical determinada por el método de penetración en tinta y observándolos al microscopio estereoscópico; ellos atribuyen esos resultados a que BiodentineTM estaba a punto de caducar, resultados que en nuestra investigación no son comparables dado que el método que se utilizó para determinar la filtración apical no es muy confiable.

Los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos, pero sí presentaron filtración apical, aunque ambos materiales se manejaron bajo las especificaciones de cada fabricante. La filtración apical presentada en los especímenes se podría conferir a la existencia de conductillos laterales o accesorios presentados en las muestras analizadas en ambos materiales; por otro lado, en el MTA se podría atribuir a que el mezclarlo con agua destilada hace al material poroso.

CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, podemos concluir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre Biodentine™ y MTA Gris Angelus™ en cuanto a la microfiltración apical.

El uso y aplicación de Biodentine™ y MTA Gris Angelus™, por su mínima filtración, no pone en riesgo el éxito en los procedimientos quirúrgicos y ambos materiales son altamente recomendables para su uso como materiales de retroobturación.

PERSPECTIVAS

Se requieren futuras investigaciones que corroboren las diferentes propiedades de Biodentine™, así como estudios que complementen la información obtenida en los resultados de este trabajo, como observaciones al MEB para determinar la calidad de la obturación, correlaciones de filtración con el microscopio estereoscópico y la cantidad de colorante que penetró en los tubulillos dentinarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bergenholtz G, Hørsted-Bindslev P, Reit C. Endodoncia. 2.^a ed. México: Manual Moderno; 2011.
2. <http://www.septodont.es/products/biodentine>
3. <http://www.angelus.ind.br/>

4. <http://www.dental-laval.cl/uploads/archivos/septodont/Biodentine%20Septodont.pdf>
5. Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new *in vitro* method. *J Prosthet Dent.* 1986; 56 (4): 435-440.
6. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long-term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod.* 1998; 24 (8): 557-560.
7. Oruçoglu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin-based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod.* 2005; 31 (12): 886-890.
8. Higa RK, Torabinejad M, McKendry DJ, McMillan PJ. The effect of storage time on the degree of dye leakage of root-end filling materials. *Int Endod J.* 1994; 27 (5): 252-256.
9. Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod.* 2001; 27 (5): 347-350.
10. Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod.* 2001; 27 (4): 256-258.
11. Tobón-Arroyave SI, Restrepo-Pérez MM, Arismendi-Echavarría JA, Velásquez-Restrepo Z, Marín-Botero ML, García-Dorado EC. *Ex vivo* microscopic assessment of factors affecting the quality of apical seal created by root-end fillings. *Int Endod J.* 2007; 40 (8): 590-602.

Correspondencia:

Alejandro López-Aldrete, PhD.

Maestría en Endodoncia.

Facultad de Estomatología.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Av. Manuel Nava Núm. 2, San Luis Potosí, SLP. México

Zona Universitaria.

E-mail: lopezaldrete.a.doctorado@gmail.com