

Evaluación del selle apical de tres sistemas de obturación de conductos: In vitro

* Dra. Tatiana Ramírez M.

** Dra. Mónica Picado P.

*** Dr. Mauricio Montero A.

**** Dr. Rodolfo Zeledón M.

RESUMEN

La obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, es uno de los requisitos que mejoran el pronóstico de un tratamiento radicular. El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad de selle apical de tres sistemas de obturación comerciales. Se utilizó un total de 40 muestras obtenidas a partir de primeras premolares inferiores. Aleatoriamente se asignaron 10 muestras a cada uno de los 3 grupos experimentales obturados con los sistemas Epiphany®, GuttaFlow® y Gutapercha + Sultan® (cemento a base de óxido de zinc y eugenol), y 2 grupos control de 5 muestras cada uno. Como medio de filtración se utilizó la inmersión en tinta china de forma pasiva, y posteriormente, se evaluaron las muestras bajo el microscopio estereoscópico. El grupo de gutapercha + cemento a base de óxido de zinc y eugenol, presentó el mayor promedio y el mayor porcentaje de muestras con filtración, 1.7mm y 100% respectivamente, mientras que el de GuttaFlow® registró los menores valores, 0.5mm y 30% respectivamente. Se encontró significancia estadística entre los promedios de filtración del grupo de GuttaFlow® y el de gutapercha + Sultan® ($p < 0.05$). De los materiales utilizados, se concluye que el cemento GuttaFlow®, permitió el menor porcentaje de filtración.

PALABRAS CLAVE

Cemento sellador, obturación, filtración apical, diafanización.

ABSTRACT

The tridimensional filling of the root canal system is a desired condition to enhance the root canal treatment prognosis. The purpose of this study is to evaluate the sealing ability of three commercial root canal sealing systems. Forty samples were obtained from extracted lower first molars and randomly assigned in 3 experimental groups of 10 and 2 control groups containing 5 samples each. The root filling systems used were Epiphany®, GuttaFlow® and Gutapercha + Sultan® (lateral condensation). Passive immersion in china ink was used after preparation and filling of the root canal was completed. The Gutapercha + Sultan® group showed the highest mean penetration (1.7mm) and the highest percentage of samples with leakage (100%), whereas GuttaFlow® group had the lowest, 0.5mm and 30% respectively. We also observed significant difference of mean leakage between these two groups ($p < 0.05$). After using the root filling systems under the conditions utilized in this study, we conclude that GuttaFlow® provides a better apical seal than the other groups.

KEY WORDS

Sealer cement, root canal filling, apical microleakage, diafanization.

Introducción

Uno de los requisitos para el éxito de la obturación radicular, es el logro y el mantenimiento de una obturación tridimensional del sistema de conductos. Este “selle hermético” debe impedir la penetración de bacterias y sus productos derivados a los tejidos perirradiculares o hacer inviable la reproducción de restos de microorganismos (Saleh y cols. 2008) (Hammad M. y cols. 2009).

Un cemento sellador asociado con gutapercha, se utiliza para lograr un sellado impermeable apical; además sirve de lubricante cuando se inserta el cono de gutapercha, como relleno para cubrir las irregularidades de la preparación, y es necesario porque la gutapercha no sella espontáneamente las paredes dentinales del conducto preparado (Pommel y cols. 2003).

Diversos tipos de materiales se han utilizado en el tratamiento del conducto radicular en un intento por lograr éxito; sin embargo, la forma más común de tratamiento usa una combinación de conos de gutapercha y un cemento sellador. La gutapercha se considera

un material impermeable, por lo tanto, se espera que los vacíos de la obturación en un conducto radicular obturado, se den en las interfaces entre el sellador y la dentina o el sellador y la gutapercha. El sellado de un conducto radicular de calidad, también depende de la capacidad de selle del cemento (Cobankara y cols. 2006).

Al principio se utilizaron cementos selladores que endurecían al fraguar, pero resultaron insatisfactorios. Además se pensaba que el cemento empleado debía poseer una acción antiséptica fuerte, lo cual condujo al desarrollo de muchas pastas de cemento con fenol, formalina u otros. Más adelante se aplicaron numerosas pastas, selladores y cementos en un intento por descubrir el mejor agente sellador para usar con la gutapercha (Cohen y Burns 2004).

Para Cohen y Burns 2004, el papel que desempeña hoy en día, la obturación de los conductos radiculares se puede resumir en tres puntos:

1. Bloquear la comunicación entre la cavidad bucal y el tejido periradicular.
2. Impedir el desarrollo de alguna bacteria que haya podido quedar en el sistema de conductos radiculares.

* Instructor Licenciado, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

** Instructor Licenciado Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

*** Profesor Invitado, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

**** Profesor adjunto, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

3. Impedir el paso de los fluidos periapicales hacia el interior del conducto, no porque puedan causar inflamación, sino por la posibilidad de que constituyan una fuente de nutrición para posibles bacterias que permanezcan en los conductos.

El uso de un sellador durante la obturación de un conducto radicular, es esencial para el éxito; un buen cemento sellador debe ser biocompatible y bien tolerado por los tejidos periradiculares. Sin embargo, todos los selladores son tóxicos cuando están recién mezclados, pero la toxicidad disminuye con el fraguado. Al parecer, la capacidad de cicatrización y reparación de los tejidos no parece afectarse por la mayoría de los selladores, siempre que esas sustancias no liberen productos de descomposición adversos, con el transcurso del tiempo (Cohen y Burns 2004).

Cemento de óxido de zinc y eugenol

Los cementos de óxido de zinc y eugenol se han utilizado con éxito, durante mucho tiempo; pero estos experimentan reabsorción si pasan a los tejidos periradiculares, tienen un tiempo de fraguado largo, se contraen al fraguar, se pueden disolver y teñir la estructura dental. Una ventaja de los cementos de este grupo, es su actividad antimicrobiana (Cohen y Hargreaves 2006).

Están constituidos básicamente, por el cemento hidráulico de quelación formado por la mezcla del óxido de zinc con el eugenol. Las distintas fórmulas recomendadas o patentadas contienen además, sustancias radiopacas (sulfato de bario, subnitrito de bismuto, subcarbonato de bismuto que otorga suavidad o trióxido de bismuto), resina blanca para proporcionar mejor adherencia y plasticidad, borato de sodio que retarda el endurecimiento y algunos antisépticos débiles, estables y no irritantes. También se han incorporado en ocasiones, plata precipitada (que podría colorear el diente tratado), bálsamo del Canadá, aceite de almendras dulces, etc.

El eugenol, componente líquido incoloro o amarillo claro de la fórmula, es antiséptico y anodino, con capacidad quelante en presencia del óxido de zinc.

Dentro del conducto, el tiempo de endurecimiento se reduce debido al grado de humedad y a la temperatura existentes.

Epiphany[®]

El sistema *Epiphany*[®] (*Pentron Clinical Technologies, USA*) está constituido por un material principal que es *Resilon*[®] (*Pentron Clinical Technologies, USA*), y un conjunto de cemento a base de resinas. El *Resilon*[®] es un poliuretano industrial de alto rendimiento que ha sido adaptado para uso odontológico, este sistema recuerda a la gutapercha, consiste en un núcleo de resina compuesto de poliéster, resina de metacrilato disfuncional, virio bioactivo, elementos radiopacos y un cemento sellador de resina (Tunga y Bodrumlu 2006) (Emel y cols. 2006). El *Resilon*[®] es atóxico, no mutágeno y biocompatible. El material central se comercializa en forma de conos principales y estandarizados (Cohen y Hargreaves 2006).

Puesto que el hipoclorito de sodio puede afectar la fuerza de adhesión del *primer*, el EDTA (ácido etilendiaminotetracético) debe ser el último irrigante usado. Después de secar el conducto se aplica imprimador autograbadador, para acondicionar las paredes

del conducto y prepararlas para la unión al sellador de resina.

El núcleo de resilon se une al cemento sellador de resina, que se adhiere a la superficie dentinaria del conducto radicular y forma un “monobloque”. Esto conduce a una interfase gutapercha-cemento sellador y otra interfase diente-cemento sellador (Emel y cols. 2006)

GuttaFlow[®]

GuttaFlow[®] (*Roeko*[®] *Coltène/Whaledent, Langenau, Alemania*), es un material relativamente nuevo en el mercado, el cual según su fabricante, tiene propiedades que brindan obturaciones homogéneas y más fáciles de realizar que las obtenidas con la tradicional técnica de compactación lateral en frío. Es un sistema autopolimerizable de obturación de conductos que combina dos productos: partículas de gutapercha de tamaño inferior a 30 μm , y sellador en base de polidimetilsiloxano (Brackett y cols. 2006). Según el fabricante, produce un mejor sellado dada su alta fluidez, no necesita de calor y no sufre contracción, por el contrario, este se expande levemente durante el fraguado (Hernández y cols. 2008) (Silva-Herzog y cols. 2008). Es considerado un cemento, por lo que el riesgo de sobreobturaciones es alto. Es tixotrópico, la viscosidad disminuye cuando el material es sometido a presión, por eso se desliza hasta en los más pequeños conductos laterales. Otra de sus propiedades es la biocompatibilidad, que es superior a la de otros materiales tradicionales de obturación. Además, en cuanto a la solubilidad, esta es prácticamente nula, lo que permite una obturación del canal dimensionalmente estable y no porosa (Wu y cols. 2006).

Método

Este estudio *in vitro*, se realizó en la Sección de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica. Previo al inicio del estudio, se recolectó un total de 40 primeros premolares inferiores extraídos por razones ortodónticas, los cuales fueron desinfectados y conservados en suero fisiológico por no más de doce días. Se examinaron las muestras con ayuda de un estereoscopio (*MICROSCOPIO MOTIC TYPE 102 M*) para corroborar que la porción radicular estuviera libre de fisuras, y se realizaron radiografías digitales (*RadiovisioGRAFÍA Schick*[®], *USA*) del plano frontal y lateral para asegurar que presentaran un conducto único. Se hicieron cortes transversales a nivel de la unión amelo-dentina, con una sierra *Isomet*[®] (*Bueheler, USA*) para obtener muestras de las porciones radiculares con una longitud aproximada de 15 mm.

Preparación de las muestras y medición de la filtración apical

El proceso completo de preparación de las muestras, fue realizado por un solo investigador con el fin de estandarizar el procedimiento para cada una de estas. Además, se llevó a cabo en un laboratorio donde se controló la temperatura, humedad relativa y cantidad y tipo de luz durante la confección de las muestras, para evitar introducir variables que pudieran alterar los resultados de la investigación. Cada muestra se rotuló y se determinó la longitud de trabajo introduciendo una lima #15 de 21 mm *Flexofile*[®] (*Maillefer*[®], *Suiza*) dentro del conducto y visualizando el momento en que la punta de la lima apareciera por el foramen apical. Se colocó el tope de la lima a nivel del corte realizado y se midió con una regla milimétrica; a esta medida se le restó un milímetro para obtener la longitud de trabajo. Se realizó la instrumentación de las muestras

con la secuencia recomendada por el fabricante con limas rotatorias *Protaper®* hasta una lima F3 (*Dentsply® Maillefer*, Suiza) de acuerdo con la técnica *crown down*. Entre cada lima se irrigó el conducto con 3 ml de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4%, y para la irrigación final se utilizó 3 ml de EDTA 17% y se dejó dentro del conducto durante 1 minuto. Una vez terminada la instrumentación, se secó el conducto con puntas de papel de la marca *Hygenic® (Coltène/Whaledent, Alemania)*.

De forma aleatoria, se dividió las muestras en 3 grupos experimentales de 10 piezas cada uno y 2 grupos control de 5 piezas cada uno. El primer grupo se obturó con el sistema *Epiphany®* y el segundo con el sistema *GuttaFlow® Roeko® (Coltène/Whaledent, Alemania)*. Para ambos se siguieron las indicaciones del fabricante. Para la obturación del tercer grupo, se utilizó un cono principal de gutapercha F3 *Dentsply® (Maillefer, Suiza)* y conos de gutapercha accesorios de la misma casa comercial. Se usó un cemento a base de óxido de zinc y eugenol de la casa *Sultan® (Healthcare Inc, Alemania)* según las especificaciones del fabricante, y con la técnica de compactación lateral se colocaron las puntas accesorias. Además, se selló la superficie coronal con resina *P60 (3M ESPE®)*.

Posteriormente, se colocaron las muestras en una incubadora a una temperatura relativa de 37° C durante 15 días, para el adecuado fraguado de los cementos. A cada muestra, se le colocaron dos capas de esmalte de uñas para sellar la superficie de cemento radicular, se dejaron libres tres milímetros apicales y se cubrieron las capas de esmalte con cera pegajosa.

Para el grupo control positivo, se colocó un cono de gutapercha único sin cemento y se utilizó el mismo protocolo de selle de la superficie radicular, se dejaron expuestos los últimos tres milímetros apicales. El grupo de control negativo se selló cubriendo la totalidad de la superficie radicular y el ápice con el esmalte de uñas y la cera, de esta manera, se obtuvo un selle hermético completo de la superficie de las muestras.

Seguidamente, se sumergieron las muestras, por tres días, en tinta china tipo *Pelikan® 518*, para permitir que se diera la penetración de la tinta a través del foramen apical de forma pasiva.

Una vez extraídas de la tinta, se lavaron profusamente con agua corriente, y se les removieron tanto el esmalte como la cera pegajosa, con una hoja de bisturí.

Después, se sometieron las piezas al proceso de diafanización, según la Técnica de Okamura (Verissimo y Sampaio 2006), con el fin de poder visualizar la anatomía interna de los conductos y obtener una visión clara de los caminos de filtración que pudo seguir la tinta china. Al final, para evaluar las muestras, se capturó una imagen de cada una de ellas sobre una regla milimétrica, para ello se usó el microscopio estereoscópico (*MICROSCOPIO MOTIC TYPE 102 M*) y el software *Motic Images Plus 2.0 ML*. De esta forma se midió en milímetros, la penetración del colorante desde el punto más apical de la obturación hacia el más coronal. El procedimiento de medición fue realizado por otro investigador distinto al que preparó las muestras, de manera que desconocía el sistema de obturación utilizado para cada grupo. De esta forma, se evitó introducir un posible sesgo a la medición de las muestras

y, por ende, a los resultados de los análisis. Los datos obtenidos fueron codificados, tabulados y entregados a un tercer investigador quien desconocía el tratamiento aplicado a cada grupo.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el paquete *SPSS (v 16.0.1 Mac Illinois, USA)*. Para cada grupo de muestras, se hizo un análisis de tendencia central y su medida de dispersión para la distancia de filtración observada. Se describe también, la distribución, por grupos, de las muestras que presentan filtración mayor a un milímetro. Se efectuó la prueba de normalidad *Kolmogorov-Smirnov* a los datos obtenidos para determinar la distribución de los resultados y finalmente se llevo a cabo el análisis de varianza *Kruskal-Wallis* y la respectiva prueba de *Mann-Whitney* para determinar su significancia. El nivel de significancia utilizado fue de 0.05.

Resultados

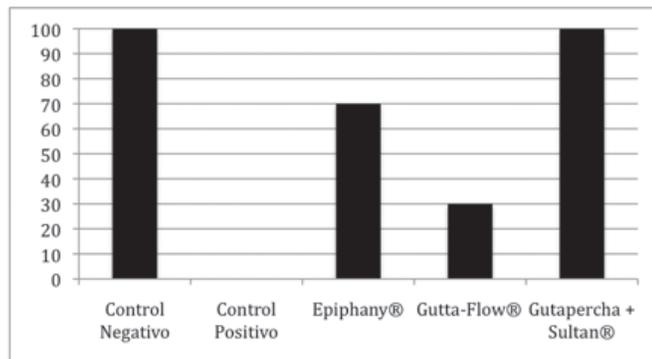
Para cada una de las muestras bajo estudio, se midió la distancia en milímetros de penetración de la tinta china desde el foramen apical hasta el punto máximo de penetración en la raíz del diente. La figura 1 muestra un ejemplo de la porción apical de los grupos experimentales. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos para las 40 muestras clasificadas según los distintos grupos experimentales y grupos control. Para cada conjunto, se reporta el número de piezas utilizadas (n) y el promedio de penetración en milímetros con su respectiva desviación estándar, además del rango de valores de penetración intra-grupo. El grupo control positivo fue el que presentó el mayor promedio de penetración (8.6mm), y todas las muestras del grupo de control negativo mostraron tener un selle apical total; no se observó penetración en el espacio del sistema de conductos radiculares. De los grupos experimentales, el de muestras obturados con gutapercha + *Sultan®* fue el que presentó el mayor promedio de penetración (1.7mm), así como la muestra con la mayor penetración individual (5mm). El grupo de muestras obturadas con *GuttaFlow®* registró el menor promedio de penetración (0.5mm) y fue también el grupo cuya máxima distancia de penetración individual mostró el valor mínimo (3 mm).

Tabla 1. Promedio de penetración de tinta, en milímetros, según grupo experimental.

Grupo	n	Promedio (mm)	DE	Rango (mm)
Control Positivo	5	8.6	1.34	8-10
Control Negativo	5	0	0	0
Epiphany	10	1.4	1.35	0-4
GuttaFlow	10	0.5	0.97	0-3
Gutapercha + Sultan	10	1.7	1.25	1-5

El gráfico 1 ilustra el porcentaje dentro de cada grupo, que presentó una penetración de tinta china de, al menos, 1 milímetro. De nuevo, el grupo de control positivo registró el 100% de muestras con penetración ≥ 1 mm, y en el grupo de control negativo no se observó penetración de tinta en las muestras. De los grupos experimentales, en el de gutapercha + *Sultan*[®] se observó una penetración ≥ 1 mm en el 100% de las muestras. En el de muestras obturadas con *Epiphany*[®] se obtuvo penetración en 70% de las muestras. Finalmente, el de muestras obturadas con *GuttaFlow*[®], demostró brindar el mejor selle apical al obtener el menor porcentaje de muestras con penetración ≥ 1 mm (30%).

Gráfico 1. Porcentaje de muestras con penetración de tinta ≥ 1 mm, según grupo experimental.



Se les realizó la prueba de normalidad *Kolmogorov-Smirnov* y se determinó que los valores para cada grupo experimental presentaron varianzas heterogéneas y, por lo tanto, no se distribuyen de manera normal. Esto indicó que se debían utilizar pruebas no-paramétricas para el análisis estadístico. Como se explicó, el grupo de control negativo no mostró filtración apical en ninguno de los dientes utilizados, por lo tanto, al ser este un grupo con valores constantes se decidió excluirlo del análisis de las pruebas estadísticas. La prueba *Kruskal-Wallis*, para determinar la varianza entre los grupos, evidenció una significancia estadística ($p < 0.000$). Posteriormente se realizó la prueba *Mann-Whitney* para cada grupo experimental y el control positivo, así como para las distintas combinaciones entre grupos experimentales. Los resultados se observan en la tabla 2.

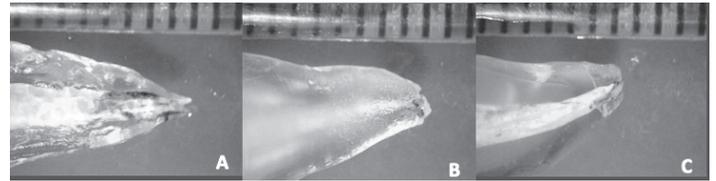
Tabla 2. Prueba *Mann-Whitney* para varianzas entre grupos.

Grupos	P
Epiphany – Control positivo	0.002 *
GuttaFlow – Control positivo	0.001 *
Gutapercha + Sultan [®] – Control positivo	0.001 *
Epiphany – GuttaFlow	0.073
Epiphany – Gutapercha + Sultan [®]	0.522
GuttaFlow – Gutapercha + Sultan [®]	0.005 *

*Sig. ≤ 0.05

Entre el grupo de control positivo y cada uno de los grupos experimentales, se encontró significancia estadística. Sin embargo, al realizar la prueba entre las posibles combinaciones intragrupo, solamente se obtuvo significancia estadística entre el grupo de muestras obturadas con *GuttaFlow*[®] y el grupo de muestras obturadas con gutapercha + *Sultan*[®] ($p = 0.005$).

Figura 1. A- Muestra del grupo I *Epiphany*[®]. B- Muestra del grupo II *GuttaFlow*[®]. C- Muestra del grupo III gutapercha + *Sultan*[®]



Discusión

Aproximadamente el 60% de los fracasos endodónticos son a consecuencia de un sellado incompleto o deficiente, del conducto radicular (Ingle y Backland 2002). Por eso no es de extrañar que una parte importante de la investigación en el área endodóntica, la ocupe la evaluación de los diferentes cementos selladores y técnicas de obturación.

Para este propósito se han implementado diversas técnicas, que buscan determinar, de forma precisa, el grado de filtración de los materiales a prueba. Sin embargo, ninguna ha llegado a ser categorizada como la ideal, o “estándar de oro”. Diversos estudios se han realizado con este fin, cuyos resultados no presentan correlación entre las técnicas (Pommel y cols. 2001) (Lucena-Martin y cols. 2002).

Algunos autores recomiendan procedimientos que permitan un análisis objetivo de los resultados, como por ejemplo la espectrofotometría con isótopos, métodos electroquímicos, o la penetración de radioisótopos marcados. No obstante, y en vista de su simplicidad, las técnicas de filtración apical siguen siendo las pruebas más utilizadas. Según Roig (Roig y cols. 1996), los estudios de penetración de colorante tienen la validez suficiente, toda vez que las condiciones experimentales sean estandarizadas; es decir el tipo de colorante utilizado, el tiempo de inmersión en la solución colorante, y la aplicación o no de ciclos térmicos durante la fase experimental.

Un punto de controversia en la realización de este método, es la utilización de vacío. Algunos autores consideran que la presencia de burbujas podría complicar la penetración del colorante. Los resultados obtenidos por Dickson y Peter 1993, sugieren que el empleo del vacío puede generar artificios que afecten los resultados. En el presente estudio no se usaron procedimientos de vacío con el fin de facilitar el proceso. Con respecto al colorante, se hizo con tinta china, ya que esta tiñe la dentina en mucho menor grado que otros, lo que permite una mejor visualización del límite coronal de la filtración. Además, su capacidad de penetración ya ha sido demostrada en estudios anteriores (Camps y cols. 2003). Para poder observar el nivel de filtración, se utilizó la técnica de diafanización o “transparentación”, recomendada por Okamura en

1972, en la cual los dientes se llegan a transparentar luego de un proceso de desmineralización, deshidratación e inmersión en metil salicilato, lo cual proporciona una vista tridimensional de la anatomía interna de los conductos radiculares sin pérdida de la estructura dental, lo que facilita la observación del área filtrada (Verissimo y Sampaio 2006). El proceso es simple, se realiza con sustancias de baja toxicidad, y no requiere de equipo complejo. Martin y cols. 2002, también afirmaron que esta práctica facilita la observación de los conductos laterales y accesorios, y claramente refleja la relación entre el material de sellado y el foramen apical. El propósito fue evaluar la capacidad de sellado apical de tres cementos selladores. En términos generales, los resultados obtenidos presentan, sí no un alto grado de significancia, si una llamada de atención; ya que hoy en día existe en el mercado, una amplia gama de cementos selladores pero no hay un consenso en cuanto a su mejor capacidad de sellado (Umut y cols. 2008). Dos de los materiales utilizados en esta investigación son relativamente nuevos en el mercado, mientras que el otro ha sido uno de los más usados a través de los años.

Una de las hipótesis de por qué un cemento no provee un buen selle es el hecho de que no existe una adhesión entre este y la gutapercha, sino que deja espacios para que se dé la filtración. Sin embargo, en el sistema de obturación de conductos *Epiphany®*, su cemento sellador se adhiere a las paredes del conducto radicular, así como al núcleo de gutapercha. Según el estudio de Shipper y cols. 2004, la capacidad del sellado del sistema *Epiphany®* se debe a su integridad, la cual está dada por la adhesión del material de obturación (*Resilon®*) al cemento *Epiphany®*, y a su vez, del sellador a las paredes del conducto.

En el estudio de Tay y cols. 2005, se concluyó que la calidad del sellado apical alcanzado por el sistema *Epiphany®* no es superior al uso de gutapercha en combinación con un cemento a base de resina. En el presente estudio se puede concluir que, de igual forma este sistema no es superior al uso del sistema de *GuttaFlow®*, a base de polidimetilsiloxano.

Al sellador a base de polidimetilsiloxano *GuttaFlow®* se le atribuye una ligera expansión durante el fraguado, que aumenta su adaptabilidad a las paredes dentinarias del conducto radicular (Özok y cols. 2008); este fenómeno puede ser benéfico, sobre todo, en el tercio apical de un conducto donde el cono principal tiene un mejor ajuste al conducto ya instrumentado.

El grupo de *GuttaFlow®* fue el que presentó menor porcentaje de filtración apical, seguido del *Epiphany®*, y el cemento a base de óxido de zinc y eugenol. No hubo diferencias estadísticas significativas entre los dos primeros, lo cual puede justificarse por las características atribuidas anteriormente, a estos dos productos que sin coincidir en cuanto a su forma de actuar, sí proveen ambos un mejor sellado en comparación con el cemento a base de óxido de zinc y eugenol.

Conclusiones

Los resultados indican que aunque en diferente grado, los tres cementos permiten algún nivel de filtración. Los datos obtenidos para el grupo 2, en el cual se utilizó *GuttaFlow®*, son importantes cuando se comparan con el grupo 3, debido a que hubo una

diferencia estadística significativa. El porcentaje de filtración con *GuttaFlow®* fue más bajo que aquel obtenido en los grupos 1 y 3. Se puede sugerir que el sistema de obturación *GuttaFlow®* podría proveer un mejor sellado del sistema de conductos radiculares.

Los resultados obtenidos en un estudio in vitro no pueden ser directamente extrapolados a nivel clínico, pero sí permiten una comparación razonable de los materiales o productos evaluados. El hecho de que en este análisis el sistema *GuttaFlow®* haya demostrado un mejor selle, podría diferir con la realidad clínica.

Bibliografía

Brackett Martha G., y cols. (2006). Comparison of Seal After Obturation Techniques Using a Polydimethylsiloxane-Based Root Canal Sealer. *J Endod* 32: 1188–1190.

Camps J., and Pashley D. (2003). Reability of dye penetration studies. *J Endod* 19: 398-403.

Cobankara y cols. (2006). The Quantitative Evaluation of Apical Sealing of Four Endodontic Sealers. *J Endod* 32: 66-68.

Cohen Steven and Burns Richard (2004). *Vías de la pulpa*. Octava edición. Editorial Elsevier.

Cohen Steven and Hargreaves Kenneth (2006). *Pathways of the Pulp*. Ninth Edition. MOSBY Elsevier Editorial. USA.

Dicksson SS., Peter DD. (1993). Leakage evaluation with and without vacuum of two gutta percha fill technique. *J Endod* 19:398-403.

Hammad Mohammad y cols. (2009). Evaluation of Root Canal Obturation: A three-dimensional In Vitro Study. *J Endod* 35: 541–544.

Hernández Viguera S., y cols. (2008). Comparación de la calidad de la obturación radicular obtenida con el sistema fluido de obturación radicular v/s técnica de compactación lateral. *Av. Odontoestomatología* 24 (4): 255-260.

Ingle J.L., Backland LK. *Endodontics*. 5ta Edición. Editorial Mc Graw Gill. 2002.

Lucena-Martin C., Ferrer- Luque M., González Rodríguez MP., Robles-Gijón V., and Navajas-Rodríguez JM. (2002). A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *J Endod* 28(6): 423-26.

Onal Emel Olga y cols. (2006). An In Vitro Evaluation of the Apical Sealing Ability of a New Resin-Based Root Canal Obturation System. *J Endod* 32:976 –978.

Özok AR., van der Sluis L., Wu M-K., Wesselink PR. (2008). Sealing ability of a new polydimethylsiloxane-based root canal filling material. *J Endod* 34(2):204-207.

Pommel L., Jacquot B., Camps J. (2001). Lack of correlation among three methods for the evaluation of apical leakage. *J Endod* 27:345-50.

Pommel y cols. (2003). Apical Leakage of Four Endodontic Sealers. *J Endod* 29: 208-210.

Roig M., Ribot J., Jané L., Canalda C. (1996). Estudio de filtración apical de cuatro cementos de obturación. *Endodoncia* 14:21-7.

Saleh M., y cols. (2008). Effect of smear layer on bacterial penetration *Int Endod J* 41: 32-40.

Shipper G., Orstavik D., Teixeira FB., Trope M. (2004). An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 30: 342-7.

Silva-Herzog D., y cols. (2008). Estudio comparativo del grado de filtración apical de cuatro selladores endodónticos, ex vitro. *Endodoncia Actual* 27-29.

Tay FR., Loushine RJ., Weller RN., et al. (2005). Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod* 31: 809-13.

Umut T., Emre B. (2008). Assesment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod* 32 (9): 876-879.

Umut Tunga and Emre Bodrumlu (2006). Assessment of the Sealing Ability of a New Root Canal Obturation Material. *J Endod* 32; 876-878.

Verissimo Moreira D., and Sampaio do Vale M. (2006). Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci* 48 (3): 93-98.

Wu MK., van der Sluis LW., Wesselink PR. (2006). A 1-year follow-up study on leakage of single cone fillings with RoekoRSA sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101(5):662-7.