

<https://doi.org/10.22519/21455333.203>



ISSN: 2145-5333

Vol. 4 No. 1, diciembre de 2012 pp. 21-29

## ARTÍCULO ORIGINAL

Recibido para publicación: octubre 23 de 2012.

Aceptado en forma revisada: noviembre 12 de 2012.

### **Microfiltración apical de dos cementos selladores guttaflow® y topseal® en dientes obturados con técnica de cono único instrumentados con protaper rotatorio. estudio ex vivo.**

### **Apical microfiltration of two guttaflow® and topseal® sealant cements on teeth sealed with single cone technique instrumented with rotary protaper. ex-vivo study**

[Fortich Mesa Natalia](#)<sup>1</sup>; [Corrales Pallares Carlos](#)<sup>2</sup>; Baldiris Álvarez Adriana<sup>3</sup>, Cano Rangel Jeniffer<sup>3</sup>, De La Rosa Tapia Letty<sup>3</sup>, Mercado Pérez Luis Fernando<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Introducción:** Existen diversos cementos selladores y materiales de obturación endodóntica que aseguran propiedades de selle y adaptación que disminuye la filtración bacteriana a través del foramen apical reconociéndose este como el resultado ideal de un tratamiento endodóntico. **Objetivo:** El propósito del estudio fue comparar el grado de microfiltración del sistema guttaflow y el cemento topseal, cuando son usados como materiales de obturación endodóntica en dientes instrumentados con sistema rotatorio Protaper. **Materiales y Métodos:** Estudio cuasiexperimental de intervención donde se utilizaron 40 dientes monorradiculares, divididos en 2 grupos, donde el grupo I fue obturado con Topseal® y el grupo II con GuttaFlow®, se evaluó la microfiltración de los dos grupos utilizando el sistema de filtración de tintes con azul de metileno. Los resultados se analizaron utilizando la prueba estadística Wilcoxon Mann-Whitney. **Resultados:** Se encontró que el grupo I (Topseal) la extensión de la microfiltración medida en milímetros fue desde 0 mm hasta 2 mm con una media de  $0,33 \pm 0,59$  de DE, una mediana 0 con

<sup>1</sup> Odontóloga Pontificia Universidad Javeriana. Endodoncista Universidad de Cartagena. Candidata a Maestría Epidemiología clínica Universidad Nacional. Docente coordinador de Investigación Programa de Odontología CURN.

<sup>2</sup> Odontólogo Endodoncista Pontificia Universidad Javeriana. Docente Coordinador Clínica Odontológica CURN.

<sup>3</sup> Odontólogos egresados Corporación Universitaria Rafael Núñez.

Correspondencia: [natalia.fortich@curnvirtual.edu.co](mailto:natalia.fortich@curnvirtual.edu.co)

un rango intercuantílico de 0-1. Se encontró que el grupo II (Guttaflow), la extensión de la microfiltración medida en milímetros fue desde 0 mm hasta 3 mm. Con una media de  $0,5 \pm 0.89$ , de una mediana 0 con un rango intercuantílico 0-1. Al comparar la mediana de los dos grupos (grupo I: Topseal y grupo II: Guttaflow) se encontró que no había diferencia estadísticamente significativa,  $p=0.7463$ ; ( $p>0,05$ ). **Conclusión:** No se encontró diferencia estadísticamente significativa al utilizar cemento sellador Topseal y Guttaflow con cono único como material de obturación en dientes instrumentados con Protaper rotatorio.

**Palabras Claves:** Obturación del Conducto Radicular, Filtración Dental, Endodoncia.

## ABSTRACT

**Introduction:** Several endodontic sealers and obturation materials ensure sealing properties and adaptation that reduces bacterial leakage through the apical foramen if this obturations techniques and filling materials do not completely seal the root canal system, and apical and coronal leakage may lead to failures of the root canal therapy. **Objective:** The aim of the present study was to compare the apical filtration of canals obturated with GuttaFlow® as the only filling material, and canals obturated with Topseal® and single-cone technique, when used as endodontic filling materials in teeth instrumented with ProTaper rotary system. **Materials and Methods:** Intervention quasi - experimental study with 40 single-rooted teeth, divided into two groups, group I obturated with Topseal® and Group II with GuttaFlow®, microleakage was assessed in both groups using the filtration system with blue methylene dye. The results were analyzed using the Wilcoxon statistical test Mann-Whitney. **Results:** We found that the group I (Topseal) microleakage was measured in millimeters from 0 mm to 2 mm with an average of  $0.33 \pm 0.59$  SD, and group II (GuttaFlow) microfiltration was measured in millimeters from 0 mm to 3 mm, with an average of  $0.5 \pm 0.89$  SD. There was no statistically significant difference between the two groups,  $p = 0.7463$ ; ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** no statistically significant difference was found when using Topseal and GuttaFlow sealers and single cone as obturation material in teeth instrumented with rotary Protaper instruments.

**Keywords:** Dental leakage, Root Canal Obturation, Endodontics, GuttaFlow®.

## INTRODUCCIÓN

En endodoncia se sabe que la microfiltración que existe entre el material de relleno del y las paredes del conducto radicular puede afectar el pronóstico del tratamiento endodóntico [1]. Por lo tanto, el completo sellado del sistema de conductos radiculares después de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares es fundamental para prevenir la colonización de patógenos orales y volver a infectar la raíz y los tejidos periapicales [2]. En la terapia endodóntica, el cemento sellador básicamente se utiliza para rellenar las irregularidades presentes entre el sistema de conductos radiculares, y las paredes del conducto radicular [3]. Dentro de los requisitos ideales que debe cumplir un cemento sellador se encuentra que debe ser: biocompatible, antibacteriano, no tóxico, y radiopaco, debe sellar herméticamente el sistema de

conductos radiculares, ser dimensionalmente estable, y debe tener buena adhesión a las paredes del conducto radicular [4].

La contaminación bacteriana del sistema de conductos radiculares es un factor determinante en el pronóstico del tratamiento endodóntico; así como la limpieza y conformación del conducto. En el mercado se encuentran diversos cementos selladores y materiales de obturación endodóntica que aseguran propiedades de selle y adaptación que disminuye la filtración bacteriana a través del foramen apical reconociéndose este como el resultado ideal de un tratamiento endodóntico. Sin embargo, se encuentran agudizaciones y procesos crónicos producidos por el aumento de bacterias dentro del canal radicular, esto debido a la alta solubilidad y poca capacidad de adhesión de los cementos selladores.

Actualmente se emplean diferentes tipos de cementos selladores entre ellos el cemento topseal de la casa comercial Dentsply, el cual es una resina epóxica utilizada comúnmente en la técnica de condensación vertical y lateral con gutapercha en frío y en técnicas de obturación de onda continua.

Recientemente se ha introducido en el mercado el sistema de obturación Guttaflow que es un cemento sellador a base de silicona. Este consta de una mezcla de gutapercha en polvo, poli-dimetilsiloxano y partículas de nano plata lo que le permite una mayor fluidez a temperatura ambiente (Coltène / Whaledent, Cuyahoga Falls, OH). Se presenta en forma de cápsulas y se inyecta en forma de dosis única después de realizada la mezcla. En estudios recientes realizados con GuttaFlow mostraron mejor resistencia a la penetración de bacterias que otros cementos selladores como Epiphany, EndoREZ, AcroSeal, Apexit, AH Plus, y RoekoSeal [5]. Su toxicidad baja ha sido demostrada y comparada con la de diferentes cementos selladores como el AH Plus™, Epiphany®, EndoRez®, RoekoSeal, Apexit® y Acroseal [6]. Por otra parte, se ha demostrado que es fácil de retirar del interior del canal, en casos de retratamiento al compararlo con otros materiales, tales como gutapercha, TubliSeal™, EndoRez® y RealSeal™ [7].

Dentro de los estudios de evaluación de sellado existen una variedad de técnicas que se han propuesto para permitir la visualización del sistema de canal de radicular y los efectos biomecánicos en su morfología, técnicas que han sido aplicadas al estudio de la microfiltración apical. En este estudio se utilizó la técnica de clarificación descrita por Robertson y col en 1980 la cual consiste en descalcificación con ácido nítrico, deshidratación con alcoholes al 80%, 90% y 100%, aclaración con salicilato de metilo logrando la transparentación de los dientes.

Últimamente el mercado endodóntico se ha visto revolucionado con la aparición de técnicas de instrumentación rotatoria continua y técnicas rotatorias recíprocas que permiten estandarizar la conicidad a la que se preparan los conductos y conos principales de gutapercha con conicidades correspondientes a dichos instrumentos, lo que da como resultado un mejor ajuste del cono principal a las paredes del conducto en toda su extensión.

La técnica de instrumentación ProTaper®, (Dentsply Maillefer, Ballaigues) es una técnica que involucra dos diferentes sistemas en la preparación de los canales radiculares: La instrumentación rotatoria con Níquel- Titanio (Ni-Ti) y la instrumentación oscilatoria con limas de acero inoxidable con variación de la conicidad. La utilización de los dos sistemas tiene como objetivo optimizar la limpieza y el modelado del canal radicular preservando la estructura dental. Otro objetivo es reducir de manera significativa la fractura /separación, especialmente de los instrumentos rotatorios de (Ni-Ti).

El sistema ProTaper® está compuesto por seis instrumentos fabricados en Níquel Titanio (Ni-Ti). Los tres primeros tienen como función proporcionar el modelado de los tercios cervical y medio de los canales radiculares, siendo por lo tanto denominados Shaping Files (limas modeladoras). Los restantes tienen la finalidad de finalizar la preparación del tercio apical de los canales radiculares, siendo llamados Finishing files (limas de acabamiento). Los instrumentos responsables de la preparación cervical y medio son divididos en Shaping 1 (S1), Shaping X (SX) y Shaping 2(S2). Los instrumentos que finalizan la preparación del tercio apical se subdividen en Finishing 1(F1), Finishing 2(F2) y Finishing 3(F3). La técnica de cono único de conicidad ProTaper®, es la técnica donde el cono utilizado para la obturación corresponde a la última lima utilizada en la preparación del conducto. Esta consiste en escoger el cono que coincida con la última lima utilizada en la preparación, se comprueba que este cono quede ajustado a longitud de trabajo y después se introduce en el interior del conducto recubierto de cemento sellador.

Estas innovaciones abren nuevas posibilidades para retomar una antigua técnica de obturación: la técnica de cono único, la cual fue ampliamente utilizada a finales de la década de los cincuenta y principios de los sesenta, ya que ahorraba tiempo, dinero y esfuerzo al operador. Sin embargo, está en desuso debido a la gran cantidad de fracasos reportados en un período de tiempo muy corto, atribuidos principalmente a la filtración apical asociada a la pobre instrumentación del canal y a las conicidades de los conos utilizados en ese entonces.

Con la aparición de nuevas técnicas de instrumentación y de instrumentos con conicidades mayores, el empleo de estas técnicas ha retomado popularidad entre el gremio odontológico, pero incluyendo ciertas modificaciones en los instrumentos para la configuración del conducto como son la conicidad de las puntas de gutapercha y los cementos endodónticos de diferentes composiciones. No obstante, todavía no ha sido bien estudiada ni existe suficiente literatura al respecto para valorar su implementación.

La técnica de obturación con cono único ha sido rechazada a través de los años debido a que en los estudios de filtración, por lo general, se ha demostrado una capacidad de sellado inferior en comparación con técnicas que utilizan compactación adicional. Sin embargo, algunas investigaciones indican resultados favorables al utilizar esta técnica con selladores a base de resinas. Autores como Friedman y col en el año 1995 [8], quienes no encontraron diferencias en el éxito de casos obturados con cono único y con la técnica de compactación lateral.

Los estudios que evalúan la capacidad de sellado de estos materiales como el Guttaflow han mostrado resultados contradictorios, Ozak y col, evaluaron en 60 premolares uniradiculares, la microfiteración entre AH26 (Condensación lateral), RoekoSeal, y GuttaFlow (técnica de cono único modificada), encontraron que el cemento sellador GuttaFlow mostró la mayor cantidad de filtración en todo momento y los dientes obturados con AH26 mostraron la menor [9].

EIAyouti y col [10], evaluaron la microfiteración en tres grupos de dientes similares, obturados con GuttaFlow con la técnica convencional de condensación lateral y el otro grupo obturado con gutapercha caliente y técnica de condensación vertical; el área de porcentaje de espacios mostró una diferencia estadísticamente significativa entre GuttaFlow y el grupo obturado con gutapercha y condensación vertical. En la mayoría de las secciones el GuttaFlow rellenó completamente los espacios vacíos en el conducto radicular.

Savariz y col, compararon la capacidad de sellado a largo plazo del uso de GuttaFlow® utilizando diferentes técnicas de obturación; concluyeron que GuttaFlow®, junto con la compactación lateral y con técnicas de cono único, muestra una mayor capacidad de sellado apical y coronal que los dientes obturados con cemento sellador AH Plus™. Asimismo, cuando se utiliza el GuttaFlow® solo crea un sellado más pobre que con la técnica de condensación lateral y cuando se utiliza con gutapercha o técnicas de cono único [11].

El propósito del presente estudio fue establecer el grado de microfiteración apical de dos cementos selladores (Gutaflo y Topseal) en dientes obturados con la técnica de cono único instrumentados con el sistema rotatorio Protaper.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de intervención cuasi - experimental in vitro. Para la muestra se tomaron 40 raíces recién de dientes premolares inferiores uniradiculares extraídas de humanos que fueron almacenadas en suero fisiológico para evitar su deshidratación y que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión y exclusión: dientes con ápices cerrados y longitud radicular no mayor de 25 mm, coronas completas y libres de caries. Se excluyeron dientes con conductos atrésicos, perforaciones, reabsorción radicular, raíces con tratamiento de conducto previo. Fueron descoronados, a nivel de la unión amelocementaria con discos de diamante con un motor de baja velocidad a 20.000 RPM (NSK®), se estableció la longitud de trabajo para cada diente sobrepasando una lima Tipo K un milímetro más allá del foramen, luego se restó 1mm de dicha longitud y se tomó esa medida como longitud de trabajo. Se comprobó la permeabilidad del conducto utilizando una lima Flexofile número 10 (Maillefer-Dentsply); los conductos fueron instrumentados utilizando la técnica ProTaper® como lo describe la casa fabricante, con instrumental rotatorio con un motor ENDOMATE® NSK Nakamishi Inc®, llevando el diámetro apical hasta la lima F3, se irrigó entre lima y lima con hipoclorito de sodio al 5.25% en cantidad de 2 mL entre lima y lima y se colocó una sustancia quelante (EDTA

17%) entre instrumentos; los conductos fueron secados con puntas de papel F3 del sistema ProTaper®. Una vez terminada la instrumentación los dientes fueron divididos de forma aleatoria en 2 grupos así:

Grupo I: los conductos se obturaron con un cono único F3 ProTaper® ajustado a la longitud de trabajo en el conducto. El cemento Topseal® se aplicó en el conducto utilizando el mismo cono, donde el tercio apical del cono F3 se cubrió con este cemento y se introdujo en el conducto hasta alcanzar la longitud de trabajo. Posteriormente a la obturación, se cortó el exceso del cono de gutapercha con un instrumento PKT No. 1 y un condensador caliente para dar por finalizada la obturación.

Grupo II: los conductos fueron obturados con GuttaFlow® como lo describe la casa fabricante. La técnica consiste en tomar una cápsula de este cemento y someterla en un amalgamador por 40 segundos, luego de esto se colocó la cápsula en el aplicador y se llevó el cemento al conducto y untando el cemento en el cono F3; los conductos se obturaron con conos F3 de ProTaper®, se ajustó la longitud de trabajo y se procedió a obturar, el cemento fue introducido al conducto por medio del tercio apical del cono, se alcanzó la longitud de trabajo y se procedió a cortar los excesos de gutapercha con un PKT No. 1 y un condensador caliente para así dar por terminada la obturación.

Los grupos de dientes se mantuvieron a 37°C, en 100% de humedad relativa durante 48 horas después de realizada la obturación, posteriormente las raíces fueron barnizadas con dos capas de esmalte de uñas dejando sin aplicación los tres últimos milímetros del tercio apical y sumergidas en azul de metileno durante 48 horas; sólo los tres últimos milímetros de la raíz, para que así la tinción entrara en los espacios que quedan entre el cemento obturador, la gutapercha y las paredes del conducto radicular mediante difusión pasiva. De esta manera se determinó el grado de microfiltración apical. Se lavaron por cinco minutos en agua y se dejaron secar a temperatura ambiente para luego remover el esmalte de uñas con una cureta periodontal y acetona. Después las muestras fueron sometidas a un proceso de transparentación para hacer visible la filtración de la tinta al conducto, siguiendo la técnica de Robertson, que consiste en colocar los dientes en ácido clorhídrico al 7% durante 48 horas para su descalcificación, transcurrido este tiempo se sumergieron el alcohol al 70%, las siguientes cinco horas en alcohol al 80%, las siguientes cinco horas en alcohol al 96% y después en alcohol al 100% durante cinco horas más. Este procedimiento de alcoholes se realizó para deshidratar los dientes. Finalmente se colocaron en salicilato de metilo para completar el proceso de transparentación durante 48 horas.

Una vez transparentados los dientes se procedió a medir la filtración apical. Se utilizó el método de filtración de colorantes y se midió desde el ápice hasta 10 mm. Se utilizó una rejilla milimetrada 10/100 XY montada en un microscopio de luz óptica marca Olympus SZ60 con un aumento de 4x y 10x. Se hizo una medición lineal en décimas de milímetro. Se estandarizó la microfiltración cuantificando la entrada de tinte en milímetros. La evaluación de la microfiltración fue revisada por un evaluador experto.



Para el análisis estadístico de los datos se evaluó inicialmente la normalidad de los datos. Posteriormente se evaluaron la asociación entre los dos grupos utilizando técnicas estadísticas no paramétricas prueba de Mann-Whitney o estadística Wilcoxon Mann-Whitney. El análisis estadístico de los datos se realizó a través del software estadístico de distribución gratuita R (<http://www.r-project.org>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que el grupo I (Topseal) donde se evaluaron 18 dientes (dos de los especímenes se descartaron por daños durante el procedimiento); la extensión de la microfiltración medida en milímetros fue desde 0mm hasta 2mm con una media de  $0,33 \pm 0,59$  de DE, una mediana 0 con un rango intercuantílico de 0-1.

Se encontró que el grupo II (Guttaflow) donde se evaluaron 16 dientes (4 dientes se descartaron por daños durante el procedimiento); la extensión de la microfiltración medida en milímetros fue desde 0mm hasta 3mm. Con una media de  $0,5 \pm 0,89$  de DE, una mediana 0 con un rango intercuantílico 0-1. Al comparar la mediana de los dos grupos (grupo I: Topseal y grupo II: Guttaflow) se encontró que no había diferencia estadísticamente significativa,  $p= 0.7463$ ; ( $p>0,05$ ) y no se rechaza la hipótesis nula que las medianas de los dos grupos son iguales (ver tabla 1).

Tabla 1. Resultados de filtración entre ambos grupos

Grupo	N	Rango observado	Media/DE	Mediana	Rango Intercantilico	Wilcoxon	P-Valor
A (topseal )	18	0-2	$0,33 \pm 0,59$	0	0 - 1	13,6	0,746
B (guttaflow)	16	0-3	$0,5 \pm 0,89$	0	0 - 1		

$p>0.05$

Los resultados del presente estudio demuestran claramente, que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la capacidad de sellado del Topseal® y el Guttaflow® cuando se utiliza junto con gutapercha en el frío en la técnica de cono único. A pesar de ello, los obturaciones realizadas con TopSeal® presentaron menor cantidad de microfiltración al ser comparados con los obturados con GuttaFlow®. Al igual que lo reportado por Ozak y col en el 2008 [9], en conductos obturados con GuttaFlow® acompañados con cono único de gutapercha se evidenciaron pérdidas significativas en comparación con aquellos tratamientos de conducto sellados con AH26 en la técnica de condensación lateral sin reportar diferencias estadísticamente significativas a pesar que el estudio de Ozak y col en el 2008 utilizaron cemento AH26 la técnica de condensación lateral y evaluaron la microfiltración usando la técnica de filtración de fluidos evaluando la penetración de la glucosa.

Monticelli y col en el 2007 demostraron que la compactación vertical con gutapercha caliente en combinación con AH26 AH-PLUS es más eficaz en minimizar las fugas que con la técnica de cono único utilizando Guttaflow. Sin embargo puede ser la hipótesis de

que se produjo un inadecuado sellado apical y que los resultados obtenidos en estos estudios fueron producidos por la técnica y no por los materiales [12]. Kontakiotis y col [13], en 1997 concluyeron que relativamente la gran cantidad de sellador en la técnica de cono único promueve la formación de vacío y conduce a un inadecuado sellado.

Otros estudios de laboratorio han comparado las habilidades de sellado del GuttaFlow® y selladores de resina epoxi utilizando la misma técnica de obturación en ambos grupos experimentales. Lo que se ha demostrado es que Guttaflow® permite menor cantidad de líquido que el AH26, cuando es usado con cono único de gutapercha (Bouilaquet y col. 2008) [14], resultados que difieren a los reportados en la presente investigación donde no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. En otro estudio se evaluó las fugas empleando un modelo polimicrobiano el cual concluyó que el uso de AH-Plus da lugar a mas contaminación que el GuttaFlow® en los conductos obturados con la técnica de compactación lateral de gutapercha en frio (DeDeus y col.2007), estos resultados no coinciden a lo encontrado en este estudio, ya que los dientes obturados con Topseal® presentaron menor grado de microfiltración al compararlos con el grupo de GuttaFlow, esto se debe probablemente a que en el estudio de DeDeus y col en el 2007, utilizaron como técnica de obturación la de condensación lateral con compactación en frio [15].

Un estudio desarrollado por Pashely y col. expone que el transporte de fluidos se ha implementado para determinar microfiltración alrededor de las restauraciones coronales y endodoncias retrogradadas, ya que esta ha demostrado ser más sensibles que la penetración de colorantes convencionales. Se dice que un modelo de filtración bacteriana puede aparecer clínicamente más relevante en comparación con un líquido modelo de filtración [16]. Wu y col. demostraron que no hay correlación entre la penetración de bacterias y fluidos de transporte en los conductos radiculares. En esta investigación se usó como método para evaluar la microfiltración la penetración de tintes utilizando azul de metileno, debido al tamaño de su partícula y su tensión superficial baja [17].

Nawal y col, en un estudio realizado con un modelo de filtración bacteriana obturaron los conductos con cono único de gutapercha Protaper (Destply-Maillefer) mostrando significativamente mayor penetración de bacterias que los obturados con la técnica de compactación lateral en frio y los obturados con la técnica de compactación lateral de protaper con Thermafil (Destply-Maillefer) con un grupo de prueba de 30 días;

Curiosamente, el mismo estudio no mostró diferencias significativas entre los grupos de prueba de 60 días, indicando que las diferencias de 30 días se refería únicamente a la reducción de la velocidad de la penetración de bacterias, y no con la eficacia del sellado de los sistemas de obturación de prueba [18].

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio justifican la aprobación de la hipótesis nula expuesto anteriormente, es decir, que no existen diferencias estadísticamente



significativas en la mediana del grupo I y el II. No se encontró diferencia estadísticamente significativa al utilizar cemento sellador Topseal y Guttaflow con cono único como material de obturación en dientes instrumentados con Protaper rotatorio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. [Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Jun; 107\(6\).](#)
2. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. [Int Endod J 2008; 41: 219-26.](#)
3. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and guttapercha. [J Endod 2002; 28:684-8.](#)
4. Sagsen B, Er O, Kahraman Y, Orucoglu H. Evaluation of microleakage of roots filled with different techniques with a computerized fluid filtration technique. [J Endod 2006; 32: 1168-70.](#)
5. Eldeniz AU, Ørstavik D. A laboratory assessment of coronal bacterial leakage in root canals filled with new and conventional sealers. [Int Endod J 2009;42:303-12.](#)
6. Eldeniz AU, Mustafa K, Ørstavik D, Dahl JE. Cytotoxicity of new resin-calcium hydroxide- and silicone-based root canal sealers on fibroblasts derived from human gingiva and L929 cell lines. [Int Endod J. 2007;40:329-37.](#)
7. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. [J Endod. 2008;34:13703.](#)
8. Friedman S, Lost C, Malaek Z, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass-ionomer cement sealer. [J Endod 1995, 21: 384-90.](#)
9. Ozok AR, van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. Sealing ability of a new polydimethylsiloxanebased root canal filling material. [J Endod. 2008 Feb;34\(2\):204-7.](#)
10. Elayouti A, Achleithner C, Löst C, Weiger R. Homogeneity and adaptation of a new gutta-percha paste to root canal walls. [J Endod. 2005 Sep;31\(9\):687-90.](#)
11. Savariz A, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Long-term sealing ability of GuttaFlow versus Ah Plus using different obturation techniques. [Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2010 Nov 1;15 \(6\).](#)
12. Monticelli F, Sword J, Martin RL, Schuster GS, Weller RN, Ferrari M, et al. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. [Int Endod J. 2007;40: 374-85.](#)
13. Kontakiotis EG, Tzanetakakis GN, Loizides AL. A 12-month longitudinal in vitro leakage study on a new silicon-based root canal filling material (Gutta-Flow). [Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;103:854-9.](#)
14. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. [Int Endod J. 2008 Mar;41\(3\):219-26.](#)
15. De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis CM, Coutinho-Filho T. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. [Int Endod J. 2008 Mar;41\(3\):183-90.](#)
16. Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeberg FA, Tay FR, et al. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. [J Endod. 2006;32:118890.](#)
17. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. A 1-year follow-up study on leakage of single-cone fillings with RoekoRSA sealer. [Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;101:662-7.](#)
18. Nawal RR, Parande M, Sehgal R, Rao NR, Naik A. A comparative evaluation of 3 root canal filling systems. [Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011 Mar;111\(3\):387-93.](#)