



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

**“COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE MICROFILTRACIÓN
BACTERIANA DE DOS CEMENTOS SELLADORES BIOCERÁMICOS
CON Y SIN EMPLEO DE GUTAPERCHA”**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Endodoncia

Presenta:

C.D. Estefanía Espino Madrigal

Dirigido por:

E.E.M.O. Santiago Andaracua García

Querétaro, Qro., a 10 de Junio del 2021



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Endodoncia



“COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE MICROFILTRACIÓN BACTERIANA DE DOS
CEMENTOS SELLADORES BIOCERÁMICOS CON Y SIN EMPLEO DE
GUTAPERCHA“

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Endodoncia

Presenta:

C.D. Estefanía Espino Madrigal

Dirigido por:

E.E.M.O. Santiago Andaracua García

E.E.M.O. Santiago Andaracua García
Presidente

Secretario
L.O.E.E. Irak Villarreal Vera

Vocal
C.D.E.E. Roberto Gustavo Sánchez Lara y Tajonar

Suplente
C.D.E.E. Larissa Argentina Zavala Vargas

Suplente
Dr. En C. Rubén Abraham Domínguez Pérez

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Marzo, 2021
México

Resumen

Introducción: El éxito de la terapia endodóntica se basa en el sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares, en la actualidad se proponen nuevas técnicas de obturación para conseguir sellado tridimensional, entre las cuales se propone la obturación con cementos selladores biocerámicos con y sin empleo de gutapercha.

Objetivo: Determinar el tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico, BioRoot RCS® y MTA Fillapex® con y sin gutapercha.

Material y métodos: Estudio experimental *In vitro*, se utilizaron 80 primeros y segundos premolares unirradiculares extraídos por indicación ortodóncica o periodontal divididos aleatoriamente en 4 grupos experimentales de 16 premolares y 2 grupos de 8 premolares para control positivo y negativo, según la obturación asignada, los grupos fueron; Grupo 1: Obturación con técnica de cono único con MTA Fillapex®; Grupo 2: Obturación con técnica de cono único con BioRoot RCS® con gutapercha; Grupo 3: Obturación con cemento sellador MTA Fillapex® sin gutapercha; Grupo 4: Obturación con cemento sellador BioRoot RCS® sin gutapercha; Grupo control positivo: Sin obturar; Grupo control negativo: Ah Plus®, gutapercha termoplastificada. Cada muestra se colocó en un dispositivo de doble cámara para la evaluación de microfiltración microbiana ocurrida a través del conducto radicular. Análisis estadístico para comparación del tiempo promedio de filtración entre los grupos experimentales: Tukey post Hoc Dunne's y para la frecuencia de muestras filtradas: prueba de Chi².

Resultados: En la comparación del tiempo promedio de filtración en los grupos experimentales y controles se observó diferencia estadísticamente significativa entre los grupos 3 y 4, 4 y 6, así como en los grupos 2 y 4 con respecto al grupo control positivo ($p < 0.0001$). Del grupo 1 filtró el 81.2% de las muestras, del grupo 2; 50%, del grupo 3; 87.5% y del grupo 4; 37.5% ($p < 0.0001$).

Conclusiones: Ambos cementos selladores fueron estadísticamente similares al ser empleados en técnica de cono único, mientras que, al ser utilizados para obturar la totalidad del conducto radicular sin gutapercha, el cemento sellador BioRoot RCS® presentó mayor resistencia a la microfiltración bacteriana que el MTA Fillapex®.

Palabras clave: Sellado tridimensional; obturación, microfiltración

Summary

Introduction: The success of endodontic therapy is based on the three-dimensional sealing of the root canal system, nowadays new filling techniques of the root canal system are proposed with the aim of achieving its three-dimensional sealing, among which obturation is proposed with bioceramic sealant cements with and without gutta-percha, however, there is little scientific information reported to date.

Objective: To determine the time in which bacterial microfiltration occurs in root canals filled with bioceramic sealant cement, BioRoot RCS® and MTA Fillapex® with and without gutta-percha.

Material and methods: *In vitro* experimental study, 80 upper and lower uniradicular first and second premolars were used, extracted by orthodontic or periodontal indication, randomly divided into 4 experimental groups of 16 premolars and 2 groups of 8 premolars for positive and negative control, depending on the filling assigned, the groups were; Group 1: Single cone technique filling with MTA Fillapex®; Group 2: Obturation with single cone technique with BioRoot RCS® with gutta-percha; Group 3: Obturation with MTA Fillapex® sealant cement without gutta-percha; Group 4: Obturation with BioRoot RCS® sealant cement without gutta-percha; Positive control group: no obturated; Negative control group: Ah Plus®, thermoplasticized gutta-percha. Each sample was placed in a double chamber device for the evaluation of microbial microfiltration that occurred through the root canal system. Statistical analysis for comparison of the average filtration time between the experimental groups: Tukey post Hoc Dunne's and for the frequency of filtered samples: Chi² test.

Results: In the comparison of the average filtration time in the experimental and control groups, the statistically significant difference between groups 3 and 4, 4 and 6 is applied, as well as in groups 2 and 4 with respect to the positive control group ($p < 0.0001$). From group 1, 81.2% of the samples showed leakage, from group 2; 50%, from group 3; 87.5% and group 4; 37.5% ($p < 0.0001$).

Conclusions: both sealing cements were statistically similar when used in the single-cone technique, while, when used to fill the entire root canal without gutta-percha, BioRoot RCS® sealing cement presented greater resistance to bacterial microfiltration than MTA Fillapex®.

Keywords: Three-dimensional sealing; obturation microfiltration

Dedicatorias

A mis queridos padres: Adrián y Josefina, por confiar y creer en mis sueños, por sus consejos, amor y paciencia.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Agradecimientos

A mi familia, por todo el amor, confianza y apoyo que me dieron durante esta maravillosa etapa de mi vida.

A mis amigos, que estuvieron presentes.

A mis compañeros, que durante este tiempo se convirtieron en una parte importante de mi vida.

A mis docentes, por todo el conocimiento que me compartieron, con paciencia y dedicación me ayudaron a formarme como especialista competente.

A la UAQ por darme el privilegio de pertenecer a esta honorable institución.

A Dios, por guiarme en cada paso y nunca abandonarme.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Índice

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Fundamentación teórica	6
III.1 Cementos selladores endodónticos	6
III.2 Cemento sellador a base de silicato de calcio	8
III.3 Cemento sellador a base de resina epóxica	10
III.4 Obturación en endodoncia	11
III.5 Principales causas de fracaso endodóntico	12
III.6 Medición de la filtración	13
IV. Hipótesis o supuestos	14
V. Objetivos	14
V.1 General	14
V.2 Específicos	14
VI. Material y métodos	16
VI.1 Tipo de investigación	16
VI.2 Población	16
VI.3 Muestra	16
VI.4 Criterios de inclusión	16
VI.5 Criterios de exclusión	16
VI.6 Criterios de eliminación	16
VI.7 Definición de variables y unidades de medida	17
VI. 8 Procedimientos	20

VI. 9 Análisis estadístico	25
VII. Resultados	26
VIII. Discusión	28
IX. Conclusiones	31
X. Propuestas	32
XI. Bibliografía	33

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I. Introducción

El sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares es la base del éxito de la terapia endodóntica, después de eliminar las bacterias mediante la conformación y desinfección químico-mecánica del conducto radicular para evitar la microfiltración y penetración de microorganismos. Se ha documentado que la razón más común de falla endodóntica a largo plazo, es la incapacidad de lograr un sellado tridimensional.

Existen múltiples estudios que evalúan la microfiltración bacteriana de distintos cementos selladores en los cuales, se ha demostrado la capacidad de los microorganismos y la saliva para penetrar en un conducto radicular obturado y alcanzar la región apical.

Al día de hoy, igualmente se reconoce que los cementos selladores hidrofílicos a base de silicato de calcio, presenta propiedades biológicas y físicas superiores, con buena capacidad de sellado, biocompatibilidad y osteoconductividad, pero a pesar de que varios cementos selladores a base de silicato de calcio se hallan disponibles comercialmente, algunos aún se encuentran en etapas tempranas y requieren más estudios clínicos y de laboratorio para evaluar su capacidad de sellado. Mientras que los selladores a base de resina epóxica como el AH Plus® (Dentsply Sirona, York, PA) se han considerado como el estándar de oro para los cementos selladores y se utiliza con frecuencia como material de referencia con el que se comparan los nuevos cementos, debido a su resistencia a la reabsorción y estabilidad dimensional (Donnermeyer et al., 2019).

En la actualidad se proponen nuevas técnicas de obturación del sistema de conductos radiculares con el objetivo de conseguir su sellado tridimensional, entre las cuales se propone la obturación con cementos selladores biocerámicos con y sin cono único de gutapercha. Sin embargo, existe poca información científica reportada acerca de la microfiltración bacteriana de dichos cementos, por lo que en esta revisión se incluye el análisis de dos cementos selladores a base de silicato de calcio: BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) y MTA

Fillapex® (Angelus, Londrina, PR, Brasil) sobre los cuales se realizó la comparativa de microfiltración bacteriana con y sin gutapercha.

Pregunta de investigación

¿Cuál cemento sellador biocerámico presenta microfiltración bacteriana en mayor tiempo al obturar conductos radiculares con y sin gutapercha; MTA fillapex® (Angelus, Londrina, PR, Brasil) o BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia)?

Justificación

En la actualidad la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares se considera un factor primordial para el éxito o fracaso del procedimiento endodóntico, por lo que la ciencia de la endodoncia ha estado buscando continuamente mejorar el conocimiento científico de los selladores endodónticos en sus distintas propiedades fisicoquímicas principalmente en lo referente a la microfiltración bacteriana, ya que al eliminar dicho factor negativo se garantiza la impermeabilidad de los microorganismos patógenos hacia el interior del material obturador lo cual se reflejaría en una enfermedad postratamiento que ocasionaría sintomatología requiriendo realizar nuevamente el procedimiento endodóntico o incluso algún procedimiento quirúrgico.

II. Antecedentes

Mortensen et al. (1965), fabricaron un dispositivo de doble cámara que consiste en un tubo Eppendorf cortado en el extremo y el diente adaptado en su interior, sobresaliendo del tubo, adaptado a un tubo de ensayo, el cual contiene un líquido que permite visualizar cuando haya ocurrido microfiltración. La unión entre el tubo y el diente permanece sellada y la única posible vía de contacto es el conducto radicular. Este dispositivo tiene como objetivo replicar *In vitro* las condiciones bucales lo más acercado a la realidad posible para experimentar con filtración (figura 1).

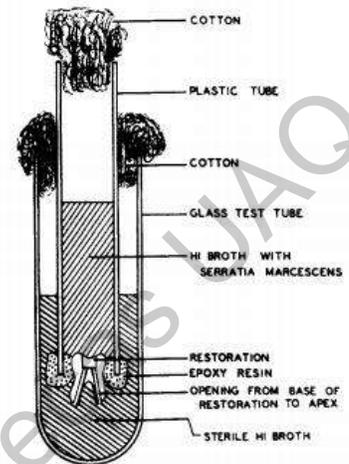


Figura 1. Dispositivo de doble cámara fabricado por Mortensen et al. (1965)

Posteriormente utilizando el mismo prototipo, Swanson y Madison (1987), en un estudio con conductos obturados expuestos a saliva artificial pigmentada con tinta Pelikan, encontraron filtración en tan solo 3 días. Magura et al. (1991), también realizaron un estudio donde pusieron a prueba distintas técnicas de obturación y cementos selladores, mostrando que los conductos radiculares obturados con gutapercha y sellador Roth®, ya sea por medio de condensación lateral o vertical, presentaban contaminación apical dentro de los 30 días posteriores a la exposición coronal a la saliva. Trope et al. (1995) del mismo modo, utilizaron el prototipo de Mortensen et al. fabricado en 1965 para demostrar que la endotoxina de *Actinobacillus actinomycetemcomitans* podía pasar a través de los conductos radiculares obturados en 20 días.

A pesar de que las pruebas *In vitro* arrojan un resultado, este no es el mismo en un organismo vivo por las condiciones anatómicas, sin embargo, Leonard et al. (1996) reportan que la evaluación de la calidad del sellado utilizando pruebas de filtración sigue siendo un concepto relevante, aunque no exista un modelo universalmente aceptado.

Argueta (2017) mencionó, que los cementos biocerámicos se pueden usar en combinación con gutapercha como parte de una técnica de cono único, o directamente dentro del conducto radicular para sellar toda su longitud debido a su alta estabilidad y propiedades de sellado. Aunque el cemento biocerámico puede funcionar como material de obturación, es aconsejable utilizar un cono de gutapercha para transportarlo al interior del conducto y mantenerlo en posición a la longitud de trabajo o un milímetro menos, para dejar una ruta de retratamiento, si es necesario en el futuro.

Al-Hezaimi et al. (2005), evaluaron la capacidad de sellado de la obturación del conducto radicular con MTA ortogrado contra la saliva humana y compararon el MTA de color gris y el MTA de color blanco con gutapercha y sellador condensados verticalmente, observando que la obturación ortograda del conducto radicular con MTA puede ser más resistente contra la filtración de saliva humana que la gutapercha condensada verticalmente con sellador.

Gordon et al. (2005), mencionan que la obturación mediante técnica de cono único y sin compactación de los conductos radiculares se ha reactivado recientemente con la introducción de conos maestros con mayor adaptación que coinciden con la geometría de los sistemas de instrumentación de níquel-titanio.

Samiei et al. (2014) evaluaron la capacidad de sellado de la técnica de obturación de cono único con cemento MTA y CEM comparándola con la técnica de compactación lateral utilizando un aparato de filtración bacteriana. Los resultados de este estudio no mostraron diferencias estadísticamente significativas, por lo que concluyeron que obturación con técnica de cono único de gutapercha bien ajustada y cemento MTA y CEM es una alternativa aceptable para la técnica de compactación lateral tradicional.

Pommel y Camps (2001) desaconsejaron el uso de la técnica de obturación de cono único que, pues a pesar de ser muy popular entre los profesionales por ser rápida y fácil de realizar, mencionan que, con el tiempo, el sistema de conductos se vuelve a contaminar con bacterias por la solubilidad del cemento sellador, lo que conduce al fracaso del tratamiento y al desarrollo de una lesión apical, por lo que,

aunque es fácil de lograr, no se recomienda para la obturación del conducto radicular. En contraparte Angerame et al. (2012) demostraron la eficacia de la obturación con técnica de cono único, en su análisis no encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar esta técnica con la obturación de sistema de onda continua después de la instrumentación y desinfección del conducto.

Trope y Debelian (2014) indicaron que la técnica de obturación de un solo cono se puede utilizar de forma segura en combinación con cementos biocerámicos, debido a su estabilidad física y dimensional, excelentes propiedades de sellado, potencial antibacteriano, biocompatibilidad y bioactividad.

III. Fundamentación teórica

III.1 Cementos selladores endodónticos

En 1958, Ingle señaló que la piedra angular del éxito en el tratamiento de conductos está en el cumplimiento de la llamada Tríada Endodóntica, compuesta por tres principios básicos: desinfección, preparación biomecánica y sellado apical, teniendo todos los principios la misma importancia (Ingle y West, 1979). Para la preparación biomecánica, hasta la fecha, se han propuesto diversas modalidades de tratamiento, entre ellas las basadas en instrumentos rotatorios de níquel-titanio (NiTi), sin embargo, no han demostrado un impacto estadísticamente significativo sobre los resultados del tratamiento en comparación con técnicas manuales (Peters et al., 2004).

Para la desinfección, el hipoclorito de sodio se ha descrito como el irrigante por excelencia gracias a que posee varias propiedades deseables de un irrigante de conductos como disolver material orgánico incluyendo tejido pulpar y colágeno, así como destruir las bacterias del interior del conducto radicular principal, conductos laterales y túbulos dentinarios que están en contacto directo con el irrigante (Zehnder, 2006; Mohammadi, 2008) y por último, la obturación de los conductos radiculares, la cual tiene como finalidad básica el aislar por completo el sistema de conductos del resto del organismo (Canalda y Brau, 2014).

En ello pueden distinguirse un objetivo biológico y uno técnico; el objetivo biológico, consiste en prevenir la llegada de productos perjudiciales al periapice para proveer las condiciones propias para la reparación periapical. Los medios de defensa del organismo podrán, en la mayoría de los casos, eliminar las bacterias restantes, componentes antigénicos y cualquier resto hístico que haya quedado en el periapice y proporcionar reparación; el objetivo técnico es obturar de la manera más hermética posible, la totalidad del sistema de conductos radiculares con un material que sea estable y que no se disuelva ni se desaloje, siendo el sellado apical el más importante, ya que en el periapice pueden existir bacterias que pueden

ingresar de nuevo en un conducto no sellado y reanudar la inflamación (Laurichesse et al., 1986).

Para lograr una obturación apropiada, la mayoría de las técnicas emplean un núcleo central sólido y un cemento sellador (Cohen et al., 2011); el núcleo central utilizado en la obturación, por excelencia, es la gutapercha, que desde su introducción en 1867 por Bowman ha sido utilizada para obturar los conductos radiculares. Entre sus principales ventajas se encuentran: fácil manipulación, radiopacidad, plasticidad, mínima toxicidad y fácil reblandecimiento mediante calor o disolventes, entre sus desventajas se encuentran: contracción al enfriarse cuando ha sido calentada y falta de adhesión a la dentina (Cohen et al., 2011).

Los cementos selladores tienen como objetivo el sellar la interface presente entre el núcleo de la obturación y las paredes del conducto radicular, con la finalidad de conseguir una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, hermética y estable; así mismo, rellenar los espacios e irregularidades del conducto radicular, como conductos laterales y accesorios y finalmente ejercen un efecto lubricante durante el proceso de obturación (Canalda y Brau, 2014).

Existen 11 requisitos que debe presentar un excelente sellador de conductos (Grossman 1976), a los que posteriormente se añadieron 2 más (Ingle y West, 1996). Pueden citarse, por tanto:

1. Pegajoso, para adherirse tanto a las paredes del conducto como al material de núcleo.
2. Proporcionar un sellado hermético a los conductos obturados.
3. Radiopacidad para visualizarse radiográficamente.
4. Contener partículas finas para conseguir una mezcla homogénea
5. No contraerse al fraguar o endurecer.
6. No teñir los tejidos dentales.
7. Bacteriostático.
8. Fraguado lo suficientemente lento, que permita realizar la técnica de obturación
9. Insolubles en los fluidos hísticos.

10. Biocompatible, es decir, tolerado por los tejidos vitales.
11. Solubilizarse en solventes habituales, para en caso de ser necesario poder ser eliminado.
12. No generar reacción inmunitaria al entrar en contacto con los tejidos periapicales.
13. No ser carcinogénico ni mutagénico.

Clasificación de los selladores (Cohen et al., 2011)

Los cementos selladores se clasifican de acuerdo a su composición química en:

- Óxido de cinc y eugenol
- Selladores de hidróxido cálcico
- Selladores sin eugenol
- Cementos selladores del ionómero de vidrio
- Resinas
- Selladores de silicona
- Biocerámicos
- Cementos selladores con productos químicos

III.2 Cemento sellador a base de silicato de calcio

Los selladores a base de silicato de calcio se introdujeron después del aumento de la popularidad del agregado de trióxido mineral debido a su capacidad de liberación de calcio (Camilleri et al. 2005; Camilleri 2008) biocompatibilidad, bioactividad y osteoconductividad (Sarkar et al. 2005; Tay et al. 2007).

El MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil), es un sellador de conductos que contiene en la pasta base (amarilla): resina de salicilato, resina natural, tungstato de calcio, sílice nanoparticulada y pigmentos; y en la pasta catalizadora (blanca): resina diluyente, agregado de trióxido mineral (MTA), sílice nanoparticulada y pigmentos (Siboni et al. 2017).

Según el fabricante, las propiedades de MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) incluyen buena radiopacidad, buen tiempo de trabajo, facilidad de manejo, flujo adecuado, buen sellado y baja solubilidad (Vitti et al. 2013; Gandolfi et al. 2016) y está indicado para su uso en técnicas de obturación frías y calientes (Viapiana et al. 2014). Presenta un pH de 9.5 el primer día y luego disminuye a 8.4 a los 28 días (Siboni et al. 2017).

Cuando está recién mezclado, este material muestra alta citotoxicidad y genotoxicidad (Bin et al. 2012). Sin embargo, un estudio reciente mostró que, a pesar de estos efectos tóxicos iniciales durante el fraguado, la citotoxicidad disminuye y el sellador presenta una bioactividad adecuada para estimular la formación de cristales de apatita (Salles et al. 2012).

BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) comercializado desde febrero de 2015, es un cemento sellador hidráulico que se beneficia tanto de la tecnología de biosilicato activo (tecnología patentada por Septodont aplicada a la química de minerales cerámicos de alta temperatura, garantizando la pureza del contenido de silicato de calcio de la formulación y la ausencia de aluminato y sulfato de calcio en el producto final) como de Biodentine™.

Recomendado para la técnica de obturación de cono único o condensación lateral en frío. Presenta un pH de 11.7 los primeros 14 días y luego disminuye a 8.7 a los 28 días (Siboni et al. 2017).

El polvo contiene silicato tricálcico, povidona y óxido de circonio; el líquido es una solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato. Se ha informado que BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) induce *In vitro* la producción de factores de crecimiento angiogénico y osteogénico por las células del ligamento periodontal humano (Camps et al. 2015); Además, presenta citotoxicidad más baja que otros selladores convencionales del conducto radicular, puede inducir la deposición de tejido duro (Dimitrova-Nakov et al.2015; Prullage et al.2016) y actividad antimicrobiana (Arias-Moliz y Camilleri 2016).

BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) es bioactivo al estimular el proceso fisiológico óseo y la mineralización de la estructura dentinaria (Camps 2015, Dimitrova-Nakov 2015). Por lo tanto, crea un entorno favorable para la curación periapical, la formación de hidroxiapatita y la mineralización de la estructura dentinaria (Reichl 2015).

BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) fue diseñado para ser utilizado mezclando la parte en polvo con la parte líquida mediante una simple espatulación, por lo que no se necesita una máquina mezcladora. El tiempo de trabajo es de 15 minutos y el tiempo de fraguado inferior a 4 horas en el conducto radicular. Además, BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) mostró un sello hermético con la dentina y gutapercha y una radiopacidad adecuada. La pasta es de consistencia suave con buen flujo y adherencia adecuada a los instrumentos para permitir una colocación óptima en el conducto radicular. Gracias al uso de la tecnología Active BioSilicate que no contiene monómeros, no hay contracción de BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) durante el fraguado, lo que permite un sellado hermético del conducto radicular (Xuereb 2014).

III.3 Cemento sellador a base de resina epóxica

Los cementos selladores a base de resina epóxica son utilizados desde hace tiempo debido a que muestran excelentes propiedades mecánicas y adhesión/adaptación a la dentina. Después de la expansión volumétrica inicial, el sellador muestra algo de contracción a largo plazo. En general, los estudios *In vitro* e *In vivo* con estos materiales mostraron mejores propiedades de sellado que con ningún otro sellador probado (Bergenholtz et al., 2011).

El AH Plus® (Dentsply Sirona, York, PA) es una fórmula modificada del AH-26® (Dentsply Sirona, Germany) que no libera formaldehído (Leonardo, 1999), es una resina epoxi-bis-fenol en dos tubos que tiene un tiempo de trabajo de 4 horas (Cohen et al., 2011). Contiene en la pasta A: diepóxido, tungstato de calcio, óxido

de circonio, aerosil y pigmento (óxido de hierro) y en la pasta B: 1-adamantano amina, N, N0-dibencil-5-oxa-nonandiamina-1,9, TCD-Diamina, tungstato de calcio, óxido de circonio, aerosil y aceite de silicona. A las 3 horas de haber sido mezclado presenta un pH de 7.6 que a los 28 días disminuye a 7.1 (Siboni et al. 2017), cabe señalar que este material se utiliza con frecuencia como material de referencia con el que se comparan los nuevos selladores (Viapiana, 2016).

III.4 Obturación en Endodoncia

La técnica de condensación lateral con puntas de gutapercha en frío es la más empleada por la mayoría de profesionales. Se considera una técnica universal, cuya eficacia se compara con otras técnicas más novedosas, sin embargo, puede dejar espacios entre los conos de gutapercha, el sellador y las paredes del conducto, además de que existe el riesgo de fracturas radiculares verticales durante la compactación (Peters, 1986).

Otra opción es la condensación vertical, donde el reblandecimiento de la gutapercha mediante calor tiene como finalidad mejorar su adaptación a las irregularidades de la anatomía interna del órgano dentario para conseguir una obturación más completa del sistema de conductos radiculares. Existen diversas técnicas para plastificar la gutapercha con calor, no obstante, todas ellas precisan el recurso de un cemento para sellar la interface entre las paredes del conducto y la gutapercha.

Recientemente la técnica de punta única ha sido recomendada por varios fabricantes de cementos selladores e instrumental rotatorio, los cuales han comercializado puntas de gutapercha con las mismas dimensiones que las de los instrumentos mecánico/rotatorios que preparan la zona final del conducto (Canalda y Brau, 2014). Sin embargo, hasta ahora hay pocas pruebas que confirmen que un método de obturación es mejor que otro, y aún debe determinarse la influencia de la técnica de tratamiento en el éxito/fracaso (Aqrabawi, 2006; Ng, 2007).

Los estudios prospectivos de Toronto han sugerido que la compactación vertical caliente puede ser superior a la lateral, aunque no hay pruebas definitivas (Peng, 2007; Chevigny, 2008).

III.5 Principales causas de fracaso endodóntico

A pesar de que el tratamiento habitual del conducto radicular es un procedimiento con resultados predecibles y regularmente muy buenos, tanto en los casos relativamente sencillos como en los más difíciles, se ha comunicado en estudios y revisiones recientes porcentajes de éxito de alrededor del 95% en el tratamiento de dientes diagnosticados de pulpitis irreversible (Chugal, 2001; Basmadjian-Charles et al., 2002; Friedman, 2002) y hasta el 85% en dientes necróticos (Pettiette et al., 2001; Chugal et al., 2003; Friedman et al., 2003; Peters et al., 2004). Esta brecha que nos separa del 100% del éxito endodóntico existe por múltiples razones, entre ellas que el tratamiento de conductos generalmente falla cuando el procedimiento no alcanza los estándares de calidad aceptables (Seltzer et al., 1963; Engström et al., 1965; Sjögren 1996).

Sin embargo, los principales factores asociados con la falla endodóntica son la persistencia de infección microbiana en el sistema del conducto radicular y/o el área perirradicular (Nair et al. 1990a; Lin et al. 1992). Si los microorganismos persisten en el conducto radicular al momento de la obturación o si penetran al conducto después de la obturación, existe un mayor riesgo de que el tratamiento fracase (Byström et al., 1987; Sjögren et al., 1997), esto por la microfiltración bacteriana que básicamente puede ser por tres causas: la primera es que existe una interfaz entre el sellador y el material del núcleo, la segunda es que existe una interfaz entre el sellador y la pared de la dentina, y la tercera causa de microfiltración bacteriana es ocasionada por la contaminación del cemento sellador endodóntico, perdiendo así la barrera de sellado entre la microflora oral y el conducto radicular y los tejidos periapicales (Saghiri et al., 2008).

El riesgo de reinfección dependerá de la calidad de la obturación de los conductos y del sellado coronal, se ha indicado que la filtración coronal puede ser

una causa importante del fracaso del tratamiento endodóntico (Saunders y Saunders, 1994), existen algunas situaciones en las que los conductos radiculares obturados pueden contaminarse desde la cavidad oral por filtración a través del material de restauración temporal o permanente; ruptura, fractura o pérdida de la restauración temporal/permanente; fractura de la estructura del órgano dentario; caries recurrentes que exponen el material de obturación del conducto radicular; o retraso en la colocación de restauraciones permanentes (Siqueira et al., 1999).

En tales circunstancias, el material de obturación del conducto radicular expuesto sigue siendo la única barrera entre los contaminantes orales y los tejidos periapicales. La recontaminación del sistema de conductos por filtración coronal ocurrirá a través de: disolución del sellador por saliva; percolación de saliva en la interfaz entre el sellador y las paredes del conducto radicular (particularmente si hay barrillo dentinario presente) y/o entre el sellador y la gutapercha (Siqueira et al., 1999).

Algunos estudios han revelado que independientemente de la técnica o del material de obturación empleado, puede ocurrir una recontaminación completa del conducto radicular después de un corto período de exposición microbiana (Torabinejad et al., 1991; Siqueira et al., 1999).

III.6 Medición de la filtración

Se han ideado distintos métodos para evaluar la obturación del sistema de conductos radicular, entre ellos la microfiltración de colorantes, filtración de proteínas, filtración de glucosa, filtración de fluidos, extracción de colorantes, microfiltración bacteriana, microfiltración de endotoxinas, microfiltración de proteínas, radioisótopo, estudio en animales, microscopio electrónico de barrido y tomografía computarizada de haz cónico (Jafari, 2017).

IV. Hipótesis

- Hipótesis de trabajo

El cemento sellador biocerámico BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) presenta microfiltración bacteriana en mayor tiempo al obturar conductos radiculares con y sin gutapercha en comparación con MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil).

- Hipótesis nula

El cemento sellador biocerámico BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) presenta microfiltración bacteriana en el mismo tiempo al obturar conductos radiculares con y sin gutapercha en comparación con MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil).

- Hipótesis alterna

El cemento sellador biocerámico BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) presenta microfiltración bacteriana en menor tiempo al obturar conductos radiculares con y sin gutapercha en comparación con MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil).

V. Objetivos

V.1 General

Determinar el tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico, BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) y MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) con y sin gutapercha.

V.2 Específicos

Medir el tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) con gutapercha.

Medir el tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) sin gutapercha.

Medir el tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) con gutapercha.

Medir el tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) sin gutapercha.

Comparar los resultados obtenidos en las pruebas de microfiltración bacteriana en conductos radiculares obturados con cemento sellador biocerámico BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) y MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) con y sin gutapercha.

Dirección General de Bibliotecas UFG

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *In Vitro*

VI.2 Población

Primeros y segundos premolares unirradiculares superiores e inferiores extraídos por indicación ortodóncica o periodontal.

VI.3 Muestra

80 premolares unirradiculares divididos en 4 grupos de 16 premolares y 2 grupos de 8 premolares para control positivo y negativo (Samiei et al., 2014).

El tamaño de la muestra se decidió de acuerdo a lo reportado en la literatura.

VI.4 Criterios de inclusión

Se incluyeron premolares unirradiculares, sanos, extraídos y almacenados en un lapso no mayor a 6 meses con formación radicular completa.

VI. 5 Criterios de exclusión

Se excluyeron premolares con raíz corta, caries radicular, restauraciones, fisuras o fracturas, reabsorción interna o externa y/o calcificación radicular.

VI. 6 Criterios de eliminación

Se eliminaron los órganos dentarios que sufrieron fracturas o fisuras visibles durante el procedimiento, así como premolares con instrumentos separados.

VI.7 Definición de variables y unidades de medida

Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Días hasta que ocurre Microfiltración	Proceso por el cual las bacterias de la cámara superior pasan a la cámara inferior atravesando el conducto radicular	Se realizará observando diariamente el medio de cultivo hasta que este cambie su coloración	Cuantitativo	Continua	Días

Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil)	Técnica de obturación que consiste en rellenar la totalidad del conducto radicular del cemento sellador a base de silicato de calcio.	Se empleará la presentación pasta-pasta. Será mezclada en porciones 1:1 de pasta base y catalizador con espátula en loseta estéril hasta lograr mezcla homogénea, luego será introducido en el	Cualitativa	Nominal	_____

		conducto radicular con un léntulo hasta que sea llenado en su totalidad			
Cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) y como único de gutapercha	Técnica de obturación que consiste en rellenar la totalidad del conducto radicular de cemento sellador base de silicato de calcio e introducir un cono único de gutapercha estandarizado de acuerdo a la conformación realizada previamente.	Se empleará la presentación pasta-pasta. Será mezclada en porciones 1:1 de pasta base y catalizador con espátula en loseta estéril hasta lograr mezcla homogénea, será introducido en el conducto con un léntulo, luego se colocará el cono de gutapercha	Cualitativa	Nominal	_____
Cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia)	Técnica de obturación que consiste en rellenar la totalidad del conducto radicular del cemento sellador a base	El cemento sellador se mezclara con espátula en una loseta estéril agregando una gota de líquido por	Cuantitativa	Nominal	_____

	de silicato de calcio.	cada cucharilla de polvo hasta lograr una mezcla homogénea y será introducido en el conducto con un léntulo			
Cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) y cono único de gutapercha	Técnica de obturación que consiste en rellenar la totalidad del conducto radicular de cemento sellador base de silicato de calcio e introducir un cono único de gutapercha estandarizado de acuerdo a la conformación realizada previamente.	El cemento sellador se mezclara con espátula en una loseta estéril agregando una gota de líquido por cada cucharilla de polvo hasta lograr una mezcla homogénea, será introducido en el conducto con un léntulo, luego se colocará el cono de gutapercha	Cuantitativa	Nominal	_____

VI. 8 Procedimientos

Grupos experimentales

1. Se obtuvieron 80 órganos dentarios premolares unirradiculares extraídos por razones ortodóncicas o periodontales, los cuales fueron donados voluntariamente por los pacientes.
2. Los órganos dentarios se examinaron clínicamente para descartar grietas, caries, calcificación del conducto y reabsorciones.
3. Los órganos dentarios se limpiaron de restos de tejido y cálculo para posteriormente enjuagarse y almacenarse en solución salina.
4. Los premolares se estandarizaron a una medida de 14 mm del ápice utilizando un disco de diamante y pieza de baja velocidad (figura 2).
5. Los especímenes se almacenaron en solución salina.
 - Todos los procedimientos fueron realizados por un solo operador.



Figura 2. Estandarización de premolares a 14 mm

6. Se realizó acceso con fresa de bola de carburo no. 4 (Mani, Nakanishi Inc., Tokio, Japón) a cámara pulpar, identificando la entrada de los conductos radiculares y se determinó la longitud de trabajo con lima Tipo K#10 (Mani, Nakanishi Inc., Tokio, Japón) hasta que fue visible en el foramen apical; luego se restó .5 mm de la medición y se instrumentó manualmente con lima tipo K (Mani, Nakanishi Inc., Tokio, Japón) hasta calibre #20 (Figura 3).



Figura 3. Toma de longitud de trabajo e instrumentación manual



Figura 4. Instrumentación de los conductos radiculares con Protaper Gold®.

7. Los conductos radiculares se prepararon utilizando instrumentos rotatorios Protaper Gold® (PTG, Dentsply Maillefer) en un micromotor endodóntico NSK®.
8. Se patentizó con lima tipo K #10 (Mani, Nakanishi Inc., Tokio, Japón) y se conformó con las limas rotatorias Protaper Gold® (PTG, Dentsply Maillefer) SX (0.19/.04), X1 (0.18/.02) X2 (0.20/.04), F1 (0.20/07), F2 (0.25/.08) y F3 (0.30/09), utilizadas secuencialmente a longitud de trabajo de acuerdo a la indicaciones del fabricante (Figura 4).
9. Los conductos radiculares se irrigaron entre instrumentos con 5 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% con agujas Endo EZE® (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) calibre 20, hasta 2 mm de la longitud de trabajo (Figura 5).



Figura 5. Irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25%

10. Después de la instrumentación, la capa de barrillo dentinario se eliminó con EDTA al 17% durante 5 min, seguido de NaOCl al 5.25% activado con ultrasonido durante 3 periodos de 20 segundos cada uno con intercambio de hipoclorito entre cada periodo.
11. El conducto se secó con puntas de papel estériles.
12. Los órganos dentarios se dividieron aleatoriamente en 6 grupos, cuatro grupos experimentales (n = 16), un grupo control negativo y uno positivo (n = 8).
13. En el grupo 1 la obturación del conducto radicular se realizó mediante obturación con técnica de cono único con ProTaper Gold F3® (Conform Fit Gutta-Percha Points for Pro Taper Gold, Dentsply Sirona, USA) y sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) (Figura 6).

- El cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) se mezcló de acuerdo a las indicaciones del fabricante.



14. El sellador se aplicó a las paredes del conducto usando una punta de papel

15. El cono maestro se cubrió con cemento sellador y se colocará dentro del conducto hasta la longitud de trabajo.

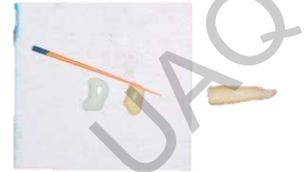


Figura 6. Material utilizado para obturar grupo experimental 1

16. En el grupo 2 la obturación del conducto radicular se realizó mediante obturación con técnica de cono único con con ProTaper Gold F3® (Conform Fit Gutta-Percha Points for Pro Taper Gold, Dentsply Sirona, USA) y sellador y sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) (Figura 7).



Figura 7. Material utilizado para obturar grupo experimental 2

- El cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) se mezcló de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

17. El sellador se aplicó en las paredes del conducto usando una punta de papel

18. El cono maestro se cubrió con cemento sellador y se colocó dentro del conducto hasta la longitud de trabajo.

19. En el grupo 3 y 4 el conducto se obturó con cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) y BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des Fosses, Francia) respectivamente desde longitud de trabajo hasta la unión cemento esmalte de forma gradual con la ayuda de un cono de gutapercha y se compactó



Figura 8. Material utilizado para obturar grupo control negativo

con la ayuda de un cono de papel ligeramente humedecido.

20. El grupo 5 que corresponde al grupo control negativo se obturó con técnica vertical, sistema de onda continua, gutapercha termoplastificada y cemento sellador AH Plus® (Dentsply Sirona, York, PA), se colocó cianoacrilato (kola loka®) en el ápice y en la entrada del conducto (Figura 8).
21. El grupo 6 que corresponde al grupo control positivo permaneció sin obturar.
22. Las cavidades de acceso de los grupos experimentales permanecieron sin sellar.

Microfiltración bacteriana

Para el presente estudio se utilizó un dispositivo de doble cámara; se basó en el ajuste recto de 2 tubos: un microtubo de centrifugación de 2 ml y un tubo de vidrio.

1. Los órganos dentarios preparados y obturados se fijaron a los microtubos con plastilina epóxica (kola loka®) y dos capas de pegamento instantáneo en Brocha (kola loka®), las áreas apicales de los órganos dentarios quedaron libres.
 - El proceso de montaje se realizó con guantes estériles.
2. Luego, el microtubo se insertó en el tubo de ensayo, creando así dos cámaras separadas (Figura 9).
3. En el tubo inferior, 2 mm del ápice de la raíz permanecieron sumergidas en el medio de cultivo Chromocult.
 - Preparación Chromocult: se disolvieron 36 gr en 1 litro de agua desmineralizada, se colocó en tubos de ensayo y se autoclavó por 15 min a 121°C.
4. En la cámara superior se aplicó la suspensión bacteriana.



Figura 9. Dispositivo de doble cámara

5. La interfaz del microtubo y el tubo se selló con acrílico autocurable previamente moldeado y esterilizado, plastilina epóxica kola loka y dos capas de pegamento instantáneo en Brocha (kola loka®) lo que proporcionó impermeabilidad lateral.
 - El aparato fue desarrollado para tener una vía única entre la cámara superior (depósito microbiano) y la cámara inferior (Chromocult), que permitió el acceso del conducto radicular.
 - Este modelo permitió la evaluación de la microfiltración microbiana ocurrida a través de los selladores del conducto radicular.

Preparación microbiana

1. Para el presente estudio, se utilizó *E. faecalis*.
2. Se inocularon 50 µl de *E. faecalis* y 500 µl de suspensión estéril de BHI (Brain Heart Infusion Agar) en la cámara superior.
3. Luego, todos los vasos se incubaron a 37 ° C durante 60 días. Después de 96 horas de incubación, se verificaron los controles positivos y negativos para garantizar la fiabilidad de la prueba.
4. Cada 3 días, se aspiraron 500 µl de la suspensión (BHI que contenía *E. faecalis*) de la cámara y se reemplazaron por 500 µl de BHI fresco.
- Las muestras se observaron cada tercer día para determinar si el caldo en la cámara inferior cambió a color azul, que indica el crecimiento bacteriano resultante de la penetración de las bacterias más allá del conducto radicular (Figura 10).



Figura 10. Muestra filtrada

VI. 9 Análisis estadístico

Se realizaron los análisis descriptivos para obtener la media y desviación estándar. Para conocer si existe diferencia significativa entre los grupos estudiados se realizó la prueba de Kruskal-Wallis Post Hoc Dunn's para la comparación del tiempo promedio de filtración en los grupos experimentales y controles y la de Chi cuadrada para la distribución de muestras filtradas hasta el día 60 en cada uno de los grupos experimentales y controles.

Dirección General de Bibliotecas UFG

VII. Resultados

En la tabla 1 se muestran los valores comparativos de los 4 grupos experimentales y grupos control positivo y negativo del tiempo en que ocurrió microfiltración bacteriana.

Tabla 1. Comparación del tiempo promedio de filtración en los grupos experimentales y controles

	Grupo 1 (n=16)	Grupo 2 (n=16)	Grupo 3 (n=16)	Grupo 4 (n=16)	Grupo + (n=8)	Grupo - (n=8)	Valor de P
	<i>X ± D.E. (Rango)</i>						
Días hasta filtración	19.8±16.5 (4-57)	35.3±21.8 (5-60)	11.3 ± 13.4 (4-53)	47.5 ± 15.3 (29-67)	4±0 (0-4)	0	< 0.0001

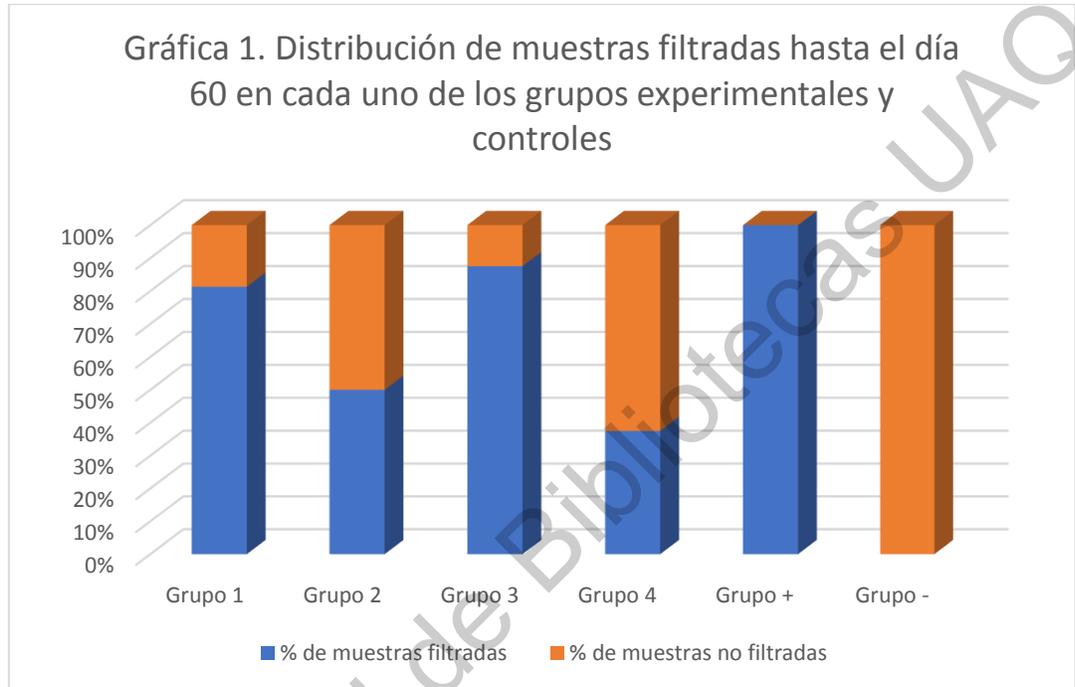
X: Promedio; D.E. Desviación estándar. Grupo 1 Obturación con técnica de cono único con MTA Fillapex, Grupo 2. Obturación con técnica de cono único con BioRoot RCS con gutapercha, Grupo 3. Obturación con cemento sellador MTA Fillapex sin gutapercha, Grupo 4. Obturación con cemento sellador BioRoot RCS sin gutapercha, Grupo control positivo. Sin obturar, Grupo control negativo. Ah Plus y gutapercha termoplastificada. Prueba de Kruskal-Wallis.

Se pudo observar que, hubo diferencia estadísticamente significativa en los grupos 2 y 4 que corresponde al cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) con y sin gutapercha, respectivamente, al compararlo con el grupo control positivo; entre los grupos 3 y 4 que fueron obturados empleando únicamente cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) y BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia); así como entre el grupo 4 y 6, siendo este último el grupo control negativo.

Tabla 2. Comparación entre los 6 grupos mediante la prueba de comparación múltiple de Dunn

Grupo comparado	Diferencia significativa
I-II	No
I-III	No
I-IV	No
I-VI	No
II-III	No
II-IV	No
II-VI	Si
III-IV	Si
III-VI	No
IV-VI	Si

La frecuencia de las muestras filtradas y no filtradas de cada grupo experimental hasta el día 60 se muestran en la gráfica 1, se realizó el análisis estadístico mediante la prueba de Chi² ($p < 0.0001$).



VIII. Discusión

El objetivo principal de la obturación tridimensional del conducto radicular es prevenir cualquier vía de comunicación entre la cavidad bucal, el sistema del conducto radicular y los tejidos perirradiculares (Dash et al. 2017) para garantizar el éxito a largo plazo de la terapia del conducto radicular (Samiei et al. 2014).

El presente estudio evaluó 4 grupos de órganos dentarios que fueron obturados con cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) y MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) con y sin empleo de gutapercha, los cuales fueron comparados con la técnica de compactación vertical con gutapercha termoplastificada y cemento sellador AH Plus®, el cual es considerado como la referencia clásica (Donnermeyer et al., 2019).

El objetivo principal de este estudio fue determinar cuál de estos grupos presenta el mayor tiempo en que ocurre microfiltración bacteriana a través de los conductos radiculares.

En vista del gran número de estudios de filtración publicados, parece generalmente aceptado que la evaluación de la filtración de partículas o soluciones entre una obturación radicular y la pared del conducto radicular es un método adecuado para determinar si una obturación del conducto radicular cumple su propósito debido a que la capacidad de sellado es importante (Wu & Wesselink, 1993), sin embargo, estos experimentos tienen una historia larga y controvertida con implicaciones clínicas poco claras (Oliver & Abbott, 2001).

En particular, se observa que los resultados a menudo no son reproducibles, las desviaciones estándar son relativamente grandes y la variabilidad resultante en los hallazgos del estudio permite respaldar o cuestionar el valor de casi cualquier técnica endodóntica. La variedad de metodologías de evaluación y sus parámetros de evaluación pueden ser una de las principales razones por las que existe un acuerdo deficiente entre los hallazgos informados (Wu & Wesselink, 1993).

Cada una de estas metodologías tiene sus partidarios y detractores, pero parece haber un acuerdo unánime de que no existe un entendimiento común de sus implicaciones clínicas (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007) y que

los resultados de los estudios *In vitro* pueden no coincidir en la realidad por las condiciones clínicas (Wu & Wesselink, 1993).

El grupo 1 y 2 fue obturado con técnica de cono único, con cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) y BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia), respectivamente, con un promedio de días hasta que ocurrió filtración del grupo 1 de 19.8 ± 16.5 y del grupo 2 de 35.3 ± 21.8 , ambos presentaron microfiltración bacteriana y a pesar de que el grupo 2 filtró en mayor tiempo, no mostraron diferencia estadísticamente significativa, estos resultados son similares al experimento realizado por Archana et al. (2020) donde se evaluó la microfiltración apical con técnica de penetración vertical utilizando azul de metileno al 2%, Bioroot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) mostró menor microfiltración apical y mejor distribución del sellador en comparación con MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil).

El grupo 1 y 3 que corresponde a las muestras obturadas con cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) con y sin gutapercha, respectivamente, presentaron un tiempo promedio de filtración de 19.8 ± 16.5 en el grupo 1 y de 11.3 ± 13.4 del grupo 2, a pesar de que el grupo 1 presentó microfiltración en más días, no hubo diferencia significativa entre estos dos grupos. En cuanto a las muestras de los grupos 2 y 4 que fueron obturados con cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) con y sin gutapercha, respectivamente, presentaron un promedio de 35.3 ± 21.8 en el grupo 2 y de 47.5 ± 15.3 en el grupo 4. En estos grupos se observó que las muestras que fueron obturadas con cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) sin gutapercha, filtraron en mayor tiempo, sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Esto puede ser debido a que independientemente de la técnica de obturación utilizada, ambos cementos selladores cumplen con las propiedades tales como la obturación hermética, la estabilidad dimensional y la adaptación efectiva a las

paredes del conducto radicular, proporcionando un sellado tridimensional (Demiriz et al., 2016).

En los grupos 3 y 4 que fueron obturados empleando únicamente cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil) y BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia), respectivamente, se pudo observar que las muestras del grupo 3 filtraron en menor tiempo que el grupo 4, presentando diferencia estadísticamente significativa, esto posiblemente a que después de la reacción de fraguado del Biodentine® se forman cristales de carbonato de calcio (CaCO₃), los cuales constituyen un anclaje en la superficie de la dentina, estas precipitaciones dentro de los túbulos dentinarios crean un tag de minerales que se cree, aumenta la resistencia a fuerzas de desalajo exhibidas por el Biodentine™ en comparación con el MTA, contribuyendo a sus propiedades adhesivas (Guneser et al., 2013).

El porcentaje de las muestras filtradas de cada grupo experimental hasta el día 60 se muestran en la gráfica 1. Como era de esperarse el 100% del grupo control positivo filtró en las primeras 96 horas, mientras que en del grupo control negativo no filtró ninguna muestra durante el periodo experimental (0%).

El grupo 1 y 3 presentaron el mayor porcentaje de muestras filtradas, en el grupo 1 filtró el 81.2 % (13 muestras) mientras que en el grupo 3 filtró el 87.5% (14 muestras). En cambio, en el grupo 2 y 4 filtró el 50% y 37.5%, respectivamente del número total de especímenes (16), lo que una vez más deja en claro que el cemento sellador BioRoot RCS ® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) presenta mejores propiedades, proporcionando una obturación hermética, la cual previene microfiltración bacteriana (Siboni et al., 2017).

IX. Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio, se puede concluir que ambos cementos selladores fueron estadísticamente similares al ser empleados en técnica de cono único, mientras que, al ser utilizados para obturar la totalidad del conducto radicular sin gutapercha, el cemento sellador BioRoot RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) presentó mayor resistencia a la microfiltración bacteriana al compararlo con el cemento sellador MTA Fillapex® (Angelus, Londrina, Brasil).

Por lo tanto, los resultados de este estudio pueden usarse para ser aplicados clínicamente según el criterio del médico, seleccionando de forma pertinente el mejor material, pues estos juegan un papel importante en la prevención de la microfiltración bacteriana.

X. Propuestas

Se recomienda realizar más estudios con diversidad de cementos selladores y distintas técnicas de obturación.

De igual manera se recomienda considerar la realización de estudios *in vivo*.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

XI. Bibliografía

- Al-Hezaimi, K., Naghshbandi, J., Oglesby, S., Simon, J. H., & Rotstein, I. (2005). Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *Journal of endodontics*, 31(6), 453–456.
- Alshehri M., Alamri H.M., Alshwaimi E., Kujan O. 2016. Micro-computed tomographic assessment of quality of obturation in the apical third with continuous wave vertical compaction and single match taper sized cone obturation techniques. *Scanning*. 38(4):352.
- Angerame, D., De Biasi, M., Pecci, R., Bedini, R., Tommasin, E., Marigo, L., & Somma, F. (2012). Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48(1), 35–41.
- Aqrabawi J.A. 2006. Outcome of endodontic treatment of teeth filled using lateral condensation versus vertical compaction (Schilder's technique), *J. Contemp. Dent. Pract.* 15;7(1):17.
- Archana, M.J., Kumar, K.N., Merwade, S. (2020). A comparison of apical microleakage and sealer distribution of two sealers with two obturation techniques using apical dye penetration technique: An in-vitro study. 6(7), 8-45.
- Argueta, J. (2017). BioRoot™ RCS, a reliable bioceramic material for root canal obturation. *Case Studies collection* 15.
- Arias-Moliz M.T., Camilleri J. 2016. The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers. *J. Dent.* 52: 30.
- Basmadjian-Charles C.L., Farge P., Bourgeois D.M., Lebrun T. 2002. Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int. Dent. J.* 52(2):81.
- Bergenholtz G., Hørsted-Bindslev P., Reit C. 2011. *Endodoncia*. 2ª ed. México: Editorial El Manual Moderno.

- Bin, C. V., Valera, M. C., Camargo, S. E., Rabelo, S. B., Silva, G. O., Balducci, I., & Camargo, C. H. (2012). Cytotoxicity and genotoxicity of root canal sealers based on mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 38(4), 495–500.
- Byström A., Happonen R.P., Sjögren U., Sundqvist G. 1987. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod. Dent. Traumatol.* 3(2):58.
- Camilleri J. 2008. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int. Endod. J.* 41(5):408.
- Camilleri J., Montesin F.E., Brady K., Sweeney R., Curtis RV., Ford T.R. 2005. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent. Mater.* 21(4):297.
- Camps J., Jeanneau C., El Ayachi I., Laurent P., About I. 2015. Bioactivity of a calcium silicate-based endodontic cement (BioRoot RCS): interactions with human periodontal ligament cells in vitro. *J. Endod.* 41(9):1469.
- Canalda C., Brau E. 2014. *Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas.* 3ª ed. España: Elsevier.
- Chevigny C., Dao T.T., Basrani B.R., Marquis V., Farzaneh M., Abitbol S., Friedman S., 2008. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study—phase 4: initial treatment. *J. Endod.* 34(3):258.
- Chugal N., Clive J.M., Spångberg L.S. 2003. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome, *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.* 96(1):81.
- Chugal N.M., Clive J.M., Spångberg L.S. 2001. A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: effect of biologic and diagnostic variables, *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.* 91(3):342.
- Chybowski E.A., Glickman G.N., Patel Y., Fleury A., Solomon E., He J. 2018. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J. Endod.* 44(6):941.

- Cohen S., Hargreaves K.M., Berman L.H. 2011. Las vías de la pulpa. 10a ed. España: Elsevier.
- Dash, A.K., Farista, S., Dash, A., Bendre, A., Farista, S. 2017. Comparison of three different sealer placement techniques: An In vitro confocal laser microscopic study. *Contemp. Clin. Dent.* 8(2):310.
- Demiriz, L., Koçak, M. M., Koçak, S., Sağlam, B. C., & Türker, S. A. (2016). Evaluation of the dentinal wall adaptation ability of MTA Fillapex using stereo electron microscope. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 19(3), 220–224.
- Deutsch P., Musikant P. 2001. A study of one visit treatment using EZ-Fill root canal sealer. *Endod. Pract.* 29.
- Dimitrova-Nakov S., Uzunoglu E., Ardila-Osorio H., Baudry A., Richard G., Kellermann O., Goldberg M. 2015. In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dent. Mater.* 31(11):1290.
- Donnermeyer, D., Bürklein, S., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2019). Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology*, 107(4), 421–436.
- Editorial Board of the Journal of Endodontics (2007). Wanted: a base of evidence. *Journal of endodontics*, 33(12), 1401–1402.
- Engström B., Hard A.F., Segerstad L., Ramstrom G., Frostell G. 1965. Correlation of positive cultures with the prognosis for root canal therapy. *Odontol. Revy.* 16(3):193.
- Flores D.S., Rached F.J., Versiani M.A., Guedes D.F., Sousa-Neto M.D., Pecora J.D. 2011. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int. Endod. J.* 44(2):126.
- Friedman S. Prognosis of initial endodontic therapy. 2002. *Endod. Topics.* 2:59.
- Friedman S., Abitbol T., Lawrence H.P. 2003. Treatment outcome in endodontics: The Toronto study. Phase1: initial treatment. *J. Endod.* 29(12):787.

- Gandolfi M.G., Siboni F., Prati C. 2016. Properties of a novel polysiloxaneguttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dent. Mater.* 32(5):e113.
- Gilles R., Oliver M. 2012. *Dent. mater.* Patent No. US 0270184 A1.
- Gordon, M. P., Love, R. M., & Chandler, N. P. (2005). An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *International endodontic journal*, 38(2), 87–96.
- Grossman L.I. 1976. Physical properties of root canal cements. *J. Endod.* 2(6):166.
- Guneser, M. B., Akbulut, M. B., & Eldeniz, A. U. (2013). Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strenght of Biodentine and conventional root perforation repair materials. *J Endod*, 1-5.
- Ingle J., Beveridge E. 1979. *Endodoncia*. 2ª ed. México: Editorial Panamericana.
- Ingle J.I., West J.D. 1996. *Endodoncia*. 4.ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Jafari F., Jafari S. 2017. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. *J. Clin. Exp. Dent.* 1;9(6):e812.
- Koch M.J. 1999. Formaldehyde release from root-canal sealers: influence of method. *Int. Endod. J.* 32(1):10.
- Laurichesse J.M., Breillat J. 1986. Le scellement du système canalaire (obturation de l'endodonte): le concept d'unité biocompatible de substitution. En: Laurichesse JM, Maestroni F, Breillat J, editors. *Endodontie clinique*. París: cdp. p. 403.
- Leonard J.E., Gutmann J.L., Guo I.Y. 1996. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int. Endod. J.* 29:76.
- Leonardo M.R., Bezerra da Silva L.A., Filho M.T., Santana da Silva R. 1999. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.* 88(2):221.

- Lin L.M., Skribner J.E., Gaengler P. 1992. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* 18(12):625.
- Lopes H.P., Siqueira J.F. Jr. 1999. *Endodontia: Biologia E Técnica.* Rio de Janeiro: Medsi.
- Magura M.E., Kafrawy A.H., Brown C.E., Newton C.W. 1991. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J. Endodon.* 17:324.
- Mohammadi Z. 2008. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int. Dent. J.* 58(6):329.
- Mortensen D.W., Boucher N.E., Ryge G. 1965. A method of testing for marginal leakage of dental restorations with bacteria. *J. Dent. Res.* 44:58.
- Nair P.N., Sjögren U., Figdor D., Sundqvist G. 1999. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.* 87(5):617.
- Nair P.N., Sjögren U., Krey G., Kahnberg K.E., Sundqvist G. 1990a. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J. Endod.* 16(12):580.
- Nair P.N., Sjögren U., Krey G., Sundqvist G. 1990b. Therapy resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J. Endod.* 16(12):589.
- Nair P.N., Sjögren U., Schumacher E., Sundqvist G. 1993. Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *Int. Endod. J.* 26(4):225.
- Ng Y.L., Mann V., Rahbaran S., Lewsey J., Gulabivala K. 2007. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int. Endod. J.* 40(12):921.

- Oliver, C. M., & Abbott, P. V. (2001). Correlation between clinical success and apical dye penetration. *International endodontic journal*, 34(8), 637–644.
- Peng L., Ye L., Tan H., Zhou X. 2007. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J. Endod.* 33(2):106.
- Peters D. D. (1986). Two-year in vitro solubility evaluation of four Gutta-percha sealer obturation techniques. *Journal of endodontics*, 12(4), 139–145.
- Peters O.A., Barbakow F., Peters C.I. 2004. An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. *Int. Endod. J.* 37(12):849.
- Peters O.A., Barbakow F., Peters C.I. 2004. An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. *Int. Endod. J.* 37(12):849.
- Pettiette M.T., Delano E.O., Trope M. 2001. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J. Endod.* 27(2):124.
- Pisano D.M., DiFiore P.M., McClanahan S.B., Lautenschlager E.P., Duncan J.L. 1998. Intraorifice sealing of gutta-percha obturated root canals to prevent coronal microleakage. *J. Endodon.* 24:659.
- Pommel, L., & Camps, J. (2001). In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *Journal of endodontics*, 27(7), 449–451.
- Prullage R.K., Urban K., Schafer E., Dammaschke T. 2016. Material properties of a tricalcium silicate-containing, a mineral trioxide aggregate-containing, and an epoxy resin-based root canal sealer. *J. Endod.* 42(12):1784.
- Saghiri M.A., Lotfi M., Saghiri A.M., Vosoughhosseini S., Fatemi A., Shiezadeh V., Ranjkesh B. 2008. Effect of pH on sealing ability of white mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J. Endod.* 34(10):1226.

- Salles, L. P., Gomes-Cornélio, A. L., Guimarães, F. C., Herrera, B. S., Bao, S. N., Rossa-Junior, C., Guerreiro-Tanomaru, J. M., & Tanomaru-Filho, M. (2012). Mineral trioxide aggregate-based endodontic sealer stimulates hydroxyapatite nucleation in human osteoblast-like cell culture. *Journal of endodontics*, 38(7), 971–976.
- Samiei M., Aghazade M., Farhadi F., Shahveghar N., Torab A., Vahid Pakdel S.M. 2014. Sealing Efficacy of Single-cone Obturation Technique with MTA and CEM Cement: An in Vitro Bacterial Leakage Study. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects*. 8(2):77.
- Sarkar N.K., Caicedo R., Ritwik P., Moiseyeva R., Kawashima I. 2005. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J. Endod.* 31(2):97.
- Saunders W.P., Saunders E.M. 1994. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. *Endod. Dent. Traumatol.* 10(3):105.
- Seltzer S., Bender I.B., Turkenkopf S. 1963. Factors affecting successful repair after root canal therapy. *J. Am. Dent Assoc.* 67:651.
- Siboni, F., Taddei, P., Zamparini, F., Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2017). Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *International endodontic journal*, 50 Suppl 2, e120–e136.
- Simon, S., & Flouriot, A. C. (2016). BioRoot™ RCS a new biomaterial for root canal filling. *J Case Studies Collection*, 13, 4-11.
- Siqueira J.F. Jr, Rôças I.N., Lopes H.P., Uzeda M. 1999. Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. *J. Endod.* 25(1):14.
- Siqueira J.F. Jr. 2001. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int. Endod. J.* 34(1):1.
- Sjögren U. 1996. Success and failure in endodontics. *Odontol. Dissert.* 22(2):26

- Sjögren U., Figdor D., Persson S., Sundqvist G. 1997. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 30(5):297.
- Spangberg L.S., Barbosa S.V., Lavigne G.D. 1993. AH 26 releases formaldehyde. *J. Endod.* 19(12):596.
- Stock C.J., Walker R., Gulabivala K. 2004. *Endodontics*. 3rd ed. St. Louis: Mosby.
- Sundqvist G., Figdor D. 1998. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Orstavik D, Pitt Ford T. *Essential Endodontology*. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 242.
- Sunzel B., Lasek J., Söderberg T., Elmros T., Hallmans G., Homs S. The effect of zinc oxide on *Staphylococcus aureus* and polymorphonuclear cells in a tissue cage model. *Scand. J. Plast. Reconst. Surg.* 24:31.
- Swanson K., Madison S. 1987. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part 1. Time periods. *J. Endodon.* 13:56.
- Tay F.R., Pashley D.H., Rueggeberg F.A., Loushine R.J., Weller R. 2007. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the Portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *J. Endod.* 33(11):1347.
- Torabinejad M., Ung B., Kettering J.D. 1991. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J. Endod.* 16(12):566.
- Trope M. 2003. The vital tooth—its importance in the study and practice of endodontics. *Endod. Topics.* 5:1
- Trope M., Chow E., Nissan R. 1995. In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J. Dent. Res.* 72:188.
- Trope, M., & Debelian, G. (2014). Bioceramic Technology in Endodontics. *Inside Dentistry*, 4(12):2446-2454
- Viapiana R., Guerreiro-Tanomaru J.M., Tanomaru-Filho M., Camilleri J. 2014. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external

root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. *J. Endod.* 40(4):555.

- Viapiana R., Moizadeh A.T., Camilleri L., Wesselink P.R., Tanomaru Filho M., Camilleri J. 2015. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int. Endod. J.* 49(8):774.
- Vitti R.P., Prati C., Silva E.J., Sinhorette M.A., Zanchi C.H., de Souza e Silva M.G., Ogliairi F.A., Piva E., Gandolfi M.G. 2013. Physical properties of MTA Fillapex sealer. *J. Endod.* 39(7):915.
- Wolanek G.A., Loushine R.J., Weller R.N., Kimbrough W.F., Volkman K.R. 2001. In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally sealed with a dentin bonding agent. *J. Endod.* 27(5):354.
- Wu M.K., Wesselink P.R. 1993. Endodontic leakage studies reconsidered. Part 1. Methodology, application and relevance. *Int. Endod. J.* 26:37
- Zehnder M. 2006. Root canal irrigants. *J. Endod.* 32(5):389.
- Zhou H.M., Du T.F., Shen Y., Wang Z.J., Zheng Y.F., Haapasalo M. In vitro cytotoxicity of calcium silicate-containing endodontic sealers. *J. Endod.* 41(1):56.