

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Evaluación de la microfiltración microbiana de *Enterococcus Faecalis* y *Cándida Albicans* en dientes tratados endodónticamente obturados con bioroot y ahplus

Angelica María Díaz Marín, Lina María Plazas Ortegón, Andrea Yineth Murcia Moreno

Trabajo de grado para optar el título de Endodoncista

Directora:

Dra. Sonia Lancheros Bonilla

Co-Director:

Dr. Mauricio Jiménez

Universidad Santo Tomás

División Ciencias De La Salud

Programa De Especialización De Endodoncia

Extensión Bogotá

2020

Dedicatoria

Dedicado a:

Mi mamá que es la mujer en quien me quisiera convertir y quien me ha dado todo lo que tengo en mi vida, ella es la dueña de todos mis logros, y por ella y gracias a ella soy especialista. A mi Abuelita Leonor que me ayudo a criar, y su amor es el amor de Dios representado en la tierra. A Eli, mi madrina, y segunda mamá que hizo realidad mi sueño de ser especialista, quien siempre ha creído en mí y quien toda mi vida me ha llenado de regalos sin esperar nada a cambio. A mi Abuelito y papa José, “fuerte como un roble” y mi ejemplo de vida. A mi Tiito Jaime y padrino, mi protector más grande, siempre apoyándome en todo y testigo de mi proceso de formación académica. A toda mi FAMILIA ORTEGON. LOS AMO

Lina Plazas Ortegón

Dedicado a:

Mi mamá quien es mi todo, mi apoyo incondicional y gracias a quien soy lo que soy en estos momentos. A mi hijo Juan Andrés quien me tuvo paciencia estos dos años y soportó mi ausencia en épocas de estudio, ¡mi motor de vida! A Yerka y su familia que me brindaron un caluroso hogar y me acompañaron en mi proceso de formación. A todos los que de una u otra manera aportaron para lograr este sueño. A toda mi familia que día a día me daban ánimo para continuar el camino y no desfallecer. Los amo.

Andrea Murcia

Mi dedicatoria más importante es para El Señor Jesús por darme la fuerza y valentía, a su Espíritu Santo por recordarme sus palabras y a mi Padre por su verdad. También a mi esposo amado por su paciencia y comprensión; A mis hijitos preciosos que me ayudaron en tantas dificultades, A mi mama por su apoyo, y especialmente a la SRA. Rosa Marina Lizarazo por creer siempre en Mi; A mis compañeras de Tesis a quienes respeto y admiro por qué sé que continuaron a pesar de las dificultades.... Muchas Gracias

Angélica Díaz

Agradecimientos

A Dios quien ha forjado nuestros caminos y nos ha dirigido por el sendero correcto.
Gracias la Universidad USTA-FOC por nuestra formación académica tan completa; a la DRA SONIA LANCHEROS por su paciencia y dedicación en este estudio y a todos los docentes que nos moldearon con amor y exigencia.

Contenido

1. Introducción	9
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Pregunta de investigación	11
1.3 Justificación	11
1.4 Propósito	12
2. Marco teórico.....	13
2.1 Cementos selladores a base de resina.....	13
2.2 Ahplus	14
2.3 Cementos bioceramicos	14
2.4 Bioroot.....	14
2.5 Evaluación de la microfiltración.....	17
2.6 Estudios de filtración con tintes.....	17
2.7 Estudios de filtración con radioisótopos	17
2.8 Estudios de filtración bacteriana.....	17
2.9 La descripción de la técnica de TORABINEJAD	18
2.10 Enterococos Faecalis	18
2.11 Candida Albicans	18
2.12 Fracaso Endodontico	19
3. Objetivos	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
4. Método	20
4.1 Tipo de estudio	20
4.2 Selección y descripción de participantes población	20
4.2.1 Población. Dientes unirradiculares.....	20
4.2.2 Muestra y tipo de muestreo.....	20
4.2.3 Unidad de análisis.....	20
4.2.4 Objeto de estudio.....	20
4.2.5 Material objeto de estudio.....	20

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

4.2.6 Criterios de selección (inclusión y exclusión).	21
4.2.7 Aspectos éticos.	21
4.3 Variables	21
4.4 Instrumento	22
4.5 Materiales y métodos	22
4.5.1 Análisis estadístico.	24
4.6 Resultados	24
4.6.1 Grupo 1: (BIOROOT).	24
4.6.2 Grupo 2: (AH PLUS).	24
4.7 Discusión.....	25
Conclusiones	27
Recomendaciones	27
Bibliografía	28

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Resumen

Objetivo: Evaluar la microfiltración microbiana del cemento Bioroot en comparación con el AHPlus.

Materiales y Método: Se utilizaron 30 dientes uniradiculares los cuales fueron instrumentados con limas Wave One Gold, irrigando con hipoclorito de sodio al 5,25% entre cada instrumento. Se realizó irrigación final con hipoclorito de sodio y EDTA al 17%. Los dientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos experimentales Grupo 1 Bioroot condensación lateral y Grupo 2 AH Plus condensación lateral. Los dientes fueron esterilizados a vapor, se realizó montaje de doble cámara y se inoculó con suspensión microbiana de 1×10^5 con de E Faecalis y 1×10^5 C albicans, cada 24 horas durante 60 días.

Resultados: Los resultados de este estudio muestran que los valores extremos son aproximadamente cero, lo que confirma que no existen diferencias significativas entre los dos sellantes, dando como resultado un nivel de confianza del 99% con un valor p- valor de 0.7053.

Conclusiones: no hay diferencia estadísticamente significativa en la microfiltración de los dos cementos estudiados.

Palabras clave: Microfiltracion, endodoncia, cemento obturador, bioroot, Ah plus.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Summary

Objective: To evaluate the microbial microfiltration of Bioroot cement compared to AHPlus.

Materials and Method: 34 uniradicular teeth were used, each one were instrumented with Wave One Gold files, irrigating with 5.25% sodium hypochlorite between each instrument. Final irrigation was performed with sodium hypochlorite and 17% EDTA. The teeth were randomly divided into two experimental groups Group1 Bioroot lateral condensation and Group 2 AH Plus lateral condensation. The teeth were steam sterilized, a double chamber assembly was made and inoculated with 1×10^5 microbial suspension with E Faecalis and 1×10^5 C albicans, every 24 hours for 60 days.

Results: The results of this study shows that the extreme values are approximately zero, confirming that there are no significant differences between the two sealants, resulting in a 99% confidence level with a p-value of 0.7053.

Conclusions: there is no statistically significant difference in the microfiltration of the two cements studied.

Key words: Microfiltration, endodontics, endodontic sealer, BioRoot, Ah plus.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

1. Introducción

El éxito del tratamiento endodóntico se basa en el diagnóstico inicial y la planificación del tratamiento, el conocimiento de la anatomía del sistema de conductos radiculares y los conceptos de conformación, desinfección y obturación del canal radicular.

La correcta obturación del sistema de conductos radiculares constituye un factor imprescindible para realizar una excelente terapia endodóntica. INGLE considera que cerca del 60% de los fracasos endodóntico son causados aparentemente por una inadecuada obturación(1).

Lograr una obturación de alta calidad y tridimensional del sistema de conductos es uno de los objetivos de la terapia endodóntica, la capacidad de selle es una propiedad indispensable para disminuir la posibilidad de microfiltración bacteriana(2)(3), ya que la mayoría de los fracasos endodónticos se debe a la persistencia de infección microbiana en los conductos radiculares en especial anaerobios facultativos y los Gram positivos siendo el *E. faecalis* la de mayor prevalencia puesto que tiene la habilidad de penetrar los túbulos dentinales(4).

El material de obturación radicular más aceptado es la gutapercha acompañado de un cemento sellador endodóntico. En la práctica clínica se han utilizado diferentes tipos de selladores incluidos el óxido de zinc, la resina epoxi, la silicona y el metacrilato. La mayoría de éstos presentan toxicidad al mezclarlos, la cual disminuye después del fraguado. Actualmente, se ha introducido una nueva clase de selladores de conductos radiculares, a base de silicato de calcio, los cuales muestran alta biocompatibilidad.

BioRoot RCS (Septodont, St.Maur-des-Fosses, Francia), un nuevo sellador de conductos radiculares a base de silicato de calcio con presentación en polvo y líquido, desarrollado específicamente para el llenado de conductos radiculares. Según el fabricante, el polvo consiste principalmente en silicato tricálcico y el líquido es una solución acuosa de cloruro de calcio (acelerador de curado) y excipientes(5). La capacidad del sellador para penetrar en los túbulos dentinales es importante, ya que ayuda al sellador a proporcionar un sellado impenetrable al fluido y previene la penetración de microorganismos y toxinas(6).

La microfiltración se debe básicamente al comportamiento de la interfase entre el sellador y el material del núcleo, a la interfase entre el sellador y la pared de la dentina, y a la microfiltración del propio cemento endodóntico. Es decir, la porosidad que presenta el material endodóntico(7).

Varios estudios han evaluado la penetración de los selladores a base de silicato de calcio en la dentina; sin embargo, al ser Bioroot un nuevo cemento y a la fecha se encuentran pocos estudios que estudien la microfiltración apical. Los selladores de conducto radicular a base de silicato de calcio poseen efectos antimicrobianos contra las biopelículas de *E. faecalis*. La actividad bacteriana de BioRoot RCS es significativamente mayor que el de los selladores Totalfill BC y AH Plus después de 30 días de exposición(8). El objetivo de este estudio es evaluar la microfiltración microbiana del Bioroot en comparación con cemento AHPlus, el cual es ampliamente utilizado en la práctica endodóntica, por su excelente capacidad de selle.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los mayores inconvenientes que presentan los materiales de obturación es la falta de sellado que favorece la microfiltración de bacterias y endotoxinas a través del conducto, impidiendo la reparación periapical, lo cual puede llevar al fracaso del tratamiento endodóntico.

La microfiltración apical se entiende como la penetración de fluidos, bacterias y sustancias químicas dentro del conducto radicular. Está en la interface del material de obturación y las paredes del conducto radicular, puede ser el producto de la deficiente adaptación del material de relleno a las paredes dentinarias, a la solubilidad del material o la estabilidad dimensional del sellador. Se pueden dar dos interfases potenciales de microfiltración: entre la gutapercha, en el sellador o entre el sellador y las paredes del conducto(9).

La microfiltración es una de las causas del fracaso del tratamiento endodóntico. Un estudio realizado por el grupo de Toronto indicó que el 88% de los fracasos en dicho tratamiento es a causa de la microfiltración apical(10). La contaminación de la sangre y la saliva durante la obturación del conducto radicular es uno de los factores que influyen en la microfiltración. Al sobrepasar el nivel crítico de microfiltración de un conducto endodónticamente tratado puede producirse enfermedad periapical o alterar la reparación apical en caso de lesión.

La periodontitis apical es una secuela de la infección endodóntica y se manifiesta como la respuesta de defensa del huésped al desafío microbiano proveniente del sistema de conductos radiculares. Se considera un encuentro dinámico entre los factores microbianos y las defensas del huésped en la interfaz entre la pulpa radicular infectada y el ligamento periodontal que produce inflamación local, reabsorción de tejidos duros, destrucción de otros tejidos periapicales. El tratamiento de la periodontitis apical, como una enfermedad de la infección del conducto radicular, consiste en erradicar los microbios o reducir sustancialmente la carga microbiana del conducto radicular y prevenir la reinfección. En el fracaso endodóntico generalmente es causada por la reinfección del conducto radicular. La mayoría de las fallas ocurren cuando los procedimientos de tratamiento, en su mayoría de naturaleza técnica, no han alcanzado un estándar satisfactorio para el control y la eliminación de la infección(11).

Aunque el *E. Faecalis* es comúnmente asociado con la terapia fallida del conducto radicular, otros microorganismos también se encuentran implicados, tal es el caso de los hongos. Bernal y col refieren en su artículo que tiene alta frecuencia en los dientes con infección primaria y en dientes con infección persistente, siendo la más frecuente la *C. albicans*(12).

Los selladores del conducto radicular minimizan la posibilidad de una infección secundaria, debido al selle tridimensional en longitud y amplitud del conducto radicular, proporcionándonos un bloqueo de los microorganismos; a sus propiedades antibacterianas y a la biocompatibilidad, ya que debe ser tolerado por los tejidos apicales y periapicales.

Bioroot es un cemento sellador de última generación el cual según fabricantes le atribuyen características únicas e indispensables para una adecuada terapia endodóntica, como son: ser bioactivo, biocompatible, sellar adecuadamente los túbulos dentinales, ser antimicrobiano y de fácil manipulación. Estas propiedades han sido evaluadas en diferentes estudios; sin embargo, su comportamiento en cuanto a microfiltración, no ha sido ampliamente evaluado. Este estudio se

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

propone determinar la micro filtración bacteriana del Bioroot en comparación con el AHPlus, en donde se muestra una excelente capacidad de selle y baja microfiltración.

1.2 Pregunta de investigación

¿Qué grado de microfiltración microbiana de *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* se presenta en el tercio apical de dientes humanos tratados endodónticamente y obturados con cemento sellador Bioroot y cemento AHPlus?

1.3 Justificación

Bioroot es una nueva generación de selladores de silicato tricálcico de alta pureza, de aparición reciente en el mercado y parece ofrecer ciertas ventajas en comparación con los selladores de uso común, en cuanto a varios factores: la biocompatibilidad, capacidad antimicrobiana, inducción de formación de tejido mineralizado y resolución de lesiones apicales. Sin embargo, propiedades como la adaptación y capacidad de selle no han sido ampliamente estudiadas.

Diferentes investigaciones han evaluado la toxicidad del Bioroot encontrando que es el sellador menos citotóxico en comparación con otros selladores con un 98,54% de supervivencia celular, lo que nos lleva a entender por qué las células del ligamento periodontal mostraron un alto grado de proliferación, diseminación celular y unión celular(13).

Camps realizo un estudio comparativo con óxido de zinc – eugenol donde obtuvo como resultado que el cemento de silicato de calcio (BioRoot RCS) tiene una bioactividad más alta que el sellador de óxido de zinc-eugenol (PCS) en células PDL humanas. BioRoot RCS tiene menos efectos tóxicos en células PDL que PCS e indujo una secreción más alta de factores de crecimiento angiogénicos y osteogénicos que PCS(14). La bioactividad del Bioroot puede por lo tanto favorecer la resolución de lesiones apicales, lo que aumentaría significativamente las tasas de éxito de la terapia endodóntica(15).

BioRoot RCS ha mostrado una mayor liberación de iones de calcio que otros selladores durante una duración prolongada la cual desencadena la nucleación del fosfato de calcio, lo que puede mejorar la capacidad de sellado del material de obturación(16). La presente investigación busca evaluar la microfiltración bacteriana del cemento sellador Bioroot, en comparación con cemento sellador AHPlus, el cual se caracteriza por su buena capacidad de selle y baja micro filtración. Lo anterior permitirá al clínico la elección racional del material de obturación basándose en el conocimiento de las propiedades del mismo, lo cual le permitirá alcanzar resultados más predecibles en la realización del tratamiento endodóntico.

Enterococcus faecalis merece ser mencionado y estudiado con frecuencia (Möller, 1966 ; Fukushima *et al.* , 1990 ; Molander *et al.* , 1998 ; Sundqvist y col. , 1998). *E. faecalis* r. Es resistente a la mayoría de los medicamentos intracanales, particularmente a los apósitos de hidróxido de calcio (Byström *et al.* , 1985), probablemente debido a su capacidad para regular el pH interno con una bomba de protones eficiente (Evans *et al.* , 2002). *E. faecalis* puede sobrevivir al hambre prolongada (Figdor *et al.* , 2003). Puede crecer como una mono infección en

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

canales tratados en ausencia de soporte sinérgico de otras bacterias (Fabricius *et al.* 1982b). A pesar del foco de atención actual, aún queda por demostrar, en estudios controlados, que *E. faecalis* es el patógeno de importancia en la mayoría de los casos de fracaso del tratamiento endodóntico. Los estudios microbiológicos (Möller, 1966 ; Waltimo *et al.* , 1997) y los microscopios electrónicos correlativos (Nair *et al.* , 1990a) han demostrado la presencia de levaduras en conductos obturados con periodontitis apical no resuelta. *Candida albicans* es el hongo más frecuentemente aislado de los diente con periodontitis apical (Molander *et al.* , 1998 ; Sundqvist *et al.* , 1998)(11).

La identificación microbiológica en infecciones endodónticas se ha enfocado principalmente en la caracterización bacteriana sin dar relevancia a las levaduras que, por sus factores de virulencia, pueden afectar el resultado del tratamiento realizado motivo por el cual incluimos en nuestro estudio *C. albicansc* con la finalidad que nuestro estudio arroje resultados más completos que nos conlleven a mejorar nuestra praxis.

La presente investigación se enfocará en estudiar microfiltracion bacteriana capaz de atravesar el conducto radicular (*enterococcus feccalis* y *candida albicans*) utilizando cemento sellador Bioroot, el cual está catalogado por ser de última generación de selle de conductos radiculares, ser bioactivo, estar basado en una química mineral de alta pureza; dentro de sus propiedades propicia un sellado de alto grado garantizado por una estrecha interfaz entre gutapercha/sellador/dentina y la mineralización de la estructura de la dentina, tiene propiedades antimicrobianas gracias a la liberación de hidróxido de calcio para reducir el riesgo de fracaso del tratamiento, tiene propiedades bioactivas para estimular la cicatrización periapical, inserción rápida y fácil en el conducto radicular con cualquier método de obturación en frío, radiopaco para facilitar el seguimiento. Teniendo en cuenta todas estas propiedades que el fabricante describe, pretendemos por medio de este estudio verificar su capacidad antimicrobiana.

La importancia de este estudio se basa principalmente en evaluar la microfiltracion de *E. faecalis* y *candida albicans*, en conductos de dientes uniradiculares obturados utilizando cemento sellador bioroot para comprobar la acción antimicrobiana del cemento en mención comparado con cemento sellador AHplus. BioRoot RCS mostró una mayor liberación de iones de calcio que otros selladores durante una duración prolongada(16).

La importancia de este estudio radica en la necesidad de mejorar la terapia endodóntica , basándonos en la comparación de dos cementos los cuales establecerán el grado de filtración apical, se propone realizar un estudio experimental in vitro para evaluar la microfiltracion y selle empleando el nuevo cemento sellador bioroot y dichos resultados repercutirán en la decisión de elegir la opción más favorable para estos casos, prediciendo más verazmente las posibilidades de éxito o fracaso en la realización de una endodoncia; así mismo este estudio aporta beneficios en relación al conocimiento de las propiedades de este cemento el cual ha venido teniendo mucho auge en el aspecto endodontico.

1.4 Propósito

Evaluar el grado de microfiltracion de microorganismos (*E. faealis*, *C. Albicans*) de dientes obturados endodónticamente con cemento Bioroot en comparación con cemento AHPlus.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

2. Marco teórico

La obturación endodóntica tiene por objetivo el selle tridimensional del sistema de conductos radiculares. Esto significa, ocupar el volumen creado por la preparación biomecánica y rellenar los espacios propios de la anatomía radicular incluyendo conductos laterales, deltas apicales, entre otros. Se han propuesto diversos materiales y técnicas de obturación para llevar a cabalidad dicho objetivo; todos los materiales de obturación presentan diferentes ventajas y desventajas, sin que aún exista uno que cumpla todos los requisitos ideales (17).

El uso de un agente sellador para obturar los conductos radiculares es esencial para el éxito del tratamiento endodóntico. No solo es el complemento del material sólido que es la gutapercha, sino que también debe rellenar las irregularidades del conducto y las paredes dentinarias, logrando así un selle más tridimensional posible del conducto radicular. También se utilizan como lubricantes y ayudan al asentamiento del material sólido de obturación durante la condensación. Un buen cemento debe ser biocompatible y bien tolerado por los tejidos perirradiculares. Todos los selladores recién mezclados presentan cierto grado de toxicidad, que se reduce en gran medida al ser colocados y fraguados(18).

La gutapercha ha sido el material más utilizado para esto; pero, a pesar de sus múltiples propiedades, que incluyen estabilidad, biocompatibilidad, radiopacidad, fácil manipulación y remoción, esta no presenta una unión íntima a la estructura dental interna, lo que genera un espacio entre el material y el diente(3). Por esta razón es necesario el uso del cemento sellador, el cual idealmente debe adherirse tanto a la dentina como a la gutapercha, disminuyendo así los espacios en la interface del material de obturación y la dentina, proporcionando continuidad física en dicha interfase(19).

Se han descrito en la literatura las características que deben tener los materiales de obturación, entre las que se encuentran: la facilidad para llevar el cemento dentro del conducto, ser preferiblemente de textura filamentosa durante su preparación y colocación, buen tiempo de trabajo, corto tiempo de fraguado, sellar el conducto tanto en diámetro como en longitud, ser impermeable, ser bacteriostático o al menos no favorecer el crecimiento bacteriano, ser radiopaco, no pigmentar la estructura dentaria, no irritar los tejidos periapicales, ser estéril o de fácil esterilización y la habilidad para ser retirado del conducto(20).

Diferentes estudios han encontrado que los cementos endodónticos tienen la propiedad de ser reabsorbibles cuando tienen contacto con los tejidos periapicales, buscado mejorar esta condición en los selladores, especialmente en los que se presenta más disolución, como en los cementos a base de hidróxido de calcio(21).

2.1 Cementos selladores a base de resina

Los cementos obturadores a base de resina fueron introducidos en la práctica endodóntica por sus buenas características ya que: facilita la adhesión en la estructura dentaria, contiene mayor fluidez y menor solubilidad. Garantizando y rescatando así su buena capacidad de selle, la facilidad de manipulación, su excelente radiopacidad y el tiempo de trabajo largo que se maneja(22).

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

2.2 Ahplus

El cemento sellador AHPlus es una versión mejorada del cemento resinoso AH26; el fabricante ha descrito que estos tienen propiedades físicas similares, pero se diferencian en la toxicidad ya que la estructura química de las aminas epóxicas disminuye la liberación de formaldehído mejorando sus propiedades biológicas(23).

AHPlus ® es fabricado por Dentsply/Dtrey y consiste en una resina epoxica, con buenas cualidades de flujo, sellado de las paredes de dentina y buen tiempo de trabajo, adecuado como sellador endodóntico(24).

La pasta epóxica está formada por resina epóxica, tungsteno de calcio, óxido de zirconio, aerosil y óxido de hierro. Por su parte la pasta amina la forman amina adamantina, N, N-Dibenzyl-5-oxanonano-diamina-1,9-TCD-diamina, Tungsteno de Calcio, Aerosil, Aceite de silicona.

Kwang-Won Lee *et al* 2002 evaluaron las propiedades adhesivas de cementos selladores, (Kerr, a ZOE-based sealer; Sealapex, a calcium hydroxide-based sealer; AH 26, an epoxy resinbased system; and Ketac-Endo, a glass-ionomer based sealer) encontrando que el cemento a base de resina epóxica, presentó excelente comportamiento adhesivo, en comparación con los otros cementos estudiados(25).

2.3 Cementos biocerámicos

Los materiales biocerámicos, de amplio uso en endodoncia han demostrado la capacidad para suplir algunas de las limitaciones importantes de las generaciones anteriores de materiales endodónticos; fueron introducidos en la endodoncia en la década los 90s y se popularizó su uso como reparadores y en cirugía apical como obturadores retrógrados; posteriormente se introdujeron en la endodoncia como cementos de selladores durante la obturación radicular junto con la gutapercha(26)

Actualmente en el mercado encontramos cementos endodónticos biocerámicos como MTA Fillapex, CPM endosealer, Bioroot, iRoot, entre otros.

2.4 Bioroot

El cemento sellador bioroot está compuesto por: Silicato tricalcico, oxido de zirconio y cloruro de calcio, este cemento libera calcio y forma una capa de interfase entre fosfato de calcio, razón por la cual se desarrolla un enlace químico con las paredes dentinales.

Los selladores biocerámicos a base de silicato de calcio interactúan con la dentina a través de la captación química de calcio y silicio en presencia de una solución molécula de fosfato. Este mineral favorece la formación de zonas alcalinas. El efecto cáustico del sellador involucra la penetración de minerales selladores en la dentina intertubular después de la desnaturalización de fibras de colágeno(27).

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Los materiales a base de silicato tricálcico son reconocidos como materiales bioactivos a través de su capacidad para inducir la formación de tejido duro tanto en la pulpa y hueso dental(14).

El BioRoot RCS ha sido introducido por Septodont (Saint Maur des Fosses, Francia). En un estudio reciente, Camilleri recomendó este cemento para técnicas de condensación de gutapercha fría en lugar de utilizar calor. Sin embargo, el efecto de BioRoot RCS en la fractura de raíz vertical y la resistencia de los dientes obturados con diferentes técnicas de obturación en gutapercha fría no ha sido evaluado aún(28).

Un estudio reciente, encontró que BioRoot RCS tiene una bioactividad más alta que los cementos a base de óxido-eugenol en células PDL humanas. Según el fabricante, este nuevo sellador tiene una composición similar a Biodentine (Septodont), presumiblemente en un intento por integrar las propiedades ideales de ésta en un sellador de conductos radiculares. Se ha observado la formación de hidróxido de calcio en el proceso de fraguado lo cual promovería la bioactividad y la adhesión de BioRoot RCS a la pared del canal(28).

La microfiltración en la obturación endodóntica puede suceder por diferentes vías: la primera es la interfase entre el sellador y el material del núcleo, el segundo es la interfase entre el sellador y la pared de la dentina; la tercera causa está relacionada con las propiedades del cemento endodóntico: La proporción de entrada de microorganismos en el conducto radicular puede relacionarse con el grado de porosidad presente entre cemento sellador la gutapercha.

En un estudio ex vivo realizado usando microtomografía, se investigó la capacidad de BioRoot® RCS y AH Plus® para sellar efectivamente los canales radiculares. Los resultados mostraron que BioRoot® RCS tenía más porcentaje de porosidad que AH Plus® de forma significativa. BioRoot® RCS exhibió un patrón diferente de selle y de penetración e interacción con las paredes de la dentina en comparación con AH Plus®(7).

Dentro de las propiedades químicas del BioRoot RCS se ha encontrado que libera hidróxido de calcio después del fraguado, contiene altos niveles de calcio, tiene efectos menos tóxicos en las células del ligamento periodontal en contacto con tejidos perirradiculares e induce la secreción de factores de crecimiento angiogénicos y osteogénicos, lo que indica una mayor bioactividad.

Debido a la bioactividad este grupo de cementos han ganado popularidad como selladores ya que su acción biológica puede favorecer la cicatrización de los tejidos periapicales(29).

Por otra parte, las propiedades físicas de BioRoot RC son modificadas por el calor: el tiempo de fraguado se reduce y el espesor de la película se aumenta, razón por la cual se sugiere su uso con técnicas de obturación en frío.

En el estudio realizado por Urban y colaboradores se encontró que cementos biocerámicos como BioRoot RCS y MTA Fillapex fueron más solubles. La mayor solubilidad se encontró en MTA Fillapex, seguido por BioRoot RCS; en general, MTA Fillapex fue significativamente más soluble que BioRoot RCS, mientras que BioRoot RCS fue significativamente más soluble que AH PLUS(30).

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

En un estudio realizado por Triantafyllia Vouzara y col, se estudió la citotoxicidad de Bioroot en comparación con MTA y Simpliseal; los autores llegaron a la conclusión de que los dos cementos fueron citotóxicos dependiendo de la dosis y el tiempo, sin embargo, BioRoot RCS fue significativamente menos citotóxico que el otro 2 sellador en todas las concentraciones y tiempos de medición probados. MTA-Fillapex y SimpliSeal exhibieron un perfil antiproliferativo similar sin diferencias estadísticamente significativas en todos los entornos(31).

Una publicación reciente en el JOE realizo un estudio sobre la interfase de los cementos MTA Fillapex, BioRoot RCS y Endoseal en la cual concluyeron que la matriz material de bioroot era denso, y las fases se distribuían uniformemente; las partículas de cemento mostraron aumento de calcio y silicio, mientras que los radiopacificadores aparecieron más blancos en la microscopia electrónica de barrido(32).

Khalil y colaboradores y Prullage y colaboradores estudiaron las propiedades fisicoquímicas de los cementos a base de silicato de calcio, encontrando los siguientes resultados: BioRoot RCS este está compuesto de calcio y silicios con partículas blancas ricas en zirconio. Contiene cristales que estaban presentes tanto al 1 día como a los 28 días de inmersión del estudio, con, siendo más numerosos a los 28 días. BioRoot RCS contiene una fase de silicato tricálcico cuya reacción más rápida fue evidente por los picos de liberación de hidróxido de calcio evidenciándose más cantidad en los días 18 a 20. Tanto BioRoot RCS como Bio MM exhibió la presencia de una fase radiopacificante, por la presencia de óxido.

Tanto BioRoot RCS como Bio MM mostraron un flujo más bajo y un espesor de película más alto que la especificada para los cementos selladores en ISO 6876 (2012).

Los niveles de pH de todos los selladores probados después de 128 días mostraron que tanto Bio MM como BioRoot RCS fueron alcalinizantes y el pH aumentó con el tiempo. La lixiviación de iones de todos los cementos mostró altos niveles de calcio en comparación con AH Plus. BioRoot RCS libera más calcio. La liberación de tantalio y circonio en la solución fue baja para ambos selladores a base de silicato tricálcico, mientras que los niveles crecientes de tungsteno se disminuyeron en comparación con AH Plus(33).

BioRoot RCS fue significativamente menos soluble que AH Plus y MTA Fillapex después de inmersión en agua destilada durante 1 minuto. Las muestras de control de los moldes vacíos no cambiaron de peso después de la inmersión en agua o solución Búfer; AH Plus y MTA Fillapex tuvieron la misma solubilidad en el tampón PBS y el agua destilada, mientras que BioRoot RCS fue significativamente menos soluble en el tampón PBS que en el agua destilada después de 28 días.

La radiopacidad de AH Plus fue de 6.85 mm (0.11 mm) la de BioRoot RCS fue 6.85 mm (0.12 mm) Al, y MTA Fillapex fue 6.73 mm (0,08 mm) No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los 3 selladores.

El tiempo de fraguado final de BioRoot RCS fue de 324 minutos, significativamente más corto que el de AH Plus (612 minutos). MTA Fillapex no se fraguó completamente, incluso después de 1 semana(34).

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

2.5 Evaluación de la microfiltración

En las distintas investigaciones se encuentran diferentes tipos de marcadores para los estudios in vitro, los cuales determinan la calidad del selle; algunos de éstos son:

1. Tintes
2. Electroquímicos
3. Radioisótopos
4. Bacterias

2.6 Estudios de filtración con tintes

Los tipos de tintes más usados son: azul de metileno, tinta china negra, azul brillante, verde brillante, fucsia básico, hematoxilina, eosina y rodamina B. Otros fluidos que se pueden encontrar es la glucosa y el nitrato de plata los cuales son muy comunes para este tipo de filtración. Por otro lado, existen ciertas desventajas en el uso de algunos tintes, en el caso de la tinta china negra es el tamaño molecular (10 micras), en donde se deduce que es exorbitante. Generando así cierta duda dentro del comprador debido a que es posible la creación de restos necróticos prematuros en el interior de la muestra. Lo anteriormente dicho es viable a causa de dos factores: la incompleta preparación del conducto y los falsos resultados cuando se decide seccionar las muestras ya que durante el proceso de calentamiento es posible la aparición de falsos-positivos

El azul de metileno es otro marcador muy común en los estudios y aunque éste tiene un tamaño molecular pequeño (0.37 micras), su molécula es muy volátil, se evapora a las 72 horas, tiene una tensión superficial muy baja, y un pH de 4,7, el colorante tiene cierta capacidad desmineralizaste, dicha característica se toma en cuenta, cuando se comparan estudios donde se han empleado colorantes ácidos, con otros donde se hayan utilizado colorantes neutros o básicos, ya que puede alterar los resultados(35).

2.7 Estudios de filtración con radioisótopos

A las muestras se les introducen en un material radioactivo, El cual es un isotopo radioactivo hidrosoluble, como por ejemplo el I131(36). Estos tipos de estudios son complejos y peligrosos. Se distinguen por el tipo de isótopo, la distancia entre la fuente de radiación y la emulsión, y los diferentes tipos de exposición. Además, no existe correlación fiable entre la filtración clínica y la radiológica, ya que los radioisótopos son más pequeños que las bacterias(37).

2.8 Estudios de filtración bacteriana

El marcador principal de estos estudios es uno o varios microorganismos, frecuentemente E. Faecalis, el S. salivarius, o S. sanguis. La saliva como agente filtrador también forma parte de este

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

grupo de estudios(38). Este tipo de experimentos obtienen unos resultados que son los que más se pueden extrapolar a la realidad(39).

2.9 La descripción de la técnica de TORABINEJAD

El cual realizó un experimento donde creó un dispositivo para evaluar la filtración bacteriana, En un frasco con tapa dentro del cual se encuentra ensamblado un tubo de microcentrífuga en cuyo interior a su vez va depositada la porción radicular del diente(40).

Torabinejad realizó un experimento donde creó un dispositivo para evaluar la filtración bacteriana. Este consiste en un frasco con tapa dentro del cual se encuentra ensamblado un tubo de microcentrífuga y en su interior a su vez va depositada la porción radicular del diente(41).

Dentro del frasco en el fondo se deposita un indicador de crecimiento bacteriano tipo rojo fenol mezclado con un caldo de cultivo el cual puede ser tioglicolato o infusión de cerebro corazón (BHI). Las muestras son inoculadas con la bacteria a estudiar e incubadas a 37°C con humedad al 100%; Estas se evalúan periódicamente para determinar el grado de filtración presentado. Luego de esto, se toma una muestra de la infusión BHI la cual es cultivada en un medio adecuado para identificar las colonias presentes. Debido a que la principal causa de fracaso en los tratamientos endodónticos se debe a la microfiltración bacteriana o de productos bacterianos que pueden iniciar o reactivar un proceso inflamatorio, éste método ha sido ampliamente utilizado. La técnica de microfiltración bacteriana, permite valorar el ingreso de fluidos, bacterias y sustancias contaminantes a través del relleno radicular, que ocurriría por una adaptación insuficiente de los cementos, por su solubilidad y estabilidad dimensional, o por la contracción del relleno radicular durante la reacción de fraguado(42).

2.10 Enterococos Faecalis

Los enterococos son cocos gram positivos que pueden vivir individualmente, en pares, o con otros diferentes, es un aerobio facultativo que puede vivir en presencia o no de oxígeno, este puede sobrevivir en un PH extremadamente alcalino y por lo general lo encontramos en el lumen intestinal, el tracto genital femenino y la cavidad oral, puede crecer en rangos de temperaturas de a45 grados centígrados y sobrevive a temperaturas de 60 grados centígrados por 30 minutos, encontramos 23 especies subdivididas en cinco grupos *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. casseliflavus*, *E. mundtii*, y *E. gallinarum*(43). Para la identificación de los enterococos para procedimientos convencionales, pruebas de fermentación de hidratos de carbono y utilización de piruvato se determinan infusión cerebro corazón (BHI), bromocresol púrpura y que contiene de 1% carbohidratos estériles por filtración o piruvato al 1%. *E. faecalis* crece en piruvato y fermentación de manitol 1% sacarose *E. faecalis* muestra resistencia a efectos antimicrobianos de hidróxido de calcio, probablemente debido eficaz sistema de bombeo de protones que mantiene los niveles del pH citoplásmico óptimos dificultando el tratamiento endodóntico(44).

2.11 Candida Albicans

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Las levaduras son microorganismos eucariotas del reino Fungi que se desarrollan sobre las plantas, los animales y el ser humano; en estos últimos forman parte de la microbiota de la cavidad oral y actúan de forma comensal o patógena. Como microorganismos oportunistas aprovechan el deterioro de los tejidos duros del diente para penetrar hasta el tejido pulpar, y una vez este se encuentra necrótico ayudan al establecimiento de la infección endodóntica primaria, por la raíz a través de los conductos radiculares hasta el ápice dental (porción final de la raíz). Estas infecciones son de etiología polimicrobiana en las que predominan las bacterias anaerobias, aunque también se encuentran bacterias anaerobias facultativas, microaerófilas y levaduras. Este tipo de infección es causada por un pequeño grupo de microorganismos entre los que se encuentran levaduras del género *Candida*, que poseen diversos factores de virulencia que aumentan su resistencia al tratamiento; la infección puede diseminarse a otros tejidos del área maxilofacial. Los diferentes estudios de la microbiota endodóntica han ido enfocados al aislamiento e identificación de especies bacterianas con el uso de medios específicos y la técnica de muestreo por absorción con puntas de papel, sin prestar importancia a la presencia de levaduras, por lo que la identificación de estos microorganismos es casi siempre un hallazgo accidental(12).

2.12 Fracaso Endodóntico

Estudios sobre la dinámica de las infecciones del canal radicular han demostrado que la proporción de microorganismos anaerobios y células bacterianas aumentan con el tiempo, encontrando que las bacterias anaerobias facultativas son superadas en número cuando los canales se han infectado por 6 meses o más. El oxígeno y sus productos son capaces de desempeñar un papel importante como determinantes ecológicos del canal radicular. La disminución proporcional de bacterias facultativas y concomitante aumento de bacterias anaerobias, con el tiempo pueden ser debido al consumo del oxígeno y el desarrollo de un potencial de reducción-oxidación bajo, que favorece el crecimiento de bacterias anaerobias(45).

Diferentes estudios han evaluado los microorganismos presentes en dientes con fracaso endodóntico y han encontrado que la prevalencia del *E. faecalis* es baja en infecciones endodónticas primarias y alta en infecciones persistentes. *E. faecalis* es comúnmente asociado con casos de patologías periapicales asintomáticas. Su capacidad para provocar enfermedad perirradicular proviene de su característica principal de sobrevivir a los efectos del tratamiento de conductos radiculares y persistir como patógeno en los conductos radiculares y túbulos dentinales de dientes(42).

En el estudio de Pourhajibagher y colaboradores se identificaron los microorganismos presentes en los conductos radiculares de 14 dientes con infección endodóntica secundaria persistente. Encontraron que solo en 2 de los casos hubo infección monomicrobiana. El 25,8% fueron anaerobios estrictos o microfilicos e incluían: *V. parvula* 9,6%, *P. acnes* 6,4%, *P. gingivalis* 3,2%, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* 3,2% y *Lactobacillus acidophilus* 3,2%. El 74,2 % fueron anaerobios facultativos que incluían: *E. faecalis* 35,4%, *A. naeslundii* 3,2%, *L. rhamnosus* 3,2%, *L. casei* 3,2%, *S. sanguinis* 3,2% y *S. mitis* 3,2%. Adicionalmente se detectó *C. albicans* en el 19,3% de las muestras. Estos hallazgos nos llevan a concluir que la infección secundaria persistente en la mayoría de los casos es polimicrobiana, lo cual debe tenerse en cuenta a la hora de realizar la terapia endodóntica y así lograr resultados más predecibles(46).

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar la microfiliación bacteriana de *enterococcus feccalis* y *cándida albicansc* en el tercio apical de dientes humanos tratados endodónticamente y obturados con cemento sellador Bioroot y cemento AHPlus.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar la presencia de microfiliación microbiana de *enterococcus feccalis* y *cándida albicansc* en el conducto radicular humano tratado endodónticamente y obturado con cemento sellador Bioroot.
- Identificar la presencia de microfiliación microbiana de *enterococcus feccalis* y *cándida albicansc* en el conducto radicular humano tratado endodónticamente y obturado con cemento sellador AHPlus.
- Comparar tiempo (días) de microfiliación microbiana de *enterococcus feccalis* y *cándida albicansc* en el conducto radicular humano tratado endodónticamente y obturado con cemento sellador Bioroot.
- Observar el cambio de color en el indicador de crecimiento microbiano posterior a la inoculación.
- Establecer capacidad de selle de los cementos Bioroot y AHPlus posterior a 60 días de obturación.

4. Método

4.1 Tipo de estudio

Es un estudio experimental in vitro.

4.2 Selección y descripción de participantes población

4.2.1 Población. Dientes unirradiculares.

4.2.2 Muestra y tipo de muestreo. 30 dientes unirradiculares.

4.2.3 Unidad de análisis. Dientes obturados endodónticamente.

4.2.4 Objeto de estudio. Microfiliación microbiana.

4.2.5 Material objeto de estudio. Cementos Bioroot y AHPlus.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

4.2.6 Criterios de selección (inclusión y exclusión).

4.2.6.1 Criterios de Inclusión. Dientes unirradiculares, con conducto único, permeables, que presenten curvaturas leves con ápices cerrados.

4.2.6.2 Criterios de Exclusión. Fisuras o microfracturas a lo largo de la superficie radicular, dientes previamente obturados, con caries radicular.

4.2.7 Aspectos éticos. Según la Resolución Numero 8430 de 1993 el presente estudio se clasifica en Riesgo mínimo. (Mirar clasificación) ARTICULO 11.

Realización de consentimientos informado, previa autorización del comité de ética de la universidad Santo Tomas.

4.3 Variables

Tabla 1. Variables del estudio.

<i>Clase</i>	<i>Nombre</i>	<i>Definición</i>	<i>Tipo</i>
Dependiente	Microfiltracion Bacteriana	La observación de microorganismos en la interfase de cemento gutapercha o cemento dentina de la obturación	Cuantitativa Nominal
Dependiente	Tipo de cemento	Impedir la difusión hacia el ápice de bacteria y saliva la cual puede producir fracaso o éxito endodontico	Cualitativa nominal
Dependiente	Tiempo	Cantidad de días que trascurren en cambiar color del agar	Cuantitativa

Nota: Operalización de las variables dependientes.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

4.4 Instrumento*Tabla 2. Filtración microbiana.*

Día	Grupo 1 BIOROOT															Grupo 2 AHPlus																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9...	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9...	15																				
1																																								
2																																								
3																																								
4																																								
5																																								
6																																								
7...																																								
60																																								

Nota: Filtración microbiana 1= presencia de crecimiento, 0 = Ausencia de crecimiento

4.5 Materiales y métodos

En este estudio experimental in vitro se utilizaron 34 dientes uniradiculares, con formación radicular completa, sin curvaturas, con conductos permeables, libres de calcificaciones u obliteraciones y sin alteraciones anatómicas. Una vez eliminados cálculos y restos de tejido blando adherido, fueron almacenados en un ambiente con humedad al 100% hasta su uso. Con el fin de obtener una longitud de trabajo estandarizada, los dientes fueron decoronados con discos de carburo a baja velocidad y refrigeración constante logrando una longitud promedio de 17 mm. Los conductos fueron instrumentados y obturados por un solo operador experimentado. Bajo magnificación se localizaron conductos, se prepararon con sistema Wave One Gold, irrigando con hipoclorito de sodio al 5,25% entre cada instrumento. La irrigación final se realizó con hipoclorito de sodio al 5,25%, EDTA al 17% y suero fisiológico. Los conductos fueron secados con puntas de papel.

Posteriormente los dientes se dividieron aleatoriamente en GRUPO 1: 15 dientes obturados con técnica de condensación lateral y cemento sellador BIOROOT, un diente control negativo sin obturación, y un diente de control positivo tratado endodónticamente con la raíz totalmente barnizada; GRUPO 2: 15 dientes obturados con técnica de condensación lateral y cemento sellador AH PLUS, un diente control negativo sin obturación, y un diente de control positivo tratado endodónticamente con la raíz totalmente barnizada.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Una vez verificada la calidad de la obturación (ver **Figura 1**), fueron llevados a un ambiente húmedo al 100 % a 37°C durante 5 días para permitir un fraguado completo de los cementos. Luego fueron esterilizados a vapor para posteriormente realizar el montaje de doble cámara.



Figura 1. Radiografía final.

Se tomaron tubos de Eppendorf de 1.5 ml a los cuales se les retiro el extremo inferior; el diente fue introducido dentro del tubo dejando aproximadamente 3 milímetros de la raíz fuera del mismo en el extremo inferior, el cual fue introducido en un cultivo líquido; cada grupo de estudio fue inoculado en la porción superior con una suspensión microbiana de 1×10^5 de *E Faecalis* y 1×10^5 de *C albicans*, cada 24 horas durante un periodo de observación de 60 días; las muestras fueron almacenadas en incubadora con humedad al 100% y temperatura de 37°C. (Ver Figura 2).



Figura 2. Inoculación del microorganismo en cámara.

La penetración de la suspensión microbiana fue detectada mediante el indicador de pH del cultivo en la cámara inferior, el cual produce un cambio de color rojo a amarillo una vez el microorganismo ha filtrado a través del conducto. Al finalizar el estudio, a las muestras que no presentaron filtración se les realizo un lavado con jeringuilla tuberculina para descartar filtración por otro microorganismo o presencia de cepas que no hubieran presentado cambio de color (Ver Figura 3).

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA



Figura 3. Incubación por 60 días. (1). Cultivo negativo, sin cambio de color (2). Cultivo positivo, cambio de color.

4.5.1 Análisis estadístico. Para este estudio se empleó la prueba estadística de Mann-Whitney.

4.6 Resultados

Los resultados de este estudio muestran que los valores extremos son aproximadamente cero, dando como resultado un nivel de confianza del 99% con un valor p- valor de 0.7053, mostrando que no existen diferencias significativas entre los dos sellantes.

4.6.1 Grupo 1: (BIOROOT). Se observó que el diente numero 8 filtró desde el día 3 hasta el día 60; en el día 3 solamente filtró *C albicans* (1x10²), en el día 4 *C albicans* (1x10¹) y *E faecalis* (1x10²), y a partir del día 5 hasta el día 60 solamente *E faecalis* (1x10¹) (ver Figura 4).

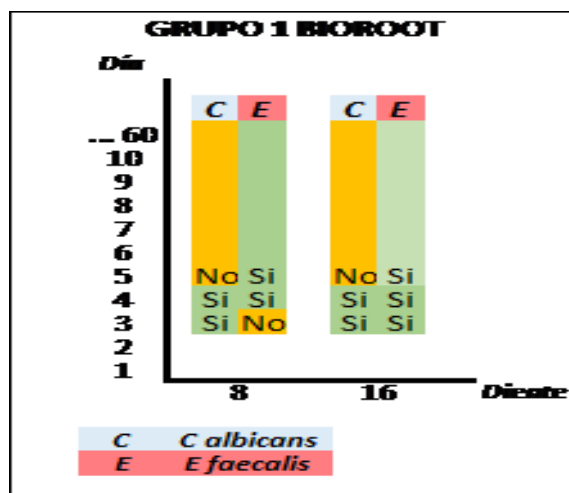


Figura 4. Grafica de Filtración en días de los dientes 8 y 16 del grupo Bioroot.

4.6.2 Grupo 2: (AH PLUS). El diente número 4 presentó filtración el día 8 de *C albicans* (1x10²), y desde el día 9 hasta el día 60 de *E faecalis* (1x10²). El diente número 9, el día 24 y hasta el día 60 mostró filtración solamente de *E faecalis* (1x10²). Ver Figura 5.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

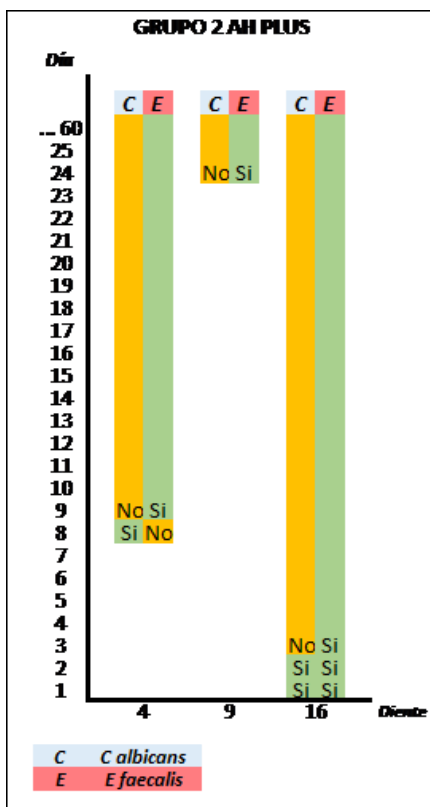


Figura 5. Grafica de Filtración en días de los dientes 4, 9 y 16 del grupo Ah Plus.

En los grupos 1 y 2 los dientes control positivo mostraron desde el día 1 filtración de *C albicans* (1×10^2) y *E faecalis* (1×10^1); el día 2 con mayor proporción de *E faecalis* (1×10^2) y a partir del día 3 y hasta el día 60 solo se evidenció filtración de *E faecalis* (1×10^1)

Al realizar el cultivo por lavado en los dientes que no mostraron filtración, se encontró que en un diente de cada grupo (diente 11 grupo 1 BIOROOT y diente 15 grupo 2 AH PLUS) estaban las cepas de *E faecalis* inoculadas el día 1, las cuales no se reprodujeron y no estaban vivas, pero permanecieron dentro del conducto.

Los dientes de control negativo en cada grupo no mostraron filtración de ningún microorganismo.

4.7 Discusión

El objetivo final del tratamiento endodóntico es sellar tridimensionalmente el sistema de conductos radiculares para prevenir la microfiltración, principal causa del fracaso endodóntico.

La microfiltración en endodoncia se refiere al paso de fluidos y microorganismos en los vacíos que pueden quedar durante la obturación en la interfase dentina – cemento y cemento gutapercha,

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

debido a varios factores como: adaptación deficiente de los materiales de obturación, solubilidad del cemento sellador o contracción del mismo durante el fraguado(47)(41).

Se han utilizado diferentes métodos para evaluar la filtración coronal y apical en endodoncia, los cuales incluyen el uso de tintes, metales, radioisótopos y bacterias, siendo este último, el de mayor relevancia clínica y biológica. En el presente estudio se evaluó la microfiltración del cemento biocerámico BioRoot y del cemento resinoso AH Plus, utilizando como marcadores el *E. faecalis* y la *C. Albicans*, microorganismos asociados con frecuencia al fracaso endodóntico(48)(41).

En un estudio realizado por Vipiana et al se evaluó la capacidad de selle de los cementos AHplus y BioRoot en premolares obturados con condensación lateral, usando el transporte de fluidos y la filtración de microesferas. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los cementos y no hubo filtración de microesferas. Lo anterior según los autores, debido a que Bioroot penetra los túbulos dentinales creando una zona de infiltración(29). En el presente estudio, utilizando los mismos cementos y técnica de obturación, pero con microfiltración bacteriana, no se encontró diferencia significativa entre los dos cementos, y solo se observó filtración en una muestra del Bioroot y dos del AhPlus, lo que demuestra una buena capacidad de selle en los dos cementos.

Kallaya et al Evaluaron la filtración bacteriana (*E. faecalis*) de dientes obturados con cono único y cementos Ah Plus y Bioroot en un periodo de 60 días. Los autores encontraron que ninguno de los cementos tuvo selle completo ya que todas las muestras presentaron filtración. Si bien no hubo diferencia significativa entre los cementos estudiados, Ah Plus fue el que presentó menor filtración.

Estos resultados difieren de los encontrados en la presente investigación, ya que en la mayoría de las muestras de ambos cementos no hubo filtración. Por otra parte, de las 3 muestras donde hubo filtración dos correspondían al cemento Ah Plus. Kallaya et al refieren que la resina epóxica se contrae durante el endurecimiento lo cual puede generar desadaptación del cemento(49).

Boullaguet evaluó la capacidad de selle del Ah Plus con filtración de fluidos y encontró que la capacidad de selle del cemento puede mejorar con el tiempo, debido a la expansión que presenta el mismo(50).

Al igual que en el presente estudio, los resultados fueron similares para los dos materiales con una baja filtración, Mobarak et al compararon la filtración coronal bacteriana de diferentes cementos entre los cuales se encuentra un cemento biocerámico a base de silicato de calcio, BC Sealer y un cemento de resina epóxica, el Ad Seal. Los autores refieren que ambos cementos presentan adhesión química a la dentina: El BC sealer, a base de silicato de calcio, es hidrofílico y forma hidroxiapatita, mientras que el AsdSeal reacciona con los grupos amino del colágeno para formar uniones covalentes(51).

Otro hallazgo importante en el presente estudio fue la presencia de cepas de *E. faecalis* dentro de los conductos que no presentaron filtración, las cuales no se reprodujeron y no estaban vivas. Lo anterior puede explicarse en el caso del Bioroot, a sus propiedades antibacterianas y antifúngicas, que permitieron inactivar el microorganismo e impidieron su penetración(52).

Los cementos biocerámicos están siendo usados cada vez más en la obturación endodóntica. Se ha reportado que Bioroot induce la producción de factores de crecimiento angiogénico y osteogénico

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

en las células del ligamento periodontal, tiene baja citotoxicidad y puede inducir la formación de tejido duro, además de tener actividad antibacteriana. Diferentes autores afirman que Bioroot tiene adhesión química y micromecánica, la cual es causada por su efecto alcalino durante el endurecimiento lo que lleva a la disolución del tejido orgánico en el túbulo, creando subproductos de colágeno degradado de la dentina interfacial. Esto permite la permeabilidad y libera fosfato del diente que reacciona con el calcio del cemento, aumentando la mineralización de la región, produciendo adhesión del cemento y de la dentina. En el presente estudio se encontró que *E Faecallis* solo logró penetrar en menos de 1% de la muestra del grupo BioRoot, su capacidad de selle junto a la actividad antimicrobiana impidieron el paso de los microorganismos a la cámara inferior(52)(53)(54).

En el presente estudio a diferencia de numerosos estudios de microfiltración bacteriana, en la mayoría de las muestras no hubo microfiltración. Esto podría deberse a varias razones. Según Du y col las bacterias jóvenes son más susceptibles a la acción de medicamentos ya que se encuentran en fase de crecimiento activo y exponencial y la producción de matriz polimérica extracelular, que es la que contribuye a la resistencia, no se ha completado(55)

Chivatxaranukul y col en su estudio encontraron menos adhesión bacteriana asociada al método usado para esterilizar los dientes. Los autores observaron mayor adhesión cuando la esterilización se hizo con rayos gamma(56).

Conclusiones

Bajo las condiciones del presente estudio se concluye que:

- La microfiltración microbiana fue similar para los dos cementos estudiados: El cemento BioRoot permitió filtración en un solo diente, y el cemento AH Plus permitió filtración de dos dientes, lo anterior sin diferencias estadísticamente significativas.
- Los dos cementos selladores mostraron un comportamiento similar con respecto a sus propiedades bactericidas y bacteriostáticas.
- Bioroot presentó buena capacidad de selle, lo que hace su uso adecuado en la obturación de conductos radiculares.

Recomendaciones

Realizar estudios utilizando biopelículas polimicrobianas y con periodos de observación mayor, que permitan evaluar la integridad del selle a largo plazo.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

Bibliografía

1. INGLE JI. Root canal obturation. *J Am Dent Assoc.* 1956;53(1):47–55.
2. Sridhar LP, Moses J, Rangeeth BN, Sivakumar S. Comparative evaluation of the marginal sealing ability of two commercially available pit and fissure sealants. *J Clin Diagnostic Res.* 2016;10(9):ZC01–4.
3. Rangel Cobos Octavio Manuel, Luna Lara Carlos Alberto, Tellez Garza Alejandro LFMT. Obturación del sistema de conductos radiculares. Una revisión de la literatura. *Revista ADM.* 2018;269–72.
4. Silva-Herzog Daniel, García Lazcano Claudia Cecilia, Rodríguez Arreguín Mario Hugo GAAM. Invasión por *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis* en dentina humana. *Revista Nacional de Odontológica Año 3- Vol VIII.* 2011;
5. Aktemur Türker S, Uzunoğlu E, Purali N. Evaluation of dentinal tubule penetration depth and push-out bond strength of AH 26, BioRoot RCS, and MTA Plus root canal sealers in presence or absence of smear layer. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018;12(4):294–8.
6. Mamootil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J.* 2007;40(11):873–81.
7. Guerrero F, Berástegui E, Aspiazú K. Porosity analysis of mineral trioxide aggregate Fillapex and BioRoot cements for use in endodontics using microcomputed tomography. *J Conserv Dent.* 2018;21(5):491–4.
8. Alsubait S, Albader S, Alajlan N, Alkhunaini N, Niazy A, Almahdy A. Comparison of the antibacterial activity of calcium silicate- and epoxy resin-based endodontic sealers against *Enterococcus faecalis* biofilms: a confocal laser-scanning microscopy analysis. *Odontology [Internet].* 2019;107(4):513–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-019-00425-7>
9. Torabinejad Mahmoud WR. Endodoncia. Principios y práctica 4th Edition. In: Elsevier 2009. p. 496.
10. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study-Phases 3 and 4: Orthograde Retreatment. *J Endod.* 2008;34(2):131–7.
11. Nair PNR. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. Vol. 15, *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine.* 2004. 348–381 p.
12. Bernal-Treviño A, González-Amaro AM, Méndez González V, Pozos-Guillen A. Frecuencia de *Candida* en conductos radiculares de dientes con infección endodóntica primaria y persistente. *Rev Iberoam Micol.* 2018;35(2):78–82.
13. Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Ortolani-Seltenerich PS, Lozano A, Forner L, et al. Biocompatibility of three new calcium silicate-based endodontic sealers on human periodontal ligament stem cells. *Int Endod J.* 2017;50(9):875–84.

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

14. Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P, About I. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *J Endod* [Internet]. 2015;41(9):1469–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.04.011>
15. Kakoura F, Pantelidou O. Retreatability of root canals filled with Gutta percha and a novel bioceramic sealer: A scanning electron microscopy study. *J Conserv Dent*. 2018;21(6):632–6.
16. Xuereb M, Vella P, Damidot D, Sammut C V, Camilleri J. In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentin pressure model. *J Endod*. 2015 Jan;41(1):111–24.
17. Langlais RP, Rodriguez IE, Maselle I. Principles of radiographic selection and interpretation. *Dent Clin North Am*. 1994 Jan;38(1):1–12.
18. Caicedo R, von Fraunhofer JA. The properties of endodontic sealer cements. *J Endod*. 1988 Nov;14(11):527–34.
19. Figueiredo J, Braga C, Kappel E, Charão E, Mildner M CR. Comparative analysis of the quality of root fillings using taper 0.04 and 0.06 master cones. *Brazilian Endod J*. 2001;5(1–2):23–31.
20. Kazemi RB, Safavi KE, Spångberg LS. Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993 Dec;76(6):766–71.
21. Branstetter J, von Fraunhofer JA. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod*. 1982 Jul;8(7):312–6.
22. Jainan A, Palamara JEA, Messer HH. The effect of a resin-based sealer cement on micropunch shear strength of dentin. *J Endod*. 2008 Oct;34(10):1215–8.
23. Miletić I, Jukić S, Anić I, Željezić D, Garaj-Vrhovac V, Osmak M. Examination of cytotoxicity and mutagenicity of AH26 and AH Plus sealers. *Int Endod J*. 2003;36(5):330–5.
24. Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *J Endod*. 1999 Feb;25(2):109–13.
25. Schweikl H, Schmalz G, Stimmelmayer H, Bey B. Mutagenicity of AH26 in an in vitro mammalian cell mutation assay. *J Endod*. 1995 Aug;21(8):407–10.
26. García Ávila G, García Aranda RL, Perea Mejía LM. Comparación in vitro de la actividad antimicrobiana de AhPlus, RSA y Ledermix contra *Enterococcus faecalis* . Vol. 17, *Revista odontológica mexicana* . scielomx ; 2013. p. 156–60.
27. Arikatla SK, Chalasani U, Mandava J, Yelisela RK. Interfacial adaptation and penetration depth of bioceramic endodontic sealers. *J Conserv Dent*. 2018;21(4):373–7.
28. Guneser MB, Akman M, Kolcu İB, Eldeniz AU. Fracture resistance of roots obturated with a novel calcium silicate-based endodontic sealer (BioRoot RCS). *J Adhes Sci Technol*

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

- [Internet]. 2016 Nov 16;30(22):2420–8. Available from: <https://doi.org/10.1080/01694243.2016.1184403>
29. Viapiana R, Moynadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. 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*. 2016;49(8):774–82.
 30. Urban K, Neuhaus J, Donnermeyer D, Schäfer E, Dammaschke T. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: A Long-term Investigation. *J Endod*. 2018 Nov;44(11):1736–40.
 31. Vouzara T, Dimosiari G, Koulaouzidou EA, Economides N. Cytotoxicity of a New Calcium Silicate Endodontic Sealer. *J Endod*. 2018 May;44(5):849–52.
 32. Kebudi Benezra M, Schembri Wismayer P, Camilleri J. Interfacial Characteristics and Cytocompatibility of Hydraulic Sealer Cements. *J Endod*. 2018 Jun;44(6):1007–17.
 33. Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod*. 2016 Oct;42(10):1529–35.
 34. Prüllage R-K, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod*. 2016 Dec;42(12):1784–8.
 35. Mente J, Ferk S, Dreyhaupt J, Deckert A, Legner M, Staehle HJ. Assessment of different dyes used in leakage studies. *Clin Oral Investig*. 2010 Jun;14(3):331–8.
 36. DOW PR, INGLE JI. Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1955 Oct;8(10):1100–4.
 37. Wu M, Wesselink paul. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J*. 1993 Feb 1;26:37–43.
 38. Aminsobhani M, Ghorbanzadeh A, Bolhari B, Shokouhinejad N, Ghabraei S, Assadian H, et al. Coronal microleakage in root canals obturated with lateral compaction, warm vertical compaction and guttaflow system. *Iran Endod J*. 2010;5(2):83–7.
 39. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan WR. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod*. 2001;27(1):36–9.
 40. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod*. 1990;16(12):566–9.
 41. Monardes Cortés H, Abarca Reveco J, Castro Hurtado P. Microfiltración Apical de Dos Cementos Selladores: Un Estudio in vitro. *Int J Odontostomatol*. 2014;8(3):393–8.
 42. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod*. 2006;32(2):93–8.
 43. Paradella TC, Koga-Ito CY, Jorge AOC. *Enterococcus faecalis*: considerações clínicas e microbiológicas. *Rev odontol UNESP*. 2007;36(2):163–8.
 44. Al-Haddad A, Aziz ZACA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J*

MICROFILTRACIÓN ENDODONTICA MICROBIANA

- Biomater. 2016;2016.
45. Sundqvist G. Associations between microbial species in dental root canal infections. *Oral Microbiol Immunol.* 1992;7(5):257–62.
 46. Pourhajibagher M, Ghorbanzadeh R, Parker S, Chiniforush N, Bahador A. The evaluation of cultivable microbiota profile in patients with secondary endodontic infection before and after photo-activated disinfection. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2017;18:198–203. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2017.02.013>
 47. Leonard JE, Gutmann JL, Guo IY. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int Endod J.* 1996;29(2):76–83.
 48. Veríssimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci.* 2006;48(3):93–8.
 49. Yanpiset K, Banomyong D, Chotvorarak K, Srisatjaluk RL. Bacterial leakage and micro-computed tomography evaluation in round-shaped canals obturated with bioceramic cone and sealer using matched single cone technique. *Restor Dent Endod.* 2018;43(3):1–12.
 50. 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(3):219–26.
 51. Mobarak A, Moussa S, Zaazou A, Abdelfattah H. Comparison of Bacterial Coronal Leakage Between Different Obturation Materials (an in Vitro Study). *Alexandria Dent J.* 2015;40(1):1–7.
 52. Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in Endodontics – a Review. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2017;51(0):128–37.
 53. Reszka P, Nowicka A, Lipski M, Dura W, Drożdżik A, Woźniak K. A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. *Biomed Res Int.* 2016;2016.
 54. Atmeh AR, Chong EZ, Richard G, Festy F, Watson TF. Dentin-cement interfacial interaction: Calcium silicates and polyalkenoates. *J Dent Res.* 2012;91(5):454–9.
 55. Du T, Wang Z, Shen Y, Ma J, Cao Y, Haapasalo M. Effect of long-term exposure to endodontic disinfecting solutions on young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod* [Internet]. 2014;40(4):509–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.11.026>
 56. Chivatxaranukul P, Dashper SG, Messer HH. Dentinal tubule invasion and adherence by *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2008;41(10):873–82.