

Citar como:

Vega-Yslachin M, Velásquez-Huamán Z, García-Rupaya CR. Comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con microscopía electrónica de barrido. Rev Estomatol Herediana. 2024; 34(2): 127-135. DOI: 10.20453/reh.v34i2.5530

Recibido: 10-02-2023

Aceptado: 04-09-2023

En línea: 29-06-2024

Conflicto de intereses: Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento:

Autofinanciado.

Aprobación de ética: Cuenta con la autorización del Comité Institucional de Ética en Humanos o en Animales de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Contribución de autoría: Todas las autoras contribuyeron con la elaboración de este manuscrito.

Correspondencia:

Margarita Vega-Yslachin
Dirección: Ca. Daniel Hernández 627, dpto. 204, Pueblo Libre
Teléfono: +51996562940
Contacto:
margarita.vega.y@upch.pe



Artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

© Las autoras

© Revista Estomatológica Herediana

Comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con microscopía electrónica de barrido

Comparison of the penetration of three endodontic sealers into dentinal tubules with scanning electron microscopy

Comparaçãõ da penetraçãõ de três selantes endodônticos nos túbulos dentinários com microscopia eletrônica de varredura

Margarita Vega-Yslachin^{1, a, b, c, d} , Zulema Velásquez-Huamán^{1, a, b, c, d} , Carmen Rosa García-Rupaya^{1, a, b, c, d} 

RESUMEN

Objetivo: Comparar *in vitro*, mediante el uso de un microscopio electrónico de barrido, la penetración de tres selladores endodónticos: uno a base de resina epóxica (AH Plus®), otro de polidimetilsiloxano (Roekoseal®) y el último de hidróxido de calcio (Apexit Plus®) en los túbulos dentinarios a 3 mm y 7 mm del ápice radicular, con la técnica de compactación lateral en piezas premolares inferiores unirradiculares. **Materiales y métodos:** Estudio *in vitro*. Se prepararon 36 piezas dentarias que fueron divididas en 3 grupos de 12 piezas cada uno. Se prepararon todas las piezas y se obturó cada grupo con tres selladores endodónticos diferentes. Posteriormente, las piezas fueron cortadas transversalmente a 3 mm y a 7 mm del ápice radicular; luego fueron preparadas para ser llevadas al microscopio electrónico de barrido y observar la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios. **Resultados:** Se utilizó la prueba de ANOVA para comparar los tres grupos y la prueba t de Student para evaluar la penetración de cada uno de los selladores a 3 mm y a 7 mm. También se realizó la prueba *post hoc* de Tukey para evaluar los grupos de selladores. Al comparar los 3 grupos de selladores endodónticos, se encontró

¹ Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Estomatología. Lima, Perú.

^a Cirujano dentista.

^b Especialista en Endodoncia.

^c Magíster en Estomatología.

^d Docente.

mayor penetración con el sellador Roekoseal® a los 3 mm, con diferencia estadísticamente significativa según la prueba de ANOVA ($p = 0,04$). Al comparar cada uno de los selladores a 3 mm y a 7 mm, solo se encontró diferencias significativas ($p = 0,04$) en AH Plus®, mostrando mejor penetración a los 7 mm que a los 3 mm; y cuando se compararon los grupos de selladores, tanto a los 3 mm como a los 7 mm, no se encontró diferencias estadísticamente significativas.

Conclusiones: Los tres selladores evaluados *in vitro* penetraron en los túbulos dentinarios. A los 3 mm, el sellador Roekoseal® superó a los otros dos selladores; y a los 7 mm, no hubo diferencia significativa entre ellos.

Palabras clave: obturación del conducto radicular; materiales de obturación del conducto radicular; adaptación marginal dental.

ABSTRACT

Objective: To compare *in vitro*, using a scanning electron microscope, the penetration of three endodontic sealers: made of epoxy resin (AH Plus®), of polydimethylsiloxane (Roekoseal®), and of calcium hydroxide (Apexit Plus®) into the dentinal tubules at 3 mm and 7 mm from the root apex, with the lateral compaction technique in uniradicular lower premolars. **Materials and methods:** *In vitro* study. Thirty-six teeth were prepared and divided into three groups of 12 teeth each. All the teeth were prepared and each group was obturated with three different endodontic sealers. Subsequently, the teeth were cut transversely at 3 mm and 7 mm from the root apex; then they were prepared to be taken to the scanning electron microscope to observe the penetration of the sealers in the dentinal tubules. **Results:** ANOVA test was used to compare the 3 groups and Student's t-test was used to evaluate the penetration of each of the sealers at 3 mm and 7 mm. Tukey's *post hoc* test was also performed to evaluate between sealer groups. When comparing the 3 groups of endodontic sealers, greater penetration was found with the Roekoseal® sealer at 3 mm with a statistically significant difference, ANOVA test ($p = 0.04$). When comparing each of the sealers at 3 mm and 7 mm, significant differences were only found ($p = 0.04$) in AH Plus®, showing better penetration at 7 mm with respect to 3 mm; and when the sealer groups were compared, both at 3 mm and 7 mm, no statistically significant differences were found. **Conclusions:** All three sealers evaluated *in vitro* penetrated in the dentinal tubules. At 3 mm, the Roekoseal® sealer outperformed the other two sealers; and at 7 mm, there was no significant difference between them.

Keywords: root canal filling; root canal filling materials; dental marginal adaptation.

RESUMO

Objetivo: Comparar *in vitro*, por meio de um microscópio eletrônico de varredura, a penetração de três selantes endodônticos: à base de resina epóxica (AH Plus®), de polidimetilsiloxano (Roekoseal®) e de hidróxido de cálcio (Apexit Plus®) nos túbulos dentinários a 3 mm e 7 mm do ápice radicular, com a técnica de compactação lateral em pré-molares inferiores uniradulares. **Materiais e métodos:** Estudo *in vitro*. Trinta e seis dentes foram preparados e divididos em três grupos de 12 dentes por grupo. Todos os dentes foram preparados e cada grupo foi obturado com três selantes endodônticos diferentes. Posteriormente, os dentes foram cortados transversalmente a 3 mm e 7 mm do ápice da raiz; em seguida, foram preparados para serem analisados pelo microscópio eletrônico de varredura e observar a penetração dos selantes nos túbulos dentinários. **Resultados:** O teste ANOVA foi usado para comparar os 3 grupos e o teste t de Student foi usado para avaliar a penetração de cada um dos selantes a 3 mm e 7 mm. O teste *post hoc* de Tukey também foi realizado para avaliar os grupos de selantes. Ao comparar os três grupos de selantes endodônticos, observou-se maior penetração com o selante Roekoseal® a 3 mm, com uma diferença estatisticamente significativa, teste ANOVA ($p = 0.04$). Ao comparar cada um dos selantes a 3 mm e 7 mm, foram encontradas diferenças significativas ($p = 0.04$) apenas no AH Plus®, que apresentou melhor penetração a 7 mm em relação a 3 mm; e quando os grupos de selantes foram comparados, tanto a 3 mm quanto a 7 mm, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. **Conclusões:** Todos os três selantes avaliados *in vitro* penetraram em nos túbulos dentinários. A 3 mm, o selante Roekoseal® superou os outros dois selantes; e a 7 mm, não houve diferença significativa entre eles.

Palavras-chave: obturação do canal radicular; materiais de obturação do canal radicular; adaptação marginal dentária.

INTRODUCCIÓN

La obturación de conductos radiculares se basa en el uso de conos semisólidos de gutapercha acompañados de un sellador endodóntico (SE), ya que dichos conos por sí solos no sellan completamente el sistema de conductos radiculares (1). Los SE son sustancias inertes o terapéuticas que sirven de complemento en la

obtención del conducto radicular, fijando y adhiriendo los conos de gutapercha entre sí y a las paredes dentinarias del conducto radicular, con lo cual se eliminan espacios vacíos. El SE, junto con los conos, proporcionan el sellado hermético fundamental especialmente para la zona apical. Los selladores deben ser estables y deben poder ingresar en los conductos laterales, secundarios y accesorios del sistema de conductos donde la gutapercha no logra ingresar (2, 3).

Los SE deberían penetrar también en los túbulos dentinarios, considerándose un resultado deseable, ya que incrementa la interfase entre las paredes del conducto y la gutapercha, mejorando así el sellado hermético (3). Una ventaja significativa de la penetración de los SE es el aislamiento de la fuente de nutrientes a las bacterias viables dentro de los túbulos dentinarios, lo cual favorece sus efectos antibacterianos (4, 5).

Numerosas variables, incluida la existencia de la capa de barro dentinario, la permeabilidad de la dentina, el diámetro de los túbulos dentinarios, las ramas del conducto radicular y las características físicas y químicas del sellador, pueden influir en la profundidad de penetración del SE en los túbulos dentinarios (6).

Se han establecido varias características o requisitos ideales que los SE deben poseer. Grossman (7) menciona los siguientes: brindar buena adhesión entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular; tener un sellado hermético; fácil de introducir en el conducto radicular; tiempo de trabajo adecuado; ser estéril o fácil de esterilizar antes de su colocación; ser radiopaco; poseer estabilidad dimensional al fraguar; no pigmentar la pieza dentaria; no sufrir corrosión; ser bacteriostático, o bien no facilitar el crecimiento bacteriano; ser bien tolerado por los tejidos periapicales (biocompatibilidad); ser insoluble en fluidos bucales pero solubles ante un solvente para poder retirarlo en caso de requerirlo. Lioni (8) define que el SE debe ser homogéneo al ser mezclado, a fin de propiciar una mejor adhesividad, ser reabsorbible en caso de sobreobtención, estimular la formación de tejido de reparación, y sin que sea citotóxico, mutagénico ni carcinogénico.

El presente trabajo contribuirá con el conocimiento para identificar qué SE tiene mejor capacidad de penetración en las irregularidades del conducto radicular y en los túbulos dentinarios, a fin de utilizar el adecuado, según el diagnóstico y el plan de tratamiento planteado, para así ayudar el logro del paciente y del profesional. En ese sentido, el propósito de este estudio fue comparar la penetración *in vitro*, en

micrómetros, de tres SE, uno a base de resina epóxica, otro de polidimetilsiloxano y el último de hidróxido de calcio, en los túbulos dentinarios, para lo cual se utilizó un microscopio electrónico de barrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue *in vitro*. Se realizó un estudio piloto y con la fórmula de comparación de medias se determinó el tamaño muestral de 12 piezas dentarias premolares unirradiculares por cada grupo de SE. Las piezas tenían que cumplir los siguientes criterios de inclusión: dientes humanos unirradiculares, dientes con conducto completamente desarrollado, dientes con un solo conducto, dientes con una longitud adecuada, que una vez decoronadas quede un mínimo de 15 mm de largo radicular. Y los criterios de exclusión fueron los siguientes: dientes con fracturas coronarias y/o radiculares, dientes con tratamiento endodóntico previo, dientes con conductos calcificados y/o atrésicos, dientes con curvaturas moderadas o severas, dientes con reabsorciones radiculares, y dientes con ápices inmaduros.

Las piezas dentarias se colocaron en un frasco que contenía una solución de hipoclorito de sodio al 1 %, ello por cuatro horas (9). Se utilizó raspadores manuales para retirar cuidadosamente los cálculos o remanentes de tejido blando de la superficie radicular. Posteriormente, las piezas dentarias fueron conservadas en frascos que contenían solución salina a temperatura ambiente hasta el momento de su uso (10). Para confirmar la presencia de un solo conducto, se tomaron radiografías periapicales a las piezas dentarias seleccionadas en sentido vestíbulo-lingual y proximal.

Secuencia de procedimiento

Se cortaron las piezas dentarias a nivel unión cemento esmalte con un disco de carborundum (dentorium) con un motor de baja velocidad Lynx™ (EE. UU.). La longitud de la pieza dentaria fue estandarizada a 15 mm. Una lima K número 10 (Maillefer-Dentsply) fue introducida en el conducto radicular hasta que la punta sea visible en el foramen apical. A esta medida se le disminuyó 1 mm para obtener la longitud de trabajo. Con el radiovisiógrafo (RVG) se realizó la conductometría correspondiente con una lima K número 15 y en algunas piezas se utilizó una número 20.

La preparación biomecánica se realizó con limas rotatorias del sistema Mtwo® (VDW, Munich-Germany) según las recomendaciones del fabricante.

Se instrumentó hasta una lima 40.04 Mtwo, y se terminó con una de tipo manual ISO 45.02, a una longitud de trabajo de 14 mm. La irrigación se realizó usando agujas NaviTip con 2 mL de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5 % para cada instrumento utilizado. Finalizada la preparación biomecánica, una lima K ISO 15.02 fue extruida a través del foramen apical para tener la seguridad de no haber obstruido el conducto radicular. La irrigación final en los conductos radiculares se realizó con 3 mL de EDTA al 17 % (Biodinámica Química, Brasil) por 3 min, seguido de 3 mL de NaOCl al 2,5 % para remover el barrillo dentinario (11, 12).

Se conformaron tres grupos de 12 piezas dentarias cada uno para ser obturadas con tres SE diferentes: grupo 1 con SE AH Plus® (Maillefer-Dentsply), grupo 2 con SE Roekoseal® (Coltene-Whaledent) y grupo 3 con SE Apexit plus® (Vivadent-Ivoclar). Para el grupo del SE Roekoseal®, se adicionó a la irrigación final 3 mL de alcohol etílico al 95 % (10, 13). Se preparó dos piezas dentarias que sirvieron para el control negativo, a los cuales no se realizó la obturación de conductos. A continuación, se secaron los conductos radiculares con conos de papel estériles estandarizados; la conometría se realizó con un cono de gutapercha número 45.02, probado y ajustado a la longitud de trabajo.

La obturación de conductos se realizó con la técnica de compactación lateral con el uso de gutapercha estandarizada y los SE respectivos. La aplicación del SE en el conducto radicular se realizó con el mismo cono maestro de gutapercha elegido número 45.02; para la compactación lateral se utilizó un espaciador digital tamaño B (Maillefer-Dentsply) ingresando 1-2 mm corto de la longitud de trabajo, y se utilizó conos accesorios de gutapercha número 20.02. El exceso de gutapercha se eliminó mediante el uso de un instrumento caliente y se realizó la compactación vertical correspondiente; la parte coronal del conducto fue sellada con cemento Coltosol® F a una profundidad promedio de 4 mm.

Cada espécimen se colocó en un tubo de ensayo respectivo, previamente codificado por cada grupo de SE que contenía solución salina. Luego fueron llevados a una incubadora del laboratorio de microbiología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), por dos semanas a 37 °C y a 100 % de humedad, para el completo fraguado de los SE (10, 12, 14, 15).

Posteriormente, los especímenes se cortaron transversalmente a 3 mm y a 7 mm del ápice radicular con un disco de carborundum (dentorium), con un enfriamiento constante de agua a 5 °C, para evitar el calor por fricción (10). Para eliminar todos los restos inorgánicos, producidos durante el corte, se limpiaron todas las muestras con un baño de EDTA al 17 % durante dos minutos y luego con NaOCl al 3 %, también por dos minutos (11, 15). Los especímenes se dejaron a temperatura ambiente para permitir su secado por un tiempo de 12 horas.

Procesamiento de las muestras

Este se realizó en el laboratorio de equipamiento especializado de posgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (FCB-UNMSM). Los especímenes fueron llevados para completar el proceso de secado por 1 hora (Beltec Scientific PH – 050A). Seguidamente, fueron colocados en unos discos debidamente codificados por cada grupo de SE, para luego ser llevados a la máquina al vacío (SPI®- module Sputter Coater), para su recubrimiento de oro respectivo durante 4 minutos, quedando listos para su observación y medición en el microscopio electrónico de barrido MEB (Inspect S50, Marca FEI) (figura 1). La medición fue realizada por un profesional experto en el manejo del *software* del microscopio electrónico de barrido del mismo laboratorio de equipamiento especializado de posgrado de la FCB-UNMSM, permitiendo así la obtención de datos correctos.

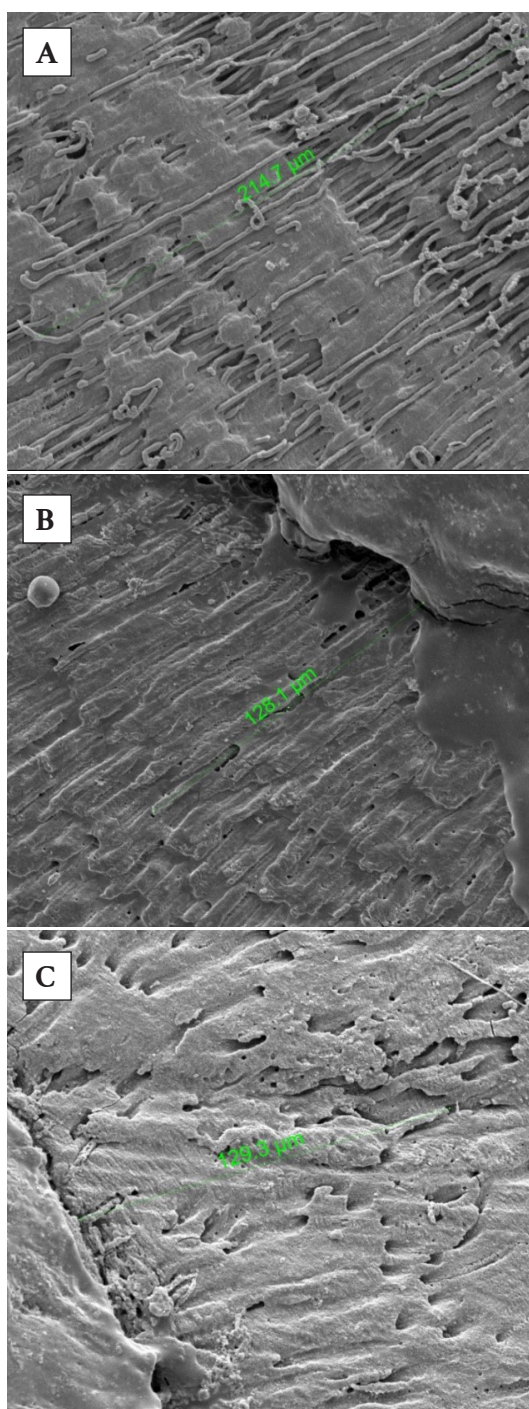


Figura 1: Penetración del sellador endodóntico en los túbulos dentinarios vista en el microscopio electrónico de barrido. A) Sellador AH Plus®; B) Sellador Roekoseal®; C) Sellador Apexit Plus®.

A un aumento de 1000x se ubicó la pared del conducto y a 1500x se midió la profundidad de mayor ingreso del SE en los túbulos dentinarios, teniendo dos puntos de referencia (la pared del conducto radicular y el ingreso más distante en dirección a la superficie externa radicular); dicha profundidad fue medida de forma lineal y expresada en micrómetros, utilizando la

herramienta de medición del *software* XT Microscope Control. Se tomó la microfotografía correspondiente a 1500x para su medición (figura 1).

Para el análisis estadístico, se utilizó el programa Stata v. 11. Se realizó una estadística descriptiva para determinar los valores de media y desviación estándar de la penetración de cada uno de los SE en

los túbulos dentinarios. Se analizaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de la variable dependiente. El valor p se estableció en 0,05. Se utilizó la prueba de ANOVA para la comparación de todos los grupos de selladores y la prueba t de Student para determinar si hay diferencia estadísticamente significativa al evaluar la penetración de cada uno de los selladores a los 3 mm y 7 mm. También se realizó la prueba *post hoc* de Tukey entre los grupos de selladores.

El proyecto se ejecutó con la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana

Cayetano Heredia (CIE-UPCH), con fecha 9 de junio de 2017 y código SIDISI n.º 100983.

RESULTADOS

Al analizar los tres SE, a los 3 mm se encontró que el sellador AH Plus® obtuvo una media de $127,14 \pm 54,55$; Roekoseal®, una media de $179,22 \pm 43,71$; y Apexit Plus®, una media de $132,61 \pm 59,24$. Y a los 7 mm se observó que el SE AH Plus® obtuvo una media de $173,05 \pm 48,37$; Roekoseal®, una media de $186,28 \pm 71,8$; y Apexit Plus®, una media de $155,40 \pm 60,29$ (tabla 1).

Tabla 1. Comparación de la penetración (μm) de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con microscopía electrónica de barrido.

Sellador	A 3 mm		A 7 mm		p^b
	Media	DE	Media	DE	
AH Plus	127,14	54,55	173,05	48,37	0,040*
Roekoseal	179,22	43,71	186,28	71,80	0,774
Apexit Plus	132,61	59,24	155,40	60,29	0,360
p^a	0,041*		0,468		

^a Significancia estadística de la prueba de ANOVA.

^b Significancia estadística de la prueba t de Student.

* Estadísticamente significativo ($p < 0,05$); prueba de ANOVA ($p = 0,04$).

Comparando los tres SE, solo se encontró diferencias significativas a los 3 mm ($p = 0,04$), siendo el SE Roekoseal® el que obtuvo los valores más altos. Cuando se evaluó cada uno de los selladores por separado, se observó que el SE AH Plus® mostró una mayor penetración a los 7 mm que a los 3 mm, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,04$). Al analizar los grupos de selladores por pares, no se encontró diferencias significativas.

DISCUSIÓN

Para el presente estudio se utilizó el método de microscopía electrónica de barrido por ser uno de los instrumentos principales, confiables y que podría describir mejor la imagen de los SE a la superficie del diente *in vitro* (11, 16, 17), que, a su vez, permite visualizar imágenes con efecto 3D, realizar microfotografías con amplios aumentos que van desde 3x hasta 150 000x, y observar las muestras en secciones longitudinales o transversales. La presente evaluación se realizó con cortes transversales a 3 mm y a 7 mm del ápice radicular (11, 18).

Mamootil y Messer (19), Okşan et al. (20) y Bernardes et al. (21) afirman que una variedad de factores, como la eliminación de la capa de barro, la permeabilidad dentinaria (cantidad y diámetro de los túbulos dentinarios), la dimensión del conducto y el impacto de las características físicas y químicas del SE, como la fluidez, afectan la profundidad con la que los SE penetran en los túbulos dentinarios.

Zhou et al. (22) evaluaron diferentes SE: a base de silicona, de resina epóxica, agregado de trióxido mineral (MTA), óxido de zinc-eugenol y biocerámico, y encontraron mayor fluidez en el SE a base de silicona, con diferencias estadísticamente significativas. Ordinola-Zapata et al. (10) evaluaron la profundidad de penetración en los túbulos dentinarios de los siguientes SE: a base de silicona, hidróxido de calcio y de resina, obteniendo resultados sin diferencias significativas cuando se comparó el SE a base de silicona y el SE a base de resina (10).

Cobankara et al. (23) observaron la capacidad de penetración y sellado de cuatro SE: AH Plus® a base

de resina, Roekoseal® a base de silicona, Ketac Endo a base de ionómero de vidrio y Sultan a base de óxido de zinc-eugenol, usando la técnica de compactación lateral; luego de 21 días de obturación, observaron mejores resultados para Roekoseal®, seguido de AH Plus®, Ketac Endo y Sultan, presentando este último menor sellado y mayor filtración en cada una de las muestras.

En el presente estudio, el SE Roekoseal®, a base de silicona polidimetilsiloxano, mostró mayor penetración en los túbulos dentinarios. Contrariamente, Balguerie et al. (11) obtuvieron resultados desfavorables para Roekoseal®, esto puede estar relacionado con la técnica de obturación de gutapercha caliente utilizada en dicho estudio. El fabricante de Roekoseal® refiere que en las técnicas de obturación por calor el tiempo de trabajo se reduce (24). Un aumento de la temperatura podría explicar la menor penetración del SE a nivel de los túbulos dentinarios y presentar un aspecto granular en el microscopio electrónico de barrido. En nuestro estudio, se siguieron las recomendaciones del fabricante, que es utilizar Roekoseal® en técnica de obturación de gutapercha en frío. La mayor penetración en los túbulos dentinarios se puede deber a la alta fluidez que tiene Roekoseal®, como lo mencionan otros autores y el mismo fabricante (24, 25).

Faira-Júnior et al. (26) evaluaron la fluidez de cinco SE, teniendo como resultado que el SE a base de hidróxido de calcio mostró mayor fluidez en comparación con el SE a base de resina epóxica; el autor menciona que podría deberse a que la fórmula del sellador de resina epóxica fue modificada en su composición por los fabricantes, sustituyendo la metamina con TCD-diamina. En el presente trabajo, el SE a base de resina epóxica AH Plus® presentó mayor penetración en los túbulos dentinarios en comparación con el Apexit Plus®, que es un SE a base de hidróxido de calcio. Es importante indicar que el SE AH Plus®, si bien presentó una menor penetración a los 3 mm del ápice radicular, tuvo una notable mejora a los 7 mm. Bernardes et al. (21) evaluaron la fluidez de tres SE (Sealer 26, AH Plus® y MTA Obtura), refiriendo una mayor capacidad de fluidez para el SE AH Plus®, lo que podría deberse a la concentración de resina epóxica que presenta, a diferencia de los otros SE usados (21).

Chandra et al. (27) demostraron que no hubo diferencias significativas en la profundidad de penetración en el tercio apical entre los SE RoekoSeal® y AH Plus®. En el presente estudio, se encontró una menor penetración para los tres SE evaluados a los 3 mm apicales, lo cual es similar a los estudios de Balguerie et al. (11), Bassem et al. (15), Teixeira et al. (28)

y Paqué et al. (29), quienes coinciden en referir que la penetración más pobre de los selladores en los túbulos dentinarios se da en el tercio apical. Esto se puede explicar por el ingreso ineficaz del irrigante en esta región del conducto radicular, por el diámetro y el número reducido de túbulos dentinarios en esta zona y por la mayor presencia de esclerosis tubular.

Siqueira et al. (14) evaluaron la fluidez y el efecto antibacteriano de varios SE, como Kerr pulp canal sealer™ EWT, Grossman®, ThermaSeal, Sealer 26 y AH Plus®, y obtuvieron que AH Plus® y Kerr Pulp canal sealer™ tienen valores de fluidez superiores, y que todos mostraron cierta actividad antimicrobiana, sugiriendo así que estos SE tienen potencial de ayuda en el control microbiano del sistema de conductos radiculares (14). Kwak et al. (30) también refieren que los SE neutralizan la vía de nutrientes de los microorganismos, y que pueden ejercer un efecto contra las bacterias residuales en los túbulos dentinarios, previniendo así la reinfección bacteriana y el aislamiento de los estímulos residuales en el conducto radicular.

Versiani et al. (31) refieren que la capacidad de penetración de los SE aumenta cuando previamente se retira el barrillo dentinario. Kokkas et al. (12) evaluaron la influencia del barrillo dentinario en la penetración de los SE en los túbulos dentinarios, usando AH Plus®, Apexit Plus® y Roth 811, obteniendo resultados favorables para AH Plus® y Apexit Plus®. El presente estudio siguió el mismo protocolo de irrigación final para el retiro del barrillo dentinario utilizado por Kokkas et al. (12) para favorecer la penetración de los SE utilizados.

Una de las limitaciones del estudio pudo ser la estandarización de las muestras con respecto a la edad de los pacientes al momento que se realizaron las extracciones, ya que podrían tener diferencias en cuanto al tamaño y la densidad de los túbulos dentinarios.

La penetración de los SE en los túbulos dentinarios brinda efectos positivos en nuestro tratamiento de conductos, como una mayor superficie de contacto entre la dentina y el SE, retenciones micromecánicas, un sellado hermético que previene cualquier filtración bacteriana, ya que logra un bloqueo de los microorganismos residuales en los túbulos dentinarios.

CONCLUSIONES

Los tres SE estudiados mostraron penetración en los túbulos dentinarios. El SE que mostró mejor

penetración fue Roekoseal®, presentando mejor resultado a los 3 mm.

REFERENCIAS

1. De Bruyne MA, de Bruyne RJ, Rosiers L, de Moor RJ. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. *Int Endod J* [Internet]. 2005; 38(2): 129-136. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00919.x>
2. Libonati A, Montemurro E, Nardi R, Campanella V. Percentage of gutta-percha-filled areas in canals obturated by 3 different techniques with and without the use of endodontic sealer. *J Endod* [Internet]. 2018; 44(3): 506-509. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.09.019>
3. Moradi S, Ghoddsi J, Forghani M. Evaluation of dentinal tubule penetration after the use of dentin bonding agent as a root canal sealer. *J Endod* [Internet]. 2009; 35(11): 1563-1566. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.08.001>
4. 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): 513-520. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10266-019-00425-7>
5. Gutmann JL, Witherspoon DE. Obturation of the cleaned and shaped root canal System. En: Cohen S, Burns R, editores. *Pathways of the Pulp*. 8.^a ed. St Louis: Mosby; 2004. pp. 293-364.
6. Peters LB, Wesselink PR, Moorer WR. The fate and role of bacteria left in root dentinal tubules. *Int Endod J* [Internet]. 1995; 28(2): 95-99. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00166.x>
7. Grossman LI. An improved root canal cement. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1958; 56(3): 381-385. Disponible en: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1958.0055>
8. Lioni C. Agentes selladores. Relación entre la velocidad de reabsorción y la biocompatibilidad. *Electron J Endod Rosario* [Internet]. 2010; 9(2): 462-485. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2133/1695>
9. Zhang K, Kyung Y, Cadenaro M, Bryan TE, Sidow SJ, Loushine RJ, et al. Efectts of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediamine tetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *J Endod* [Internet]. 2010; 36(1): 105-109. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.020>
10. Ordinola-Zapata R, Bramante C, Graeff MS, Perochena A, Vivian RR, Camargo EJ, et al. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* [Internet]. 2009; 108(3): 450-457. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.04.024>
11. Balguerie E, van der Sluis L, Vallaey K, Gurgel-Georgelin M, Diemer F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *J Endod* [Internet]. 2011; 37(11): 1576-1579. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.07.005>
12. Kokkas A, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an *in vitro* study. *J Endod* [Internet]. 2004; 30(2): 100-102. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00004770-200402000-00009>
13. Iruretagoyena MA. Irrigantes para el tratamiento endodóntico [Internet]. *Salud Dental para Todos*; 2020, 14 de septiembre. Disponible en: <https://www.sdpt.net/diagnostico/endodoncia/irrigantestipos.htm>
14. Siqueira JF Jr, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod* [Internet]. 2000; 26(5): 274-277. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00004770-200005000-00005>
15. Bassem ME, Ahmed SW, Princy P, Venkatesan R. Scanning electron microscope evaluation of dentinal tubules penetration of three different root canal sealers. *EC Dent Sci* [Internet]. 2019; 18(6): 1121-1127. Disponible en: <https://eicon.net/assets/ecde/pdf/ECDE-18-01023.pdf>
16. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod* [Internet]. 1984; 10(8): 359-363. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(84\)80155-7](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(84)80155-7)
17. Khader AM. An *in vitro* scanning electron microscopy study to evaluate the dentinal tubular penetration depth of three root canal sealers. *J Int Oral Health* [Internet]. 2016; 8(2): 191-194.

- Disponibile en: https://journals.lww.com/jioh/abstract/2016/08020/an_in_vitro_scanning_electron_microscopy_study_to.8.aspx
18. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J, Lambrechts P, et al. Microscopy investigations. Techniques, results, limitations. *Am J Dent* [Internet]. 2000; 13(Spec No): 3D-18D. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11763917/>
 19. Mamootil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and *in vivo*. *Int Endod J* [Internet]. 2007; 40(11): 873-881. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01307.x>
 20. Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* [Internet]. 1993; 26(5): 301-305. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1993.tb00575.x>
 21. Bernardes RA, Campelo A, Junior D, Pereira LO, Duarte MA, Moraes IG, et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* [Internet]. 2010; 109(1): e47-e49. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.08.038>
 22. Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* [Internet]. 2013; 39(10): 1821-1826. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.012>
 23. Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root canal sealers. *Int Endod J* [Internet]. 2002; 35(12): 979-984. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00577.x>
 24. Roekoseal. Para una obturación permanente de los canales radiculares [manual tríptico en Internet]. Coltene; 2018. Disponible en: https://www.dentalmedrano.com/admin/files/archivos-productos/archivo_1535488080709.pdf
 25. Canalda C, Brau E. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. 2.^a ed. Madrid: Masson; 2006.
 26. Faira-Júnior N, Massi S, Crosti HR, Gutierrez JC, Dametto FR, Vaz LG. Comparative assessment of the flow rate of root canal sealers. *Rev Odonto Cienc* [Internet]. 2010; 25(2): 170-173. Disponible en: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65232010000200012
 27. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod* [Internet]. 2012; 38(10): 1412-1416. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.05.017>
 28. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J* [Internet]. 2005; 38(5): 285-290. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00930.x>
 29. Paqué F, Luder HU, Sener B, Zehnder M. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *Int Endod J* [Internet]. 2006; 39(1): 18-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01042.x>
 30. Kwak SW, Koo J, Song M, Jang IH, Gambarini G, Kim HC. Physicochemical properties and biocompatibility of various bioceramic root canal sealers: *in vitro* study. *J Endod* [Internet]. 2023; 49(7): 871-879. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.05.013>
 31. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MI, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. *Int Endod J* [Internet]. 2006; 39(6): 464-471. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01105.x>