

Estudio comparativo de la adaptación marginal de dos materiales biocerámicos endodóncicos en obturaciones retrógradas

Comparative study of the marginal adaptation of two endodontic bioceramics materials in retrograde fillings

José Menéndez Sanchón ¹
Silvana Terán Ayala ²

¹ Universidad San Francisco De Quito, Colegio De Ciencias De La Salud, Escuela De Odontología, Clínica de Odontología, Campus Cumbayá, oficina CO 106, casilla postal 17-200-841. Quito – Ecuador. Correo electrónico: jfmenendezs@hotmail.com

² Universidad San Francisco De Quito, Colegio De Ciencias De La Salud, Escuela De Odontología, Clínica de Odontología, Campus Cumbayá, oficina CO 106, casilla postal 17-200-841. Quito – Ecuador. Correo electrónico: silvanateranayala@hotmail.com

Editado por / Edited by: Johanna Monar

Recibido / Received: 28-10-2020

Aceptado / Accepted: 22-02-2021

Publicado en línea / Published online: 1-03-2021

DOI: <https://dx.doi.org/10.18272/oi.v7i1.2045>

24-37

24

Volumen 7
Número 1

Resumen

El objetivo de la presente investigación *in vitro* fue comparar la adaptación marginal de 2 cementos biocerámicos utilizados en obturaciones endodóncicas retrógradas: Endosequence Root Repair Material (ERRM) (Brasseler, Savannah, GA, USA) y Bio-C Repair (Angelus, Londrina, PR, Brasil), mediante la observación en microscopio electrónico de barrido. Veinte raíces de dientes unirradiculares extraídos se sometieron a un tratamiento tradicional ortógrado y, después de ser seccionadas en sus últimos 3 mm apicales, se prepararon de manera retrógrada con puntas ultrasónicas E32D (NSK). Previo a la obturación retrógrada, la muestra fue dividida aleatoriamente en 2 grupos de 10 especímenes cada uno: en el Grupo A, las retrobturaciones se realizaron con ERRM en pasta; mientras que, en el Grupo B, las retrobturaciones fueron con Bio-C Repair. Por medio de microscopía electrónica de barrido, se obtuvieron micrografías sagitales de todos los ápices a diferentes magnificaciones, con el fin de medir en ambos grupos, los espacios entre el material de retrobturación y las paredes de dentina. Los resultados indicaron que el ERRM en pasta presentó un espacio medio de 6.43 micras, mientras que para el Bio-C Repair, el espacio medio fue de 7.5 micras. Las pruebas estadísticas no indicaron diferencias significativas entre los dos grupos. En conclusión, el Endosequence Root Repair Material y el Bio-C Repair presentan una adaptación marginal similar cuando se utilizan en obturaciones retrógradas.

Palabras clave: Obturación retrógrada, adaptación marginal, Endosequence Root Repair Material, Bio-C Repair.

Abstract

The aim of this study was to compare marginal adaptation of two bioceramic root-end filling materials: Endosequence Root Repair Material (ERRM) (Brasseler, Savannah, GA, USA) and Bio-C Repair (Angelus, Londrina, PR, Brasil), by using scanning electron microscope. Twenty extracted, single-rooted teeth were endodontically treated and subsequently, they were filled. Then, the apical 3 mm of each tooth was sectioned and root-end preparation was done with E32D (NSK) ultrasonic tips. Samples were randomly allocated to two different groups: Group A, in which root-end cavities were filled with ERRM paste; and Group B, in which Bio-C Repair was used for root-end filling. Sagittal micrographs from scanning electron microscope were obtained at different magnifications in order to measure the gaps between both retrofilling materials and dentin walls. Results showed that ERRM paste showed a mean gap of 6.43 μm , while for Bio-C Repair, the mean gap was 7.5 μm . Statistical analysis revealed that there were no significant differences between the two groups. In conclusion, Endosequence Root Repair Material paste and Bio-C Repair have similar marginal adaptation when used as root-end fillings.

Keywords: Root-end filling, marginal adaptation, Endosequence Root Repair Material, Bio-C Repair.

Introducción

La terapia endodóncica tiene como objetivo tratar la enfermedad pulpar y periapical, para así promover la reparación perirradicular. Aunque los tratamientos ortógrados como la endodoncia convencional y el retratamiento no quirúrgico tienen una muy alta tasa de éxito en la curación tisular (> 93% y 89% respectivamente)^{1,2,3,4}, existen situaciones en las que hay fracasos o persistencia de la lesión periapical, por lo que se recurre a una cirugía periapical como alternativa complementaria para poder preservar la pieza dentaria en función. Esta cirugía consta de tres procesos básicos, que son: el legrado apical, la apicectomía y la obturación retrógrada⁵.

La obturación retrógrada o retrobturación se define como la colocación de un material restaurador en una preparación intracanal ubicada en la parte más apical de la raíz dental, durante una cirugía periapical. Tiene como objetivo establecer un sellado hermético en aquel nivel, para de esta forma, prevenir la colonización microbiana o difusión de toxinas hacia los tejidos perirradiculares⁶.

A través de los años, se han utilizado una gran variedad de materiales de obturación retrógrada; en muchos estudios *in vivo* e *in vitro* se reporta que el cemento MTA, creado por Mahmoud Torabinejad en 1993, ha sido considerado el ideal, por tener propiedades selladoras, de biocompatibilidad tisular, estimular la reparación y mineralización por proliferación celular⁷. A pesar de sus ventajas, también tiene ciertas características no favorables como: dificultad para ser colocado en las cavidades retrógradas, un tiempo de endurecimiento tardío y una posible discromía o pigmentación del tejido dental con el tiempo⁸.

Con el fin de mejorar o superar las limitaciones del MTA, se han introducido al mercado nuevos materiales de composiciones químico-moleculares más avanzadas, como por ejemplo Endosequence Root Repair Material (Brasseler, Savannah GA USA), que es un cemento biocerámico a base de silicato de calcio. Sus fabricantes afirman que tiene propiedades clínicas mejoradas: es biocompatible, estable químicamente, de fácil manipulación, buen tiempo de endurecimiento y posee actividad antibacteriana contra el *Enterococcus faecalis*^{9,10}.

El Endosequence Root Repair Material se encuentra disponible en 2 formas: en *putty*, consistencia sólida, moldeable, premezclada, lista para usar, cuya presentación puede ser en una jeringa o en un pequeño envase de hasta 3 gramos; y en *pasta*, la cual, a diferencia de la forma anterior, es más fluida y es inyectable a través de una jeringa, la cual incorpora puntas especiales para poder colocar correctamente el material¹¹.

Otro biocerámico, lanzado hace poco tiempo al mercado, es el Bio-C Repair (Angelus, Londrina PR Brasil). Este es un cemento cuya composición es de silicato de calcio, óxido de calcio, óxido de hierro, dióxido de silicio y un agente dispersante. Su presentación es únicamente en jeringa, que en su interior contiene 0.5 gramos del producto en forma de *putty*. El Bio-C Repair posee mejoras con relación al MTA en cuanto a su manipulación e inserción en la cavidad intracanal del ápice dentario^{12,13}.

Un factor determinante en el éxito de una cirugía periapical es la adaptación marginal de los materiales de obturación retrógrada sobre las paredes dentinarias, pues refleja la capacidad de sellado del conducto apical, que es esencial para mejorar el pronóstico del tratamiento. La capacidad de adaptarse, adherirse y fijarse permanentemente del material obturador, determinará si es adecuado para su uso clínico como sellador endodóncico retrógrado^{14,15,16}.

Escasos estudios evalúan la adaptación marginal del Endosequence Root Repair Material y del Bio-C Repair como materiales de obturación retrógrada. Por lo que, el objetivo de la presente investigación fue comparar *in vitro*, mediante el uso del microscopio electrónico de barrido, la adaptación marginal de estos dos retrose-lladores o retrobturadores de uso reciente en el mercado odontológico. Se consideró como hipótesis nula que la adaptación marginal del Endosequence Root Repair Material y del Bio-C Repair es similar en obturaciones retrógradas.

Materiales y métodos

En el presente estudio, de tipo experimental, *in vitro*, comparativo, y analítico, se utilizaron 20 dientes humanos unirradiculares extraídos, que fueron donados por distintas clínicas odontológicas privadas de la ciudad de Quito-Ecuador. Se incluyeron las piezas dentales que cumplieron con los siguientes criterios: de una sola raíz, con conducto único (Tipo I de Vertucci), sin tratamiento de endodoncia previo, libre de caries y fracturas, con ápice completamente formado e intacto, con ángulo de curvatura menor a 15° según Schneider, sin reabsorción interna o externa y conductos permeables sin calcificaciones. La muestra de los dientes seleccionados se estandarizó al seccionar transversalmente todos los especímenes a una longitud de 15 mm medidos desde el ápice hacia la corona, con un disco de diamante y micromotor de baja velocidad, como se demuestra en la Figura #1. Toda la muestra fue sometida a radiografías periapicales para confirmar los parámetros de inclusión establecidos.

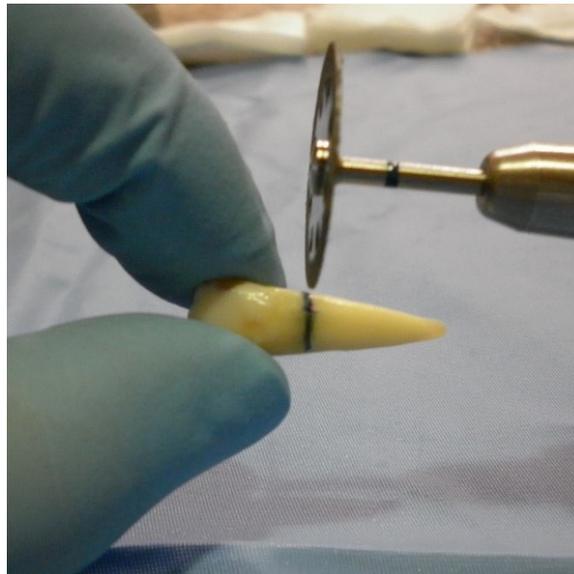


Figura #1. Corte transversal de las muestras con disco de diamante

Con los cortes realizados, se expusieron los conductos radiculares y se procedió a determinar la longitud de trabajo tentativa, introduciendo una lima K #10 con movimientos de rotación sutiles hasta llegar a observar el instrumento en el foramen apical. A esta medida se le restó 1 mm para establecer la longitud de trabajo definitiva (LTD) en 15mm; esto también permitió verificar la permeabilidad de los conductos, y luego, reafirmar el Glide Path con una lima rotatoria ProGlider (16/02) a 300 rpm en rotación continua, para lo cual, se utilizó el motor endodóncico X Smart Plus (Dentstply). El instrumento fue llevado con ligera presión apical hasta alcanzar la longitud definitiva. Inmediatamente, se irrigaron los conductos con una jeringa cargada de 1 ml. de hipoclorito de sodio al 5.25%, introduciendo la aguja endodóncica de tipo NaviTip a menos 3 mm. de la LTD.

Después, se instrumentaron las muestras con el sistema recíprocante WaveOne Gold (WOG) usando la técnica recomendada por el fabricante. Se inició con la lima WOG Primary (25/07)(WOG-P) con movimiento recíprocante suave de picoteo hacia el interior del conducto con avances de 2 o 3 mm de profundidad. El motor X Smart Plus fue accionado a una velocidad de 300 rpm y con un torque de 2 Newtons. Entre cada avance, los canales fueron irrigados con 2 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% y se recapituló la longitud de trabajo con lima K #10 para mantener la permeabilidad. Este proceso se realizó hasta que la lima WOG-P alcanzó la LTD. En aquellas muestras en las que la lima no se sentía ajustada a la medida de trabajo, se continuó la instrumentación con la secuencia del sistema WOG, con limas Medium (35/06) y Large (45/05) aplicando la misma técnica descrita. Esto se observa en la Figura #2.



Figura #2. Instrumentación de conducto radicular con lima WaveOne Gold Large

Posteriormente, se procedió a la obturación de los conductos con técnica de onda continua. Para esto, se empleó gutapercha alfa en cartuchos y el sistema Bee-Fill 2 en 1 (VDW), llevando la punta del heat plugger a 5 mm. menos de la LTD. A continuación, se rellenaron los canales mediante inyección a presión delicada con el dispositivo de Backfill, utilizando cartuchos de gutapercha de calibre 25G (0.45 mm). Para corroborar el correcto sellado de las muestras de estudio, se tomaron radiografías periapicales. Todo este procedimiento, al igual que el descrito a continuación, fue realizado por un mismo operador.

Una vez finalizada la endodoncia ortógrada se procedió con la técnica de cirugía retrógrada, haciendo un corte apical perpendicular al eje longitudinal dental a nivel de los últimos 3 milímetros en todas las piezas con una fresa quirúrgica Zekrya y turbina odontológica de alta velocidad. Para la preparación de la cavidad retrógrada se empleó una punta ultrasónica E32D (NSK) montada en un motor ultrasónico de endodoncia Biosonic S1 (Coltene), con el que se trabajó a una frecuencia de 28 Khz. Mediante movimientos leves y cortos de intrusión de la punta de ultrasonido en el interior del conducto a nivel apical, se prepararon cavidades de 3 milímetros de profundidad en todas las raíces.

Subsiguientemente, las 20 muestras fueron clasificadas aleatoriamente en 2 grupos de estudio, de 10 dientes cada uno. En el grupo A, se realizó la obturación retrógrada con Endosequence Root Repair Material en pasta (ERRM), mientras que en el grupo B, se colocó Bio-C Repair. En el primer grupo, el ERRM fue dispensado a través de su jeringuilla hasta llenar completamente la cavidad preparada sin ser condensado, pero si limpiado con una pequeña gasa humedecida que retiró los excesos. En el

grupo B, el Bio-C Repair fue aplicado con microcondensadores quirúrgicos (NSK), como se indica en la Figura #3, y el exceso de material fue removido también con un fragmento de una gasa ligeramente humedecida, permitiendo visualizar y verificar si este biocerámico estaba adecuadamente posicionado en la cavidad apical.

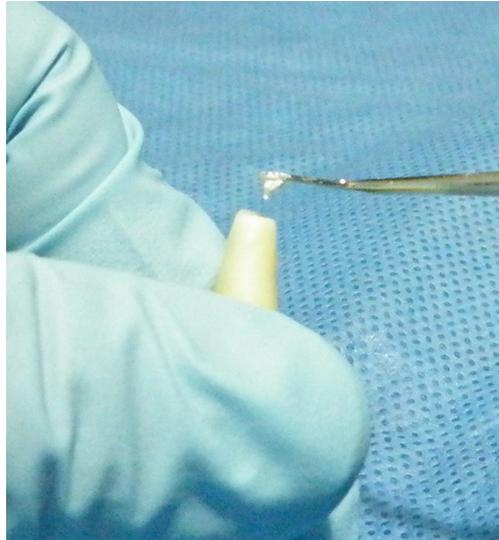


Figura #3. Aplicación de Bio-C Repair en obturación retrógrada.

Las muestras fueron almacenadas antes de ser llevadas a observación microscópica, envolviéndolas en gasas húmedas dentro de frascos estériles por 48 horas. Transcurrido este tiempo, los dientes fueron seccionados para poder ser analizados con microscopía. Un primer corte en sentido longitudinal con discos de diamante se hizo para obtener dos mitades o fragmentos, de los cuales, se seleccionó el más íntegro. En ellos, se hizo otro corte en dirección transversal para obtener bloques de aproximadamente 7-8 milímetros de longitud. Estos bloques fueron llevados al Laboratorio de Caracterización de Nanomateriales perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE (Sangolquí, Ecuador) para su análisis en microscopio electrónico de barrido (MEB).

Para facilitar la observación en el MEB y la recopilación de los datos, se marcaron 6 zonas de análisis en cada una de las muestras, en forma de cuadrantes. Estos se ubicaron en el área de interfase del material de retrobturación con la dentina, a cada lado de las paredes dentales, en los 3 milímetros de espesor del material. A nivel de cada cuadrante se tomaron microfotografías a diferentes aumentos: 2670x, 280x y 256x con el MEB, obteniendo por las 20 muestras un total de 120 imágenes, correspondientes a las 6 zonas analizadas en cada espécimen. Para clasificar las microfotografías se asignó una nomenclatura según su ubicación en milímetros,

con los números 1, 2 o 3 (mm); y según su orientación, a la izquierda con la letra A, y a la derecha con la letra B, tal como se observa en la Figura # 4.

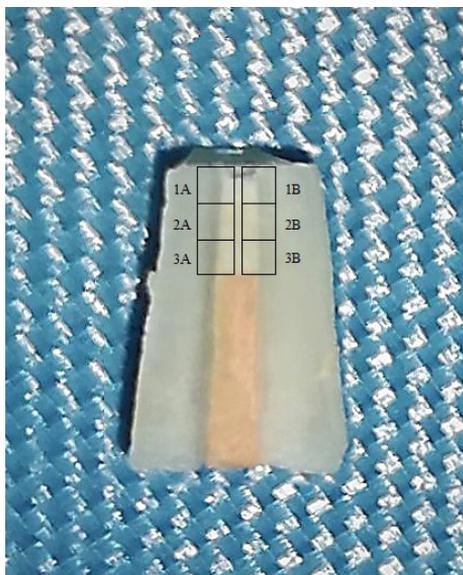
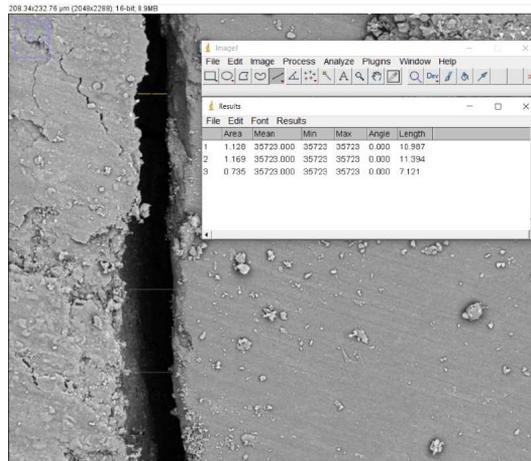


Figura # 4. Material de obturación retrógrada dividido por 6 cuadrantes de análisis.

A través de las microfotografías, se midieron los espacios existentes entre el material de obturación retrógrada y las paredes dentinales en 3 puntos por cada cuadrante, lugares en donde se observaron los espacios más grandes. Esto, con ayuda del software micrométrico Image J, tal como se muestra en la Figura #5. Los valores se llevaron a prueba de cuantificación con el programa estadístico IBM SPSS 25, obteniendo la distancia media entre el material de retrobturación y las paredes de dentina por nivel, a 1, 2 y 3 mm, y el promedio de las medidas por cuadrante, que determinaron los resultados de la presente investigación.



Figuras #5. Microfotografía a 2670x en la que se midieron los espacios en la interfase entre el material de obturación retrógrada y la dentina con el programa Image J

Resultados

El espacio promedio entre la dentina y el material de obturación retrógrada para las muestras del grupo A (Endosequence Root Repair Material) fue de 6.43 micras. A nivel del primer milímetro del ERRM, la distancia de separación fue de 6.18 micras; a los 2 milímetros fue de 6.01 micras; y a los 3 milímetros fue de 6.94 micras. En las muestras del grupo B (Bio-C Repair) el espacio promedio entre las paredes dentinarias y el material de obturación retrógrada fue de 7.5 micras; en el 1º milímetro este espacio fue de 8.45 micras; en el 2º milímetro, fue de 6.6 micras; y al 3º milímetro fue de 7.46 micras. Estos resultados se sometieron a prueba T de Student para muestras independientes, la cual demostró que no existieron diferencias significativas entre el Endosequence Root Repair Material y el Bio-C Repair. Por lo tanto, ambos materiales presentan espacios similares en su interfase con la dentina.

Tabla 1. Prueba T de Student para muestras independientes comparando espacios promedio de grupos A y B

		Prueba t para la igualdad de medias		
		gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Espacio promedio en interfase dentina-material ERRM- Bio-C Repair	Se asumen varianzas iguales	18	,448	-1,076400
	No se asumen varianzas iguales	17,871	,448	-1,076400

La misma prueba estadística también reveló que no hubo diferencias significativas entre el Endosequence Root Repair Material en pasta y el Bio-C Repair en los espacios interfase dentina-material de obturación retrógrada en ninguno de los 3 milímetros examinados.

Tabla #2. Pruebas T Student para muestras independientes. Comparación intergrupala por nivel

		Prueba t para la igualdad de medias		
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Espacios en 1° mm Grupo A-Grupo B	Se asumen varianzas iguales	,278	-2,271650	2,031851
	No se asumen varianzas iguales	,279	-2,271650	2,031851
Espacios en 2° mm Grupo A-Grupo B	Se asumen varianzas iguales	,693	-,588500	1,467953
	No se asumen varianzas iguales	,693	-,588500	1,467953
Espacios en 3° mm Grupo A-Grupo B	Se asumen varianzas iguales	,701	-,519700	1,330073
	No se asumen varianzas iguales	,701	-,519700	1,330073

Discusión

La cirugía periapical es un tratamiento recomendado para mantener aquellos dientes con patología endodóncica persistente o recurrente. Este es un procedimiento quirúrgico predecible, que cuenta con un elevado porcentaje de éxito, el cual fluctúa entre el 88 y el 94% para las técnicas contemporáneas¹⁷. Más recientemente, en un estudio se concluyó que la tasa de supervivencia de los dientes sometidos a una microcirugía endodóncica fue del 95% después de 5-9 años de haber realizado el procedimiento, mientras que el porcentaje de reparación fue del 78% durante el mismo periodo¹⁸.

Un elemento clave en la cirugía periapical es la aplicación de un material de obturación retrógrada. Está reportado en la literatura endodóncica que este tipo de productos influyen en el pronóstico a largo plazo del tratamiento, dado que son responsables de crear un sellado hermético de la superficie radicular seccionada. En un estudio, Christiansen¹⁹ demostró que en los casos quirúrgicos en los que se colocó material de obturación retrógrada, la reparación a los 12 meses fue significativamente superior en comparación a los casos en los que no hubo colocación de material (96%-52%, respectivamente). Asimismo, en otra investigación²⁰, el

86% de las raíces dentales que recibieron material de obturación retrógrada fueron calificadas como exitosas después de un seguimiento de 6 años, a diferencia de los casos sin retrobturación, que solo fueron exitosos en un 55%.

La importancia de estos agentes fue destacada también por Tsesis²¹, quien afirmó que una de las dos principales variables que afectan el pronóstico de una cirugía periapical es precisamente el material de retrobturación utilizado. Años más tarde, Huang¹⁸ también concluyó que, entre los factores de pronóstico más relevantes en cirugía periapical, se encontraba el tipo de material de obturación retrógrada, a tal punto de estar asociado significativamente con la reparación de la pieza afectada.

La presencia de espacios entre el agente de retrobturación y la dentina radicular pueden ser responsables de una filtración apical que, eventualmente, ocasionará una patología apical. Por lo tanto, será muy importante conocer la capacidad de adaptación del sellador retrógrado a las paredes del conducto. Así, la adaptación marginal resulta crucial en la selección del material de obturación retrógrada más adecuado²².

En la presente investigación, se decidió analizar la adaptación marginal de dos materiales de obturación retrógrada biocerámicos, productos que están en auge hoy en día en el área de Endodoncia. Para esto, se eligieron el Endosequence Root Repair Material (Brasseler, Savannah GA USA) y el recientemente desarrollado Bio-C Repair (Angelus, Londrina PR Brasil). Los resultados indicaron que no se encontraron diferencias estadísticamente marcadas de la adaptación marginal en retrobturación entre el Endosequence Root Repair Material y el Bio-C Repair. Sin embargo, es importante notar que el espacio promedio de separación entre las paredes dentinales y el Endosequence fue de 6.43 micras, en cambio, la distancia media es levemente superior con el material Bio-C Repair (7.5 micras); lo que significa que el Bio-C Repair presentó una adaptación marginal inferior al ERRM en pasta, pero no fue significativa.

Esto difiere con lo publicado por Rodrigues²³ en su investigación sobre evaluación de adaptación marginal de cinco cementos en sellado retrógrado, en el cual el Bio-C Repair fue el que mostró adaptación marginal significativamente más deficiente al compararlo con los otros cementos evaluados como: cemento biocerámico Mk Life, Biodentine, Bio-C Repair, ERRM en pasta y MTA Angelus. La diferencia de resultados entre nuestro estudio y el de Rodrigues podría deberse a factores como: variabilidad en el diseño del estudio, origen de muestras utilizadas, tipo de dientes, tiempo y condiciones de almacenamiento de las muestras, orientación del seccionamiento radicular, cantidad de muestras examinadas, método para medir espacios en la interfase, cantidad de magnificación para la observación de los espacios, propiedades físicas de los materiales a evaluar, procedimientos preparativos en el laboratorio, entre otros. Y además en el estudio de Rodrigues se empleó un Bio-C Repair inyectable a diferencia del actual estudio, en el que usamos Bio-C Repair en en pasta, masilla o putty, que es condensable, propiedad que podría mejorar la adaptación del producto en la cavidad retrógrada. Muy probablemente la similitud de adaptación marginal en los dos materiales del nuestro estudio investigativo, se debe a que la composición de ambos es a base de

silicato de calcio. Los selladores de silicato de calcio tienen varias características favorables como: tamaño de partícula pequeño que permite difusión o penetración, escasa porosidad en su consistencia, estimulan la mineralización tisular al formar cristales de hidroxiapatita en la pared dentinaria y presentan estabilidad dimensional inteligente ya que este tipo de cementos son hidrofílicos o absorben líquido al fraguar, haciendo que sufran una ligera expansión contribuyendo así, a una mejor adaptación²³.

En otro estudio, Shokouhinejad¹⁵ encontró que el ERRM en pasta fue el material que exhibió adaptación marginal significativamente más defectuosa de todos los materiales examinados (MTA y ERRM en *putty*). Esto difiere de los resultados obtenidos en este trabajo, el cual reveló que no hubo diferencias significativas entre el ERRM en pasta y el Bio-C Repair. Estos resultados opuestos pueden explicarse porque Shokouhinejad hizo una comparación con un material diferente (MTA), producto de muy diferentes características en cuanto a su composición, tamaño de partículas, viscosidad o bioactividad en relación a los selladores biocerámicos. En nuestro trabajo, se demostró que el Endosequence Root Repair Material en pasta y el Bio-C Repair presentaron una adaptación marginal similar. No obstante, se debe considerar que los experimentos *in vitro* pueden no reproducir completamente las condiciones clínicas, por lo que a futuro será necesario realizar más estudios con estos mismos materiales de obturación retrógrada en pacientes y con seguimiento para constatar su efectividad. Es importante comprobar la directa correlación entre la adaptación marginal y la capacidad de sellado de un material de retrobturación con el éxito de las cirugías periapicales. Y la medición micrométrica por microscopía electrónica de barrido es una buena metodología para determinar qué tan extensos son los espacios entre el material de obturación retrógrada y las paredes del conducto, para que tengan incidencia en el fracaso de una cirugía apical.

Conclusiones

Tanto el Endosequence Root Repair Material en pasta como el Bio-C Repair presentan una adaptación marginal similar al ser aplicados en obturaciones retrógradas. El espacio promedio de la interfase entre el Endosequence Root Repair Material en pasta y las paredes de dentina fue de 6.43 micras. La distancia media entre el Bio-C Repair y las paredes de dentina fue de 7.50 micras. Además, no existieron diferencias significativas entre los espacios de la interfase Endosequence Root Repair Material-dentina con los espacios de la interfase Bio-C Repair-dentina a nivel del 1°, 2° y 3° milímetro de la cavidad retrógrada.

Referencias bibliográficas

1. Lazarski, M. P., Walker, W. A., Flores, C. M., Schindler, W. G., & Hargreaves, K. M. (2001). Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients. *Journal of Endodontics*, 27(12), 791-796.
2. Salehrabi, R., & Rotstein, I. (2004). Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: An epidemiological study. *Journal of Endodontics*, 30(12), 846-850.
3. Chen, S.-C., Chueh, L.-H., Hsiao, C. K., Tsai, M.-Y., Ho, S.-C., & Chiang, C.-P. (2007). An epidemiologic study of tooth retention after nonsurgical endodontic treatment in a large population in Taiwan. *Journal of Endodontics*, 33(3), 226-229.
4. Salehrabi, R., & Rotstein, I. (2010). Epidemiologic evaluation of the outcomes of orthograde endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*, 36(5), 790-792.
5. Canalda Sahli, C., & Aguade, E. B. (2014). Endodoncia: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. Elsevier Health Sciences. Edición 3, 309.
6. Abusrewil, S. M. (2018). The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 30(4), 273-282.
7. Rifaey, H. S., Villa, M., Zhu, Q., Wang, Y.-H., Safavi, K., & Chen, I.-P. (2016). Comparison of the Osteogenic Potential of Mineral Trioxide Aggregate and Endosequence Root Repair Material in a 3-dimensional Culture System. *Journal of Endodontics*, 42(5), 760-765.
8. Kohli, M. R., Yamaguchi, M., Setzer, F. C., & Karabucak, B. (2015). Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. *Journal of Endodontics*, 41(11), 1862-1866.
9. Shinbori, N., Grama, A. M., Patel, Y., Woodmansey, K., & He, J. (2015). Clinical Outcome of Endodontic Microsurgery That Uses EndoSequence BC Root Repair Material as the Root-end Filling Material. *Journal of Endodontics*, 41(5), 607-612.
10. Nair, U., Ghattas, S., Saber, M., Natera, M., Walker, C., & Pileggi, R. (2011). A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: An in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 112(2), e74-e77.
11. Wang, Z. (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 32(1), 3-30.
12. López-García, S., Lozano, A., García-Bernal, D., Forner, L., Llena, C., Guerrero-Gironés, J., Moraleda, J. M., Murcia, L., & Rodríguez-Lozano, F. J. (2019). Biological Effects of New Hydraulic Materials on Human Periodontal Ligament Stem Cells. *Journal of Clinical Medicine*, 8(8), 1216.
13. Benetti, F., Queiroz, Í. O. de A., Cosme-Silva, L., Conti, L. C., Oliveira, S. H. P. de, & Cintra, L. T. A. (2019). Cytotoxicity, Biocompatibility and Biomineralization of a New Ready-for-Use Bioceramic Repair Material. *Brazilian Dental Journal*, 30(4), 325-332.
14. Nagesh, B., Jeevani, E., Sujana, V., Damaraju, B., Sreeha, K., & Ramesh, P. (2016). Scanning electron microscopy (SEM) evaluation of sealing ability of MTA and EndoSequence as root-end filling materials with chitosan and carboxymethyl chitosan (CMC) as retrograde smear layer removing agents. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(2), 143.
15. Shokouhinejad, N., Nekoofar, M. H., Ashoftehyazdi, K., Zahraee, S., & Khoshkhounejad, M. (2014). Marginal adaptation of new bioceramic materials and mineral trioxide aggregate: A scanning electron microscopy study. *Iranian Endodontic Journal*, 9(2), 144-148.
16. Jung, J., Kim, S., Kim, E., & Shin, S.-J. (2020). Volume of Voids in Retrograde Filling: Comparison between Calcium Silicate Cement Alone and Combined with a Calcium Silicate-based Sealer. *Journal of Endodontics*, 46(1), 97-102.

17. Kim, S., & Kratchman, S. (2017). *Microsurgery in Endodontics* (B. Karabucak, M. Kohli, & F. Setzer, Eds.; Edición: 1. Wiley-Blackwell).
18. Huang, S., Chen, N.-N., Yu, V. S. H., Lim, H. A., & Lui, J.-N. (2020). Long-term Success and Survival of Endodontic Microsurgery. *Journal of Endodontics*, 46(2), 149-157.
19. Christiansen, R., Kirkevang, L.-L., Hørsted-Bindslev, P., & Wenzel, A. (2009). Randomized clinical trial of root-end resection followed by root-end filling with mineral trioxide aggregate or smoothing of the orthograde gutta-percha root filling—1-year follow up. *International Endodontic Journal*, 42(2), 105-114.
20. Kruse, C., Spin-Neto, R., Christiansen, R., Wenzel, A., & Kirkevang, L.-L. (2016). Periapical Bone Healing after Apicectomy with and without Retrograde Root Filling with Mineral Trioxide Aggregate: A 6-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. *Journal of Endodontics*, 42(4), 533-537.
21. Tsesis, I., Rosen, E., Taschieri, S., Telishevsky Strauss, Y., Ceresoli, V., & Del Fabbro, M. (2013). Outcomes of Surgical Endodontic Treatment Performed by a Modern Technique: An Updated Meta-analysis of the Literature. *Journal of Endodontics*, 39(3), 332-339.
22. Kūçükkaya Eren, S., & Parashos, P. (2019). Adaptation of mineral trioxide aggregate to dentine walls compared with other root-end filling materials: A systematic review. *Australian Endodontic Journal*, 45(1), 111-121.
23. Rodrigues, S. (2018). Adaptação marginal de cimentos à base de silicato de cálcio à parede dentinária de cavidades retrógradas [Universidade Federal de Goiás].