

Fecha de recepción: 7 de enero de 2025  
Fecha de aceptación: 28 de abril de 2025

ARTÍCULO ORIGINAL

<https://dx.doi.org/10.14482/sun.42.02.410.693>

## Evaluación de la remoción de cementos durante el retratamiento en canales ovales

*Evaluation of Cement Removal during Retreatment in Oval Canals*

VERÓNICA CORREA SCHNAKE<sup>1</sup>, CAROLINA JOFRÉ HERRERA<sup>2</sup>,  
BÁRBARA VERA CONTRERAS<sup>3</sup>, ALFREDO SIERRA CRISTANCHO<sup>4</sup>,  
MACARENA VEGA-MARCICH<sup>5</sup>, VÍCTOR DÍAZ-NARVÁEZ<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Profesora, Departamento de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Andres Bello, Santiago (Chile). [vercorrea@gmail.com](mailto:vercorrea@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0007-5266-0077>.

<sup>2</sup> Cirujana dentista, Universidad Andres Bello, Santiago (Chile). [carolinaalejandra05@gmail.com](mailto:carolinaalejandra05@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0009-2197-5417>

<sup>3</sup> Cirujana dentista, Universidad Andres Bello, Santiago (Chile). [barb.vera.contreras@gmail.com](mailto:barb.vera.contreras@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0001-8990-684X>

<sup>4</sup> Profesor, Departamento de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Andres Bello, Santiago (Chile). [Dr\\_alfredosierra@hotmail.com](mailto:Dr_alfredosierra@hotmail.com). <https://orcid.org/0000-0003-0952-9835>

<sup>5</sup> Profesora, Departamento de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Andres Bello, Santiago (Chile). [macavegma@gmail.com](mailto:macavegma@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-9930-6418>

<sup>6</sup> Profesor investigador, Departamento de Investigaciones, Facultad de Odontología, Universidad Andres Bello, Santiago (Chile). [victor.diaz@mail.com](mailto:victor.diaz@mail.com). <https://orcid.org/0000-0002-5486-0415>

**Correspondencia:** Víctor Patricio Díaz Narváez. [victor.diaz@unab.cl](mailto:victor.diaz@unab.cl)

## RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo de este estudio fue evaluar la remoción de dos cementos selladores endodónticos (a base de resina y biocerámico) en canales ovales de premolares inferiores tratados endónticamente utilizando punta ultrasónica R1-Clearsonic® como método complementario a la desobturación con lima Reciproc® R50.

**Material y métodos:** Se utilizaron cincuenta muestras unirradiculares, divididas en dos grupos iguales en número según el tipo de cemento utilizado ( $n = 25$ ). El volumen del material de obturación se evaluó en tres etapas claves: después de la obturación del conducto, posterior a la desobturación con lima Reciproc® R50 y después de utilizar la punta R1-Clearsonic®. La evaluación del volumen remanente se realizó mediante tomografía computarizada Cone Beam y posterior análisis cuantitativo con software 3D Slicer v.5.4.0.

**Resultados:** Al comparar los volúmenes remanentes de ambos cementos, posterior al uso de la punta R1-Clearsonic®, se evidenció una reducción significativamente mayor del cemento BioRoot Flow® que en el cemento AH Plus® ( $p < 0.05$ ). Los datos fueron sometidos a estudio de normalidad y homocedasticidad mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene, respectivamente.

**Conclusión:** Este estudio demostró que el cemento BioRoot Flow® presenta menor remanente residual que el cemento AH Plus®.

**Palabras clave:** retratamiento, punta ultrasónica, cementos selladores, tomografía computarizada Cone Beam.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to evaluate the removal of two endodontic sealing agents (resin-based and bioceramic) in oval canals of endodontically treated mandibular premolars using R1-Claersonic® ultrasonic tip as a complementary method to removal of root canal filling with a Reciproc® R50 file.

**Material and methods:** Fifty single-root samples were used, divided into two equal groups according to the type of cement used ( $n = 25$ ). The volume of the filling material was evaluated at three key stages: after canal filling, after removal of root canal filling with Reciproc® R50 file and after using the R1-Clearsonic® tip. The remaining volume evaluation was performed using Cone Beam Computed Tomography and subsequent quantitative analysis with software 3D Slicer v.5.4.0.

**Results:** When comparing the remaining volumes of both cements after use R1-Clearsonic® tip, a significantly greater reduction was observed with BioRoot Flow® cement than with AH Plus® cement ( $p < 0.05$ ). The data were tested for normality and homoscedasticity using the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively.

**Conclusion:** This study demonstrated that BioRoot Flow<sup>®</sup> cement has a lower resistant removal than AH Plus<sup>®</sup> cement.

**Keywords:** root canal retreatment, ultrasonic tip, endodontic sealer, Cone Beam computed tomography.

## INTRODUCCIÓN

El principal desafío en el retratamiento endodóntico consiste en la remoción efectiva del material obturador, con el objetivo de lograr una limpieza y desinfección adecuada del sistema de conductos radiculares, lo cual permite una curación de los tejidos perirradiculares (1-3).

Entre los materiales de obturación radicular están los cementos selladores; su objetivo es rellenar las irregularidades en el conducto preparado y unir la gutapercha a las paredes del conducto radicular. El cemento AH Plus<sup>®</sup> (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Alemania) corresponde a un cemento sellador a base de resina epóxica, es el gold estándar dentro de los cementos selladores utilizados en endodoncia. Entre sus propiedades se encuentra una excelente fuerza de unión con la dentina (2-4).

El cemento BioRoot Flow<sup>®</sup> (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, Francia), introducido recientemente, es un cemento biocerámico que se caracteriza por ser biocompatible con capacidad de sellado mejorada; entre sus propiedades está ser bioactivo, es decir que tiene la capacidad de formar hidroxiapatita estableciendo enlaces químicos con la dentina.

La complejidad anatómica de los canales ovales de los premolares inferiores (5), los cuales presentan un conducto central de forma ovalada a nivel coronal y medio con un mayor diámetro en sentido vestíbulo/lingual, ha hecho que sea necesario el uso de métodos complementarios para la remoción de cemento sellador y gutapercha del conducto radicular, lo cual ha sido descrito en investigaciones anteriores (6-9,10)

Una deficiente preparación y limpieza de los canales ovales durante el tratamiento y retratamiento aumenta el riesgo de encontrar zonas no tratadas, lo que determinaría la posibilidad de un mayor riesgo de infección. Estudios han revelado que más del 50 % de las paredes del conducto quedan sin instrumentar al realizar la desobturación radicular independiente de la técnica utili-

zada para la remoción del material obturador (uso instrumentos manuales, uso de solventes, uso de limas mecanizadas o la combinación de estas). Uno de los sistemas ampliamente usados para la desobturación es el sistema Reciproc (VDW, Munich, Alemania), compuesto por una lima única de movimiento reciprocante, el cual, de acuerdo con varios estudios, ha demostrado buenos resultados en procedimientos de retratamiento cuando es usada con movimiento de barrido contra las paredes del conducto radicular (11-13). Para abordar este problema, se han propuesto nuevos métodos complementarios para mejorar la limpieza después de la desobturación del conducto radicular (7,10,14-16). Uno de estos métodos, es la implementación del inserto R1- Clearsonic® (Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, Brasil) como sistema auxiliar para la limpieza de canales aplanados/ovales (7, 10). Esta punta ultrasónica presenta un diseño de flecha en su extremo activo y un diámetro correspondiente a un tamaño ISO 50 (0.5 mm), está diseñada específicamente como método complementario en el retratamiento de canales ovales, lo que ha sido demostrado por diversos estudios que muestran resultados favorables (10,17,18)

Este estudio tiene como objetivo evaluar la remoción de dos cementos endodónticos selladores (a base de resina y biocerámico) en canales ovales de premolares inferiores tratados endodónticamente utilizando punta ultrasónica R1-Clearsonic® como método complementario a la desobturación con lima Reciproc® R50 considerando la totalidad del conducto radicular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Metodología

El tipo de estudio realizado fue el experimental *in vitro*, cuantitativo.

### Procedimiento

**Calibración de los operadores.** Este estudio se llevó a cabo con la participación de dos operadores previamente calibrados en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello, sede Santiago. La calibración de los operadores fue realizada mediante la prueba Kappa de concordancia.

**Selección de muestras.** Se recolectaron 50 premolares inferiores unirradiculares de pacientes mayores de 18 años en un centro de salud colaborador, sin exclusiones por sexo o etnia, con auto-

rización mediante consentimiento informado (aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Andrés Bello, Santiago). Tras la extracción, las muestras se limpiaron, se sometieron a desinfección con hipoclorito de sodio (NaOCl al 5 %) y se almacenaron en agua destilada hasta su utilización. Se realizaron radiografías en ambos sentidos (mesiodistal y vestibulolingual) para evaluar la anatomía interna de los dientes, excluyendo curvaturas apicales o más de un conducto. El muestreo fue no probabilístico.

**Preparación y obturación del conducto radicular.** Se determinó la longitud del conducto utilizando una lima K#10 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza), la cual se introdujo hasta que fuese visible por el foramen apical. Para estandarizar la longitud de los dientes, se removió parcialmente la corona con un disco de corte diamantado a 12 mm del ápice, fijando la longitud de trabajo a -1 mm de esta medición.

Las muestras se instrumentaron con limas Wave One Gold® # 45 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza), utilizando el Motor X-Smart Plus® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), la lima se introdujo gradualmente en dirección apical con movimientos de entrada y salida, con una amplitud de 3 mm por avance, irrigando con 3 mL de NaOCl al 5 % entre cada avance de la lima hasta alcanzar la longitud de trabajo. La irrigación final se realizó con 1mL EDTA al 17 % por 2 minutos, seguido por NaOCl al 5 %, el cual fue activado con punta ultrasónica Irrisonic® (Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, Brasil) tamaño # 20 taper 0.01, a baja potencia, durante 3 ciclos de 20 segundos cada uno con movimientos de entrada/salida. Posteriormente, se dividieron en dos grupos (n = 25): 25 muestras se obturaron con cemento AH Plus® y cono principal de gutapercha al 4 % con técnica de compactación lateral y las otras 25 muestras con cemento BioRoot Flow® y técnica de cono único al 4 %; para cada cemento se utilizó la técnica de obturación radicular indicada por el fabricante. Se realizó doble sellado con cemento temporal Fermin® (Detax, Ettlingen, Alemania) y cemento vidrio ionómero Chenfil® (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Alemania) . Se tomaron radiografías retroalveolares (en ambos sentidos) de las muestras obturadas para verificar la óptima calidad del relleno endodóntico. Las muestras se incubaron durante 7 días a 37° C y 100 % humedad.

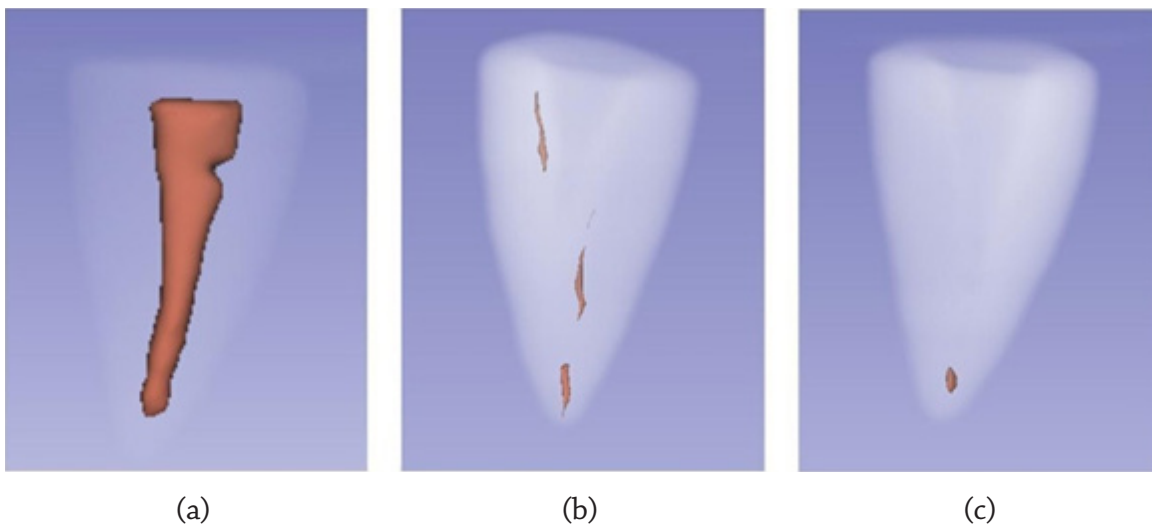
**Visualización y reconstrucción volumétrica.** Las muestras se escanearon con tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) utilizando el Planmeca Pro Max® 3D Classic con parámetros específicos, incluyendo “Dientes - Normal - Alta”, con una rotación de 360° y vóxel de 0.2 mm<sup>3</sup>.

Las muestras se escanearon en tres momentos claves: después de la obturación, después de la desobturación con lima Reciproc® R50 y después de la limpieza final con la punta R1-Clearsonic®. Se utilizó el software 3D Slicer v.5.4.0 para calcular y cuantificar el volumen de material de obturación en los conductos radiculares en cada etapa del estudio.

**Desobturación de conductos radiculares.** Los conductos se desobturaron con las limas Reciproc® R50 utilizando el Motor X-Smart Plus® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) en modo “RECIPROC ALL”. Las limas se introdujeron gradualmente en dirección apical con movimientos de picoteo de entrada/salida, complementado con movimientos de cepillado, se fue avanzando cada 3 mm hasta alcanzar la longitud de trabajo. La irrigación del conducto se realizó con 3 mL de NaOCl al 5 % durante el avance de la lima. La permeabilidad apical se verificó con una lima K #15 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza). La desobturación total se verificó a través de radiografías retroalveolares tomadas en ambos sentidos.

Las muestras fueron escaneadas y posteriormente se utilizó el *software* 3D Slicer v.5.4.0 para calcular y cuantificar el volumen de material remanente en el total del canal (mm<sup>3</sup>) (19).

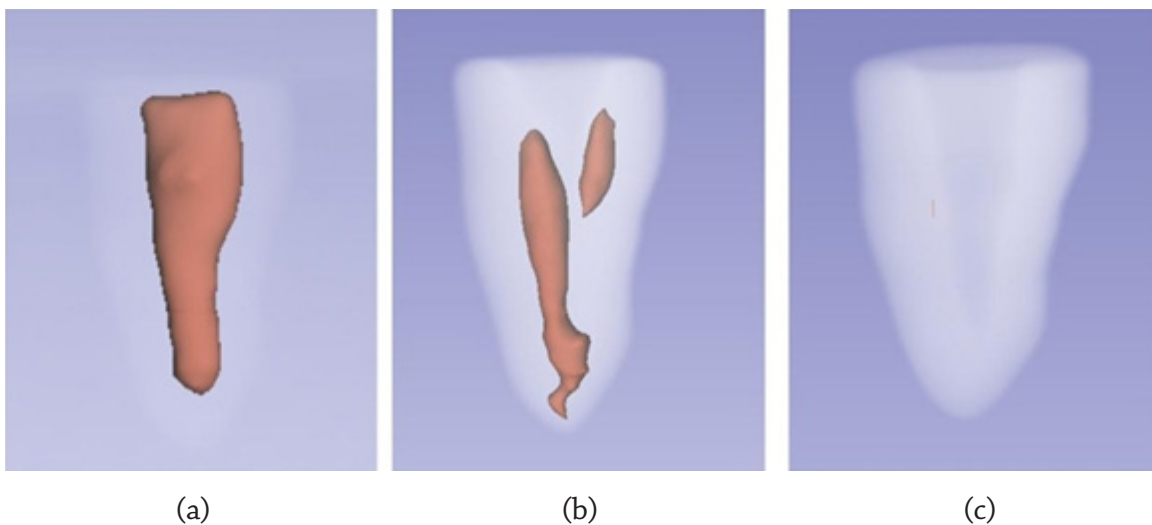
**Enfoque complementario.** El procedimiento utilizó la punta ultrasónica R1-Clearsonic® activada por el equipo ultrasónico Varios 370® en modo “E3” (NSK, Kanuma-shi, Tochigi, Japón). El conducto se irrigó con 3 mL de NaOCl al 5 %, con recambio constante durante todo el procedimiento. La punta ultrasónica R1-Clearsonic® se introdujo a -1 mm de la longitud de trabajo y se activó por 30 segundos en la dirección vestibulolingual usando suaves movimientos pendulares contra las paredes del conducto radicular (1er ciclo). Luego, se irrigó nuevamente el conducto con 3 mL de NaOCl al 5 % y se repitió el uso de la punta antes mencionada de la misma forma (2º ciclo). Posteriormente, se irrigó el conducto radicular con 1 ml de EDTA al 17 % durante 30 segundos y se volvió a utilizar la punta R1-Clearsonic® durante 30 segundos con 3 mL de NaOCl al 5 % (3er ciclo). El proceso se completó con una irrigación final con 5 ml de solución salina. Las muestras fueron nuevamente escaneadas con CBCT (14,22) y luego se utilizó el software 3D Slicer v.5.4.0 para calcular y cuantificar el volumen del material remanente (19).



**Nota.** (a) Conducto radicular obturado con Cemento BioRoot Flow<sup>®</sup>. (b) Desobturación del conducto radicular con lima Reciproc<sup>®</sup> R50. (c) Método Complementario R1-Clearsonic<sup>®</sup>.

**Fuente:** elaboración propia.

**Figura 1.** Imágenes de tomografía computarizada de haz cónico de conductos radiculares representativos



**Nota.** (a) Conducto radicular tratado endodónticamente con cemento AH Plus<sup>®</sup>. (b) Desobturación del conducto radicular con lima Reciproc<sup>®</sup> R50. (c) Método complementario R1-Clearsonic<sup>®</sup>.

**Fuente:** elaboración propia.

**Figura 2.** Imágenes de tomografía computarizada de haz cónico de conductos radiculares representativos

**Análisis estadístico.** La calibración de los operadores fue realizada mediante la prueba Kappa de concordancia. Los datos fueron sometidos a estudio de normalidad y homocedasticidad mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene, respectivamente. Posteriormente fueron calculadas la media, la desviación estándar de cada variable en estudio y de sus respectivos errores estándar de la media. La comparación entre los procedimientos realizados entre los tipos de cementos fue realizada mediante la prueba U de Mann-Whitney. El nivel de significación empleado fue de  $\alpha (p) < 0.05$ .

## RESULTADOS

La prueba de Kappa resultó en todos los casos mayor al valor de 0.75; por lo tanto, se consideró satisfactoria. La prueba de normalidad fue altamente significativa en cada uno de los procedimientos en ambos cementos estudiados. Lo mismo ocurrió con la varianza. Lo anterior implica que la distribución normal y la igualdad de varianza no se cumple en los grupos estudiados. Lo planteado anteriormente implica que las comparaciones entre los grupos deben realizarse mediante pruebas no paramétricas. En la tabla 1 se muestran los resultados de las medias y la desviación estándar para cada grupo estudiado. En la tabla 2 se muestran los resultados de la comparación de los datos entre los grupos (entre cementos).

El estadígrafo Z (asociado a la prueba de Mann-Whitney) no resultó significativo en la estadística asintótica bilateral, ni en la exacta bilateral ( $p > 0.05$ ); sin embargo, resultó significativa ( $p = 0.046$ ) en la significación exacta unilateral. Es posible asumir, en términos generales, que el volumen de cemento inicial obturado es igual para ambos tipos de cementos estudiados.

El valor Z fue altamente significativo en la prueba asintótica y exacta bilateral y unilateral ( $p = 0.0005$ ). Esto implica que el material residual posdesobturación con la lima Reciproc® R50 fue mayor en el cemento AH Plus® en relación con el cemento BioRoot Flow®. Lo mismo ocurre con el residual de limpieza realizado con la punta R1-Clearsonic®. La media del residual del cemento AH Plus® es mayor que la del cemento BioRoot Flow®.

Por último, la comparación de la eficiencia de la punta R1-Clearsonic® medida en porcentaje residual, obtenida dividiendo el volumen residual observado con la punta R1-Clearsonic® en relación con el volumen inicial de obturación, resultó altamente significativa en todas las pruebas

de significación estadística empleadas. La media de la eficiencia del cemento BioRoot Flow® es mayor que la media de la eficiencia del cemento AH Plus®. Es decir, el remanente fue menor con el cemento BioRoot Flow® en relación con el remanente del cemento AH Plus®.

**Tabla 1.** Datos descriptivos del material remanente de los cementos AH Plus y BioRoot Flow luego de los procedimientos de desobturación evaluados

		Volumen Inicial Obturado [mm <sup>3</sup> ]	Residual Desobturación Reciproc® R50 [mm <sup>3</sup> ]	Residual Limpieza Punta R1 - Clearsonic® [mm <sup>3</sup> ]
	N	Media (ds)	Media (ds)	Media (ds)
Cemento AH Plus®	25	19.81 (5.31)	4.27 (3.41)	1.08 (1.23)
Cemento BioRoot Flow®	25	17.48 (5.97)	1.10 (1.13)	0.26 (0.27)

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 2.** Resultados de la comparación de los procedimientos de desobturación realizados entre de los cementos AH Plus y BioRoot Flow

	Volumen Inicial Obturado [mm <sup>3</sup> ]	Residual Desobturación Reciproc® R50 [mm <sup>3</sup> ]	Residual Limpieza Punta R1 - Clearsonic® [mm <sup>3</sup> ]
U de Mann-Whitney	225.000	110.500	131.000
Z	-1.698	-3.920	-3.533
Significación asintótica (bilateral)	0.090	0.0005	0.0005
Significación exacta (bilateral)	0.092	0.0005	0.0005
Significación exacta (unilateral)	0.046	0.0005	0.0005
Probabilidad en el punto	0.002	0.0005	0.0005

**Fuente:** elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran una sostenida reducción del volumen de material sellador en los dientes seleccionados, tendencia que se da en ambos tipos de cementos. Al comparar las medias entre grupos respecto al sistema de limas mecanizadas Reciproc® R50, se observa que el grupo obturado con cemento BioRoot Flow® muestra 1.11 mm<sup>3</sup> de material remanente, por debajo del grupo obturado con cemento AH Plus®, donde se obtuvo un 4.27 mm<sup>3</sup> de material remanente.

Al proceder con la punta R1-Clearsonic<sup>®</sup>, la media de material remanente para ambos materiales muestra que el cemento BioRoot Flow<sup>®</sup> permite alcanzar una reducción de material a 0.26 mm<sup>3</sup>, por debajo del total remanente del cemento AH Plus<sup>®</sup> de 1.08 mm<sup>3</sup>.

Al observar los resultados de la remoción total del material al interior del canal radicular y comparar el rendimiento entre ambos cementos, la reducción fue más significativa en el cemento BioRoot Flow<sup>®</sup>.

## DISCUSIÓN

El retratamiento endodóntico ortógrado tiene como objetivo la eliminación completa de los materiales de obturación para limpiar y desinfectar los conductos radiculares previamente tratados con el propósito de prevenir nuevas reinfecciones y recuperar la salud de los tejidos periapicales cuando se han visto comprometidos. Los instrumentos endodónticos tienden a dejar áreas sin instrumentar y con remanentes de materiales de relleno endodóntico, como cementos selladores y gutapercha, al realizar el retratamiento, comprometiendo el pronóstico del tratamiento realizado (7,16,17,22).

Con base en lo anterior se han propuesto métodos complementarios de desobturación con puntas ultrasónicas, como la R1-Clearsonic<sup>®</sup>, que nos ayudan a minimizar la cantidad de material de obturación que pudiese permanecer en los conductos radiculares después de los métodos tradicionales de retratamiento (7,10,17,18).

Al comparar, según el tipo de cemento utilizado, el volumen de remanente que queda en el conducto radicular después del retratamiento con la punta ultrasónica R1 Clearsonic<sup>®</sup>, observamos que es mayor el residuo de cemento AH Plus<sup>®</sup> que del cemento BioRoot Flow<sup>®</sup>. Una explicación plausible de estos valores se podría atribuir a las técnicas de obturación utilizadas recomendadas por los fabricantes. Con el cemento AH Plus<sup>®</sup> se utilizó la técnica de compactación lateral y con el cemento BioRoot Flow<sup>®</sup> la técnica hidráulica sincronizada de cono único (23). En la técnica de compactación lateral se aplica presión sobre la masa de gutapercha y cemento sellador para crear un relleno compacto que se adhiera a las paredes del conducto radicular, lo que dificulta su retiro al desobturar. En la técnica Hidráulica Sincronizada de cono único no se realiza presión sobre la

gutapercha y cemento, lo que podría explicar la menor cantidad de material residual posterior a las técnicas de retratamiento.

Si consideramos las características fisicoquímicas de los cementos selladores utilizados, encontramos que el cemento AH Plus® presenta excelente adhesión a la dentina, con óptima penetración en los túbulos dentinarios y adaptación a las paredes del conducto radicular (24); por otro lado, los cementos biocerámicos han demostrado lograr muy buena adaptación a la dentina al formar hidroxiapatita, logrando una unión química, sin embargo, esto depende de su fraguado, y para ello necesita humedad (25). En este estudio se buscó reproducir las condiciones biológicas de un diente in vivo, sin embargo, los diente extraídos presentan menor humedad dentinaria que aquellos dientes que permanecen en boca; esto podría alterar el fraguado del cemento sellador biocerámico BioRoot Flow®; por lo tanto, esta disminución de la humedad dentinaria podría ser también otra explicación a la mayor remoción del cemento.

## CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de este estudio, se concluyó que el cemento biocerámico BioRoot Flow® presentó mayor remoción de las paredes del conducto radicular que el cemento de resina epóxica AH Plus® posterior a la desobturación utilizando lima Reciproc® R50 junto con punta ultrasónica R1-Clearsonic®.

Estos hallazgos proporcionan información útil que puede servir como base o complemento para investigaciones futuras en esta área. Se sugiere realizar nuevos estudios para confirmar los resultados obtenidos, esta vez comparando ambos cementos selladores utilizando una misma técnica de obturación del canal radicular.

**Relevancia clínica:** Estos resultados aportan información importante en cuanto a la limpieza y desinfección requeridas en el retratamiento endodóntico, lo cual mejora la eliminación de residuos de ambos cementos selladores.

**Institución donde se realizó la Investigación:** Universidad Andrés Bello. Calle Echaurren 237. Santiago Centro. Región Metropolitana. Chile. Teléfono-Fax: +56(2) 2661 5885.

**Financiamiento:** Esta investigación fue apoyada financieramente por la Facultad de Odontología y el Departamento de Endodoncia de la Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

**Contribuciones de los autores:** Todos los autores participaron de la idea de investigación, el diseño de la investigación, redacción de la introducción, material y métodos, los resultados, discusión y la redacción del borrador y de la aprobación final del borrador. Adicionalmente, los autores CJH y BVC recogieron y procesaron las muestras. VD-N realizó el análisis estadístico.

## REFERENCIAS

1. Marchi V, Scheire J, Simon S. Retreatment of Root Canals Filled with BioRoot RCS: An In Vitro Experimental Study. *J Endod.*2020;46(6):858-862. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.03.018>
2. Borges AH, Guedes OA, Pereira TM, Guapo-Pavarina R, da Rosa WLO, Piva E. Evaluation of Selective Physicochemical and Biological Properties of Different Root Canal Sealers. *IEJ Iranian Endodontic Journal.* 2019;14(2):126-132. <https://orcid.org/10.22037/iej.v14i2.21666>
3. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod.* 2013 Oct;39(10):1281-1286. <https://orcid.org/10.1016/j.joen.2013.06.012>
4. Vertuan GC, Duarte MAH, Moraes IG de, Piazza B, Vasconcelos B de C, Alcalde MP, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Root Canal Sealer. *J Endod.* 2018 Mar 1;44(3):501-505. <https://orcid.org/10.1016/j.joen.2017.09.017>
5. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. *J Endod.* 2007 May;33(5):509-516. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.12.004>
6. Galiana MB, Gualdoni GM, Lugo de Langhe C, Montiel NB, Pelaez A. Revisión de desobturación de gutapercha con limas manuales, Xilol y Reciproc. *Odontoestomatología.* 2018 dic 1;20(32):12-23. <https://doi.org/10.22592/ode2018n32a3>
7. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR. Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Braz Oral Res.* 2019;33:1-12. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0011>

8. Zhekov KI, Stefanova VP. Retreatability of Bioceramic Endodontic Sealers: A Review. *Folia Medica. Medical University of Plovdiv*; 2020; vol62(2):258-264. <https://doi.org/10.3897/folmed.62.e47690>
9. Crozeta B, Lopes F, Menezes R, Silva-Sousa Y, Moretti L, Sousa-Neto M. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. *Clin oral Invest* 2021; 25 :891-899. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03376-4>
10. Crozeta BM, Lopes FC, Menezes R, Silva-Sousa YTC, Moretti LF, Sousa-Neto MD. Retreatability of BC Sealer and Ah Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. *Clin Oral Investig*. 2021; 25(3):891-899.
11. Rossi-Fedele G, Ahmed HM. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro-computed tomography: A systematic review. *J Endod*. 2017 Apr;43(4):520-526. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.12.008>
12. Özyürek T, Demiryürek EÖ. Efficacy of different nickel-titanium instruments in removing gutta-percha during root canal retreatment. *J Endod*. 2016 Apr;42(4):646-649. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.01.007>
13. Zuolo AS, Zuolo ML, Bueno CES, Chu R, Cunha RS. Evaluation of the efficacy of TRU Shape and Reciproc file systems in the removal of filling material: An ex vivo micro-computed tomographic study. *J Endod*. 2016 Feb; 42(2):315-319. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.11.005>
14. Da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MAH, Só MVR. Micro-CT evaluation of root filling removal after three stages of retreatment procedure. *Braz Dent J*. 2015 Nov-Dec;26(6):612-618. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300061>
15. Alakabani TF, Faus-Llácer V, Faus-Matoses V. Evaluation of the time required to perform three retreatment techniques with dental microscope and ultrasonic activation for removing filling material from the oval root canal. *J Clin Exp Dent*. 2018 Aug 1;10(8):e810-814. <https://doi.org/10.4317/jced.55100>
16. Siqueira Junior JF, Rôças I das N, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res*. 2018;32:1-19. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065>

17. Silva EJNL, de Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM, Crozeta BM, Lopes RT. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. *Aust Endod J*. 2021;47(3):467-473. <https://doi.org/10.1111/aej.12505>
18. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Andrade DEFB, Vivian RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res* 2018;32:e88 <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0088>
19. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin JC, Pujol S, et al. 3D Slicer as an image computing platform for Quantitative Imaging Network. *Magn Reson Imaging* 2012;30:1323-1341 <https://doi.org/10.1016/j.mri.2012.05.001>
20. Camilleri J, Atmeh A, Li X, Meschi N. Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. Vol. 55, *Int Endod J*. 2022;55 (suppl. 3): 710-777. <https://doi.org/10.1111/iej.13709>
21. Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod*. 2016 Oct 1;42(10):1529-35. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.002>
22. Volponi A, Pelegrine RA, Kato AS, Stringheta CP, Lopes RT, Silva AS de S, et al. Micro-computed Tomographic Assessment of Supplementary Cleaning Techniques for Removing Bioceramic Sealer and Gutta-percha in Oval Canals. *J Endod*. 2020 Dec 1;46(12):1901-1906. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.09.010>
23. Yang R, Tian J, Huang X, Lei S, Cai Y, Xu Z, et al. A comparative study of dentinal tubule penetration and the retreatability of EndoSequence BC Sealer HiFlow, iRoot SP, and AH Plus with different obturation techniques. *Clin Oral Invest*, 2021;25:4163-4173. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03747-x>
24. Cañadas PS, Berástegui E, Gatón-Hernández P, Silva LA, Leite GA, Silva RS. Physicochemical properties and interfacial adaptation of root canal sealers. *Braz Dent J*. 2014 Sep 1;25(5):435-441. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300037>
25. Candeiro GTM, Lavor AB, Lima IT F, Vasconcelos BC, Gomes NV, Iglecias EF, et al. Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals. *Braz Oral Res*. 2019;33:e049. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0049>