

# Estudio con Microtomografía de Conductos Tratados con Sistemas Reciprocantes y Obturados con Cementos Biocerámicos

Microtomography Study of Root Canals Treated with Reciprocating Systems and Filled with Bioceramic Cements

Recibido 01/08/2020

Aceptado 01/11/2020

Cabirta ML, Sierra LG, Migueles AM, D'Elia NS, Raffaelli C, Rodríguez PA

**Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Endodoncia**  
**Buenos Aires, Argentina**

## RESUMEN

Objetivo: Comparar la presencia de poros en los tres tercios del conducto radicular luego de la obturación con cementos biocerámicos. Se trataron endodónticamente 20 premolares inferiores unirradiculares, de anatomía oval. Los mismos fueron divididos en dos grupos y se obturaron con dos cementos biocerámicos diferentes. Todas las muestras fueron analizadas con microtomografía de rayos X para comparar la presencia de poros en los tres tercios radiculares, clasificando los mismos en internos, externos y combinados. En las 20 piezas dentarias obturadas y analizadas se encontraron poros. La cantidad de poros detectados no presentó diferencias significativas mediante análisis estadísticos cuantitativos ni cualitativos. Los poros se presentaron más frecuentemente en el tercio cervical, independientemente del cemento sellador. Ambos grupos presentan una buena adaptación a nivel apical, siendo esto imprescindible para la longevidad y éxito del tratamiento endodóntico.

**Palabras clave:** microtomografía, cemento biocerámico, sistema reciprocante, poros, obturación.

## ABSTRACT

Aim: Compare the presence of gaps along the three thirds of the root canal, after filling with bioceramic sealers. 20 single-rooted mandibular premolars with oval canal anatomy were endodontically treated. They were divided into two groups and filled with two different bioceramic cements. The samples were analyzed with x-ray microcomputed tomography to compare the presence of gaps between the cervical, middle, and apical third classifying them as internal, external, or combined. Gaps were found in 100% of the samples. The number of gaps found did not show significant qualitative neither quantitative differences between the three thirds. The gaps appeared more frequently in the cervical third, regardless the root canal sealer used. Both groups showed a proper adjustment of the root canal filling at the apical third, being this essential for longevity and success of the root canal treatment.

**Keywords:** microcomputed tomography, bioceramic sealer, root canal filling, reciprocating system, gaps;

## INTRODUCCIÓN

Los materiales dentales han evolucionado gracias al avance tecnológico, permitiendo desarrollar mejores propiedades físicas, químicas y biológicas. El material de obturación endodóntico ideal, según los principios de Grossman (1958), debe introducirse fácilmente al conducto radicular permitiendo un sellado del conducto tanto lateral como apical sin contraerse una vez fraguado. Debe ser resistente a la humedad, bactericida o bacteriostático. Debe presentar radiopacidad y no pigmentar la pieza dentaria, ni irritar tejidos periapicales. Siendo además fácilmente removible del conducto si fuera necesario. También es deseable que el material seleccionado sea osteoinductor y que proporcione un buen sellado, evitando filtraciones y conservando propiedades mecánicas. Otros autores como Hench, 2006; Malhotra et al., 2014; Koch et al., 2013; Best et al., 2008) definen a los materiales de obturación como sustancias inertes o antisépticas que, colocadas en el conducto radicular, llenan de manera tridimensional el conducto conformado.

Los biocerámicos son materiales especialmente diseñados para el uso clínico, que incluyen alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles. Poseen propiedades osteoconductoras, bioactivas y ausencia de toxicidad, siendo químicamente estables y biocompatibles. Los cementos biocerámicos (BC) son biocompatibles porque no producen respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales cuando entran en contacto con ellos. Son estables en ambientes biológicos y no sufren contracción de fraguado. Otra cualidad importante es la capacidad de producir hidroxiapatita durante el proceso de fraguado. Generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación. Presentan además un pH alcalino de 12,8 durante las primeras 24 horas de fraguado, elevando la actividad antibacteriana. Existen tres categorías de biocerámicos, los bioinertes que son capaces de rellenar tejidos y ser tolerados por el organismo, los bioactivos que también son tolerados por el organismo con capacidades de osteoconducción y los biodegradables que tienen la capacidad de ser degradados en ambiente biológico y reemplazado por hueso (Koch y Brave, 2012a; 2012b).

La Microtomografía es una herramienta tecnológica importante en investigación, siendo de las más precisas para el estudio del conducto radicular. Utiliza una fuente de rayos X microfocal y detectores de alta resolución, permitiendo la rotación de la muestra y generando proyecciones en múltiples direcciones que producen imágenes en 2D que luego son reconstruidas por softwares específicos para obtener imágenes tridimensionales. Una de las principales aplicaciones

en el campo de la endodoncia consiste en la visualización de la obturación del conducto radicular (Versiani et al., 2012; 2013; Peters et al., 2000).

Nuestro objetivo fue comparar la presencia de poros en los tres tercios del conducto radicular luego de la obturación con cementos biocerámicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para seleccionar las piezas dentarias se tomaron radiografías periapicales (equipo DSJ modelo MCX) estandarizadas con películas radiográficas Kodak (Ultra Speed®, DF 58), utilizando la técnica del paralelismo con el objetivo de lograr una proyección con la mínima distorsión. Todas las piezas se ubicaron de frente y perfil y a una distancia estandarizada. La potencia utilizada correspondió a 70Kv y 8 mA. Las placas radiográficas fueron reveladas de manera manual por un mismo operador.

Se utilizaron 20 premolares inferiores íntegros, uniradiculares, con ápice desarrollado, de anatomía oval, sin calcificaciones, sin reabsorciones dentinarias, y con grado de curvatura leve, según el método de Schneider (Fuentes et al., 2015). Los mismos fueron obtenidos del banco de piezas dentarias de la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires (FOUBA).

Para la limpieza de las piezas dentarias se utilizó ultrasonido, eliminando el cálculo y los tejidos blandos de la superficie radicular. Se descontaminaron en una solución de hipoclorito de sodio al 10%, durante 10 minutos, seguidamente fueron autoclavadas por 30 minutos a 2 atmósferas de presión y 121°C. Por último, se las sumergió en una solución de alcohol al 70% con glicerina para conservarlas y evitar la deshidratación.

Para realizar el acceso a los conductos radiculares se utilizaron piedras y fresas redondas, estableciendo un acceso coronal y radicular en línea recta. Se procedió con una lima calibre 10 para verificar la permeabilidad. Seguidamente, todas las piezas dentarias fueron instrumentadas con el sistema WaveOne® Gold (Dentsply-Maillefer). En todos los casos se realizó el proceso de conformación con la lima Primary (025/07 roja), ya que dicha lima era la que se adaptaba al calibre del conducto de las piezas dentarias seleccionadas. Se conformó siguiendo las indicaciones del fabricante hasta la longitud de trabajo establecida, utilizando un localizador electrónico de ápices con un protocolo específico de trabajo para el mismo.

Las piezas dentarias fueron divididas en dos grupos. El grupo 1 (G1: n=10) fue obturado con TotalFill BC Sealer de FKG y el grupo 2 (G2: n=10) fue obturado con MTA-FILLAPEX siguiendo las instrucciones de cada fabricante. Ambos grupos se obturaron con los conos de gutapercha correspondientes a la lima Primary del sistema rotatorio Wave One Gold. Luego de la obturación, las muestras fueron almacenadas a 37°C bajo

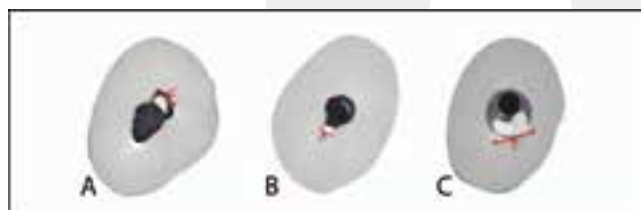
una atmósfera de presión, al 100% de humedad, el G1 durante 4 horas y el G2 durante 30 minutos para permitir que el sellador fragüe completamente (Castagnola et al., 2018, Boschetti et al., 2017).

**ADQUISICIÓN DE IMÁGENES CON MICROTOMOGRAFÍA DE RAYOS X**

Se tomaron imágenes de ambos grupos desde el ápice anatómico hasta al límite amelo-cementario con un Microtomógrafo SkyScan 1172 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) FOUBA. Las muestras se posicionaron siguiendo su eje axial, en un soporte especialmente diseñado. Los parámetros de adquisición fueron establecidos en: 90 kV, 111 µA, paso de rotación: 0.4, 180°, filtro de Cu + Al de 0,5 mm y una resolución de 17.6 µm, obteniendo imágenes en formato TIFF. Las imágenes fueron procesadas mediante el programa NRecon, versión 1.7.3.1. (Compensación de artefactos de imagen: 9, Smoothing: 0) obteniendo reconstrucciones en formato JPG que fueron analizadas con el programa CTan, versión 1.17.7. Las reconstrucciones bidimensionales fueron divididas digitalmente en 3 cortes (Figura 1) perpendiculares al eje mayor de la pieza dentaria. Corte superior: límite amelo-cementario (LAM); Corte inferior: longitud de trabajo (LT) en el ápice anatómico; y un Corte medio (MEDIO), que equivale a una distancia media promedio entre los dos puntos antes mencionados. (Boschetti et al., 2017).



**FIGURA 1.** LAM Límite amelo-cementario, MEDIO, y LT, correspondiente a la longitud de trabajo establecida

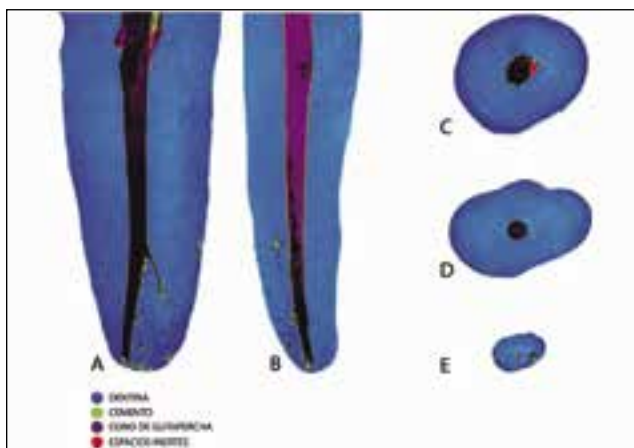


**FIGURA 2.** Los espacios se clasifican en (A) internos, (B) externos y (C) combinados. (Imágenes de autor)

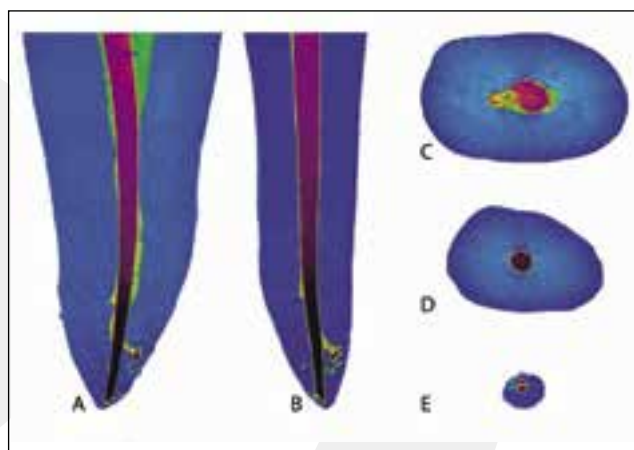
**ANÁLISIS DE LA OBTURACIÓN**

Fueron evaluados los poros presentes en la obturación endodóntica. Para ello se definió la presencia de los mismos en: LAM, MEDIO Y LT. Pudiendo estar distribuidos de la siguiente manera (Figura 2):

- A. Poros internos: dentro de los materiales de obturación;
- B. Poros externos: a lo largo de las paredes del canal;
- C. Poros combinados: dentro de los materiales de obturación y a lo largo de las paredes del canal comunicándose con las paredes externas. (Castagnola et al., 2018) (Figuras 3 y 4).



**FIGURA 3.** Imagen representativa de G1. Se observa: (A) corte coronal; (B) corte sagital. Cortes transaxiales: (C) cervical, (D) medio y (E) LT



**FIGURA 4.** Imagen representativa de G2. Se observa: (A) corte coronal, (B) corte sagital. Cortes transaxiales: (C) cervical, (D) medio y (E) LT

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la comparación de variables numéricas entre más de dos factores se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (KW), mientras que para comparar variables numéricas entre dos factores se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon (RSW). Se utilizó un nivel de significación del 95% en ambos casos.

Para la comparación de frecuencias entre grupos se realizó la prueba Pearson's Chi-squared con los p-valores simulados (2000 replicados) por la prueba de Monte Carlo. Se utilizó un nivel de significación del 95%.

Posteriormente se calcularon los residuos de Pearson. Estos residuos miden el alejamiento de cada una de las frecuencias de grupo al valor teórico de frecuencia homogénea (misma frecuencia en todos los grupos, si son dos grupos es 50% en cada uno). Las

unidades de estos residuos están en desvíos estándar, con cual valores de residuos mayores a 2 (frecuencia diferencialmente elevada=FDE) o menores a -2 (frecuencia diferencialmente baja=FDB) representan un alejamiento de la homogeneidad de frecuencias con un nivel de significación del 95%.

## RESULTADOS

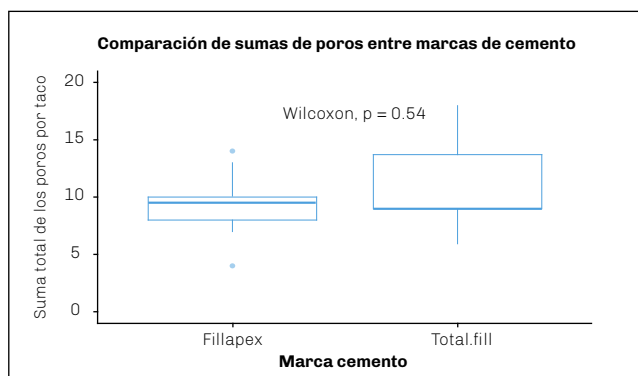
En las tablas 1 y 2 se presenta el análisis estadístico de las mediciones y de las cantidades de poros detectados en las piezas dentarias analizadas. Ambas tablas registran los valores de frecuencia de aparición, media, desvío estándar (SD), mínimo (min) y máximo (max) en las distintas ubicaciones y espacios. La variable frecuencia se generó mediante la transformación dicotómica de la variable cantidad de poros; de modo que si esta última era 0 la variable frecuencia

		Fillapex							Total.fill				
		Frecuencia	Media	SD	Min	Máx			Frecuencia	Media	SD	Min	Máx
Apical	Internos	2	0,2	0,42	0	1	Apical	Internos	4	0,6	0,97	0	3
	Externos	8	1,2	0,92	0	3		Externos	8	1,5	1,18	0	3
	Mixtos	2	0,2	0,42	0	1		Mixtos	4	0,5	0,71	0	2
	Total	12	0,53	0,78	0	3		Total	16	0,87	1,04	0	3
Medio	Internos	4	0,4	0,52	0	1	Medio	Internos	1	0,1	0,32	0	1
	Externos	6	1,1	0,99	0	2		Externos	10	2	0,82	1	3
	Mixtos	1	0,2	0,63	0	2		Mixtos	2	0,2	0,42	0	1
	Total	11	0,57	0,82	0	2		Total	13	0,76	1,04	0	3
Cervical	Internos	10	2,1	1,1	1	4	Cervical	Internos	8	2,3	2,95	0	10
	Externos	10	2,2	0,92	1	4		Externos	10	2,1	0,74	1	3
	Mixtos	7	1,7	1,42	0	4		Mixtos	9	1,6	1,35	0	5
	Total	27	2	1,14	0	4		Total	27	2	1,87	0	10

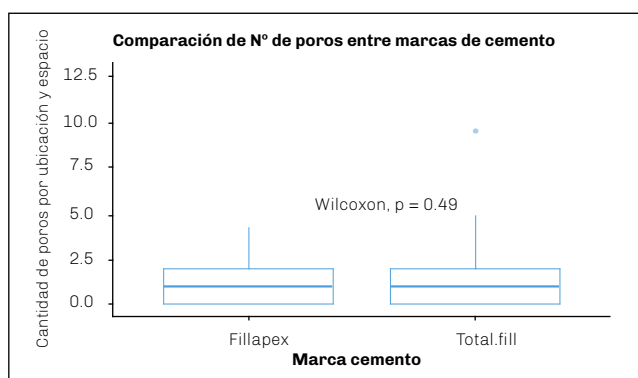
**TABLA 1.** Resultado de las mediciones en función de las ubicaciones

		Fillapex							Total.fill				
		Frecuencia	Media	SD	Min	Máx			Frecuencia	Media	SD	Min	Máx
Externo	Apical	8	1,2	0,92	0	3	Externo	Apical	8	1,5	1,18	0	3
	Medio	6	1,1	0,99	0	2		Medio	10	2	0,82	1	3
	Cervical	10	2,2	0,92	1	4		Cervical	10	2,1	0,74	1	3
	Total	24	1,5	1,04	0	4		Total	28	1,87	0,94	0	3
Interno	Apical	2	0,2	0,42	0	1	Interno	Apical	4	0,6	0,97	0	3
	Medio	4	0,4	0,52	0	1		Medio	1	0,1	0,31	0	1
	Cervical	10	2,1	1,1	1	4		Cervical	8	2,3	2,95	0	10
	Total	16	0,9	1,12	0	4		Total	13	1	1,98	0	10
Mixto	Apical	2	0,2	0,42	0	1	Mixto	Apical	4	0,5	0,71	0	2
	Medio	1	0,2	0,63	0	2		Medio	2	0,2	0,42	0	1
	Cervical	7	1,7	1,42	0	4		Cervical	9	1,6	1,35	0	5
	Total	10	0,7	1,15	0	4		Total	15	0,77	1,07	0	5

**TABLA 2.** Resultado de las mediciones en función de los Espacios



**FIGURA 5.** Box-plot de las cantidades de poros para los distintos cementos

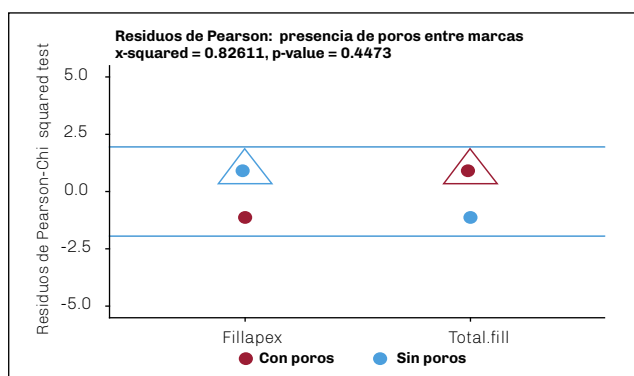


**FIGURA 6.** Box-plot de las cantidades de poros para los distintos cementos

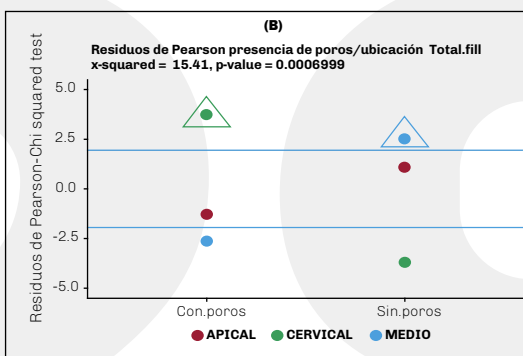
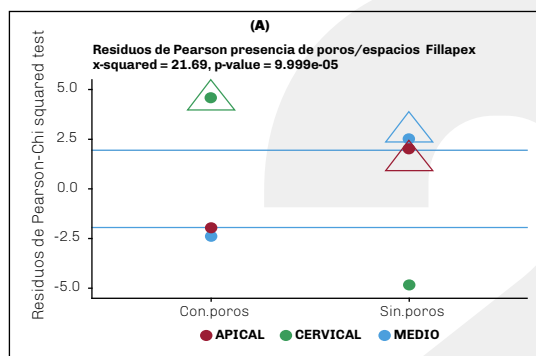
también era cero y si era mayor que 0, la variable frecuencia se transforma en 1. Posteriormente se suma esa variable de frecuencia para cada posición/ubicación generando así el valor que aparece en las tablas. Luego de la evaluación en los distintos tercios se encontró que en ninguna de las 20 piezas dentarias analizadas hay ausencia total de poros, es decir, la suma de la cantidad de poros en todos los cortes y ubicaciones analizados nunca fue 0 (Figura 5).

A su vez, la cantidad de poros detectados en los dientes obturados con los distintos cementos no presentaron diferencias significativas mediante análisis cuantitativos (Figura 6) ni cualitativos (Figura 7). El análisis cualitativo mostró que G2 presenta una frecuencia mayor de resultados: Sin.poros; mientras que G1 presenta una frecuencia mayor de resultados: Con.poros; ambas frecuencias no fueron significativas (Figura 7).

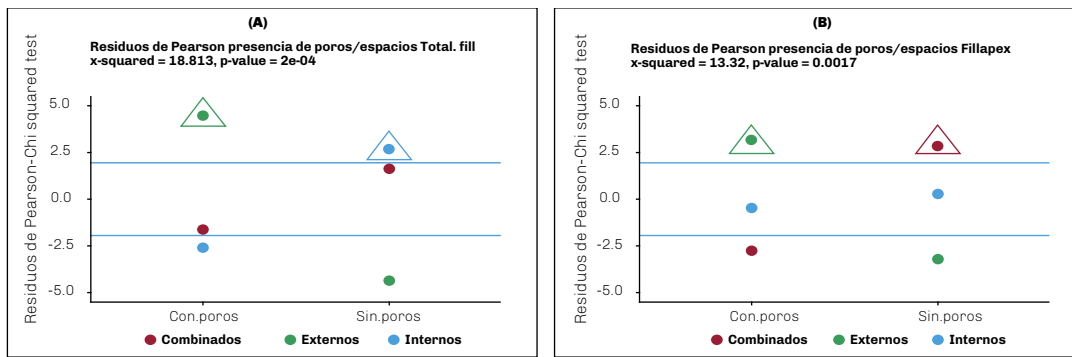
Quando se analizó, la ubicación media encontramos que presentó una asociación significativa con la ausencia de poros en ambos cementos (Figura 8.A y B).



**FIGURA 7.** Dot-plot de los residuos de Pearson para cada cemento



**FIGURA 8.** Dot-plot de los residuos de Pearson (presencia poro/ubicación) para cada cemento



**FIGURA 9.** Dot-plot de los residuos de Pearson (presencia poro/espacio) para cada cemento

También los análisis cualitativos mostraron gran utilidad para definir asociaciones entre ubicaciones/posiciones y la presencia o no de poros. Particularmente se encontraron asociaciones significativas entre la presencia de poros y el espacio externo (Figura 8.A y B). A su vez, la presencia de poros se asoció significativamente con la ubicación en el tercio cervical (Figura 9A y B).

A partir de estos análisis se pudo establecer que el espacio externo y la ubicación cervical son los lugares con mayor frecuencia de poros. Esto permite inferir que el tercio cervical es la zona de mayor presencia de poros, independientemente del tipo de cemento utilizado.

## DISCUSIÓN

Los cementos biocerámicos tanto en su manipulación previa como al ser introducidos en el conducto radicular atrapan oxígeno, hecho que se traduce en la presencia de espacios vacíos en la obturación. Existe un gran conflicto de interés cuando se intenta definir estos espacios. En la bibliografía consultada, son mencionados como: brechas (GAP), espacios inertes, poros. En este estudio se optó por definir a estos espacios como "poros".

La presencia de poros en una obturación endodóntica está estrechamente relacionada con varios factores a tener en cuenta como la técnica de obturación, la presión de espaciado y la anatomía dentaria. Sin olvidarnos de características propias del material tales como el tamaño de partícula y el corrimiento del mismo.

Entre las diferentes técnicas de obturación en frío disponibles para sellar el conducto radicular (dependiendo del material de obturación que se utilice) las que obtienen mejores resultados y menor cantidad de poros son: la técnica de condensación lateral, la compactación vertical y el uso de un cono único. Esto concuerda con los resultados de nuestro estudio, en donde se utilizó un cono único con dos cementos diferentes y los resultados fueron similares en ambos

grupos (Ortiz y Jimeno, 2018; Celikten, 2016).

Existen varios estudios in vitro que evalúan obturación mediante Microtomografía, demostrando que no hay obturación endodóntica que presente un sellado libre de poros en todo el interior del conducto radicular (Keleş et al., 2014, Ortiz y Jimeno, 2018). Otros autores encontraron diferencias significativas en relación a los tercios analizados. Encontrándose mayor cantidad de poros a nivel cervical que a nivel apical independientemente de con qué cemento se haya obturado. (Celikten et al., 2015, Moeller et al., 2013). La morfología del conducto varía mucho en los diferentes grupos de piezas dentarias, no solo en su forma sino también en lo que respecta a su sección transversal. Por lo tanto, esta variación anatómica conduce a predisponer una mayor cantidad de poros en el tercio coronal, en comparación con el tercio medio y apical (Versiani et al, 2013). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este trabajo en donde no hay diferencias significativas entre ambos cementos, pero sí en ambos grupos con relación a los tercios analizados. La obturación presenta poros con ambos materiales e igual técnica de obturación. Teniendo en cuenta los tres tercios en los que se dividieron las piezas dentarias se observó que no hay diferencias significativas entre ambos grupos. La mayor frecuencia se encuentra en el tercio cervical, observándose en el mismo, mayor cantidad de espacios externos, siendo una gran desventaja debido a que, si la cámara pulpar no presenta un correcto sellado coronal, puede producirse una filtración marginal.

Otros autores (Ersahan y Aydin, 2010; Koch y Brave, 2012a; 2012b; Nagas et al., 2012) afirman que los cementos biocerámicos pueden ser usados como materiales de obturación debido al pequeño tamaño de sus partículas (menos de 2  $\mu\text{m}$ ), y al excelente nivel de viscosidad, que es capaz de fluir hacia los túbulos dentinarios. Ante esta opción, diferentes autores (Kakoura y Pantelidou, 2018, Oltra et al., 2017, Agrafioti et al., 2015) sugieren que los nuevos selladores a base de silicato de calcio son fáciles de remover,

cuando la anatomía del conducto radicular es simple. Sin embargo, estos procedimientos pueden requerir mucho tiempo. Las técnicas de retratamiento convencionales no siempre pueden eliminar completamente todo el material de relleno del conducto, infiriendo así la necesidad de planificarse un tratamiento microquirúrgico complementario.

Será motivo de futuros trabajos el estudio tridimensional de estos poros presentes en la obturación endodóntica con cementos biocerámicos.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados, podemos concluir que la localización de los poros es importante debido a que los hemos encontrado a lo largo de toda la obturación independientemente del cemento utilizado. La ubicación externa y en el tercio cervical de la pieza dentaria pueden generar zonas de filtración incipientes que conlleven a reevaluar la pieza y retratarla con el paso del tiempo. Asimismo ambos grupos presentan una buena adaptación a nivel apical, siendo esto imprescindible para la longevidad y éxito del tratamiento endodóntico, ya que a través de este espacio podrían reingresar microorganismos desde el periápice hacia el interior del conducto y reinfectar el mismo.

## REFERENCIAS

- Agrafioti A, Koursoumis AD y Kontakiotis EG. (2015). Re-establishing apical patency after obturation with Gutta-percha and two novel calcium silicate-based sealers. *Eur J Dent*, 9(4), 457–461. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.172625>
- Best SM, Porter AE, Thian ES y Huang J. (2008). Bioceramics: past, present and for the future. *J Eur Ceram Soc*, 28(7), 1319–1327. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2007.12.001>
- Boschetti E, Silva-Sousa YTC, Mazzi-Chaves JF, Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, Saquy PC y Sousa-Neto MD. (2017). Micro-CT evaluation of root and canal morphology of mandibular first premolars with radicular grooves. *Braz Dent J*, 28(5), 597–603. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201601784>
- Castagnola R, Marigo L, Pecci R, Bedini R, Cordaro M, Liborio Coppola E y Lajolo C. (2018). Micro-CT evaluation of two different root canal filling techniques. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 22(15), 4778–4783. [https://doi.org/10.26355/eurrev\\_201808\\_15611](https://doi.org/10.26355/eurrev_201808_15611)
- Celikten B, F Uzuntas C, I Orhan A, Tufenkci P, Misirli M, O Demiralp K y Orhan K. (2015). Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci*, 57(4), 361–366. <https://doi.org/10.2334/josnusd.57.361>
- Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S y Demiralp KÖ. (2016). Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: an in vitro micro-CT study. *Scanning*, 38(2), 133–140. <https://doi.org/10.1002/sca.21249>
- Ersahan S y Aydin C. (2010). Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *J Endod*, 36(12), 2000–2002. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.037>
- Fuentes R, Arias A, Navarro P, Ottone N y Bucchi C. (2015). Morfometría de premolares mandibulares en radiografías panorámicas digitales: análisis de curvaturas radiculares. *Int J Morphol*, 33(2), 476–482. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000200012>
- Grossman LI. (1958). An improved root canal cement. *J Am Dent Assoc*, 56(3), 381–385. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1958.0055>
- Hench LL. (2006). The story of Bioglass. *J Mater Sci Mater Med*, 17(11), 967–978. <https://doi.org/10.1007/s10856-006-0432-z>
- Kakoura F y Pantelidou O. (2018). Retreatability of root canals filled with Gutta percha and a novel bioceramic sealer: A scanning electron microscopy study. *J Conserv Dent*, 21(6), 632–636. [https://doi.org/10.4103/JCD.JCD\\_228\\_18](https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_228_18)
- Keleş A, Alcin H, Kamalak A y Versiani MA. (2014). Oval-shaped canal retreatment with self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig*, 18(4), 1147–1153. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1086-0>
- Koch K, Brave D y Ali Nasseh A. (2013). A review of bioceramic technology in endodontics. *Roots Int Mag Endod*, 9(1), 6–13. <https://www.dental-tribune.com/epaper/roots-c-e/roots-c-e-no-4-2012-0412-%5B06-12%5D.pdf>
- Koch KA y Brave DG. (2012a). Bioceramics, part I: the clinician's viewpoint. *Dent Today*, 31(1), 130–135. <https://www.dentistrytoday.com/endodontics/6713-bioceramics-part-1-the-clinicians-viewpoint>
- Koch KA y Brave DG. (2012b). Bioceramics, part 2: The clinician's viewpoint. *Dent Today*, 31(2), 118–125. <https://www.dentistrytoday.com/endodontics/6803-bioceramics-part-2-the-clinicians-viewpoint>

Malhotra S, N Hegde M y Shetty C. (2014). Bioceramic technology in endodontics. *J Adv Med Med Res*, 4(12), 2446–2454. <https://doi.org/10.9734/BJMRR/2014/7143>

Moeller L, Wenzel A, Wegge-Larsen AM, Ding M y Kirkevang LL. (2013). Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontol Scand*, 71(3-4), 689–696. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.715192>

Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LV y Durmaz V. (2012). Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod*, 38(2), 240–244. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.027>

Oltra E, Cox TC, LaCourse MR, Johnson JD y Paranjpe A. (2017). Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. *Restor Dent Endod*, 42(1), 19–26. <https://doi.org/10.5395/rde.2017.42.1.19>

Ortiz FG y Jimeno EB. (2018). Analysis of the porosity of endodontic sealers through micro-computed tomography: a systematic review. *J Conserv Dent*, 21(3), 238–242. [https://doi.org/10.4103/JCD.JCD\\_346\\_17](https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_346_17)

Peters OA, Laib A, Rügsegger P y Barbakow F. (2000). Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res*, 79(6), 1405–1409. <https://doi.org/10.1177/00220345000790060901>

Versiani MA, Pécora JD y de Sousa-Neto MD. (2012). Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. *J Endod*, 38(7), 977–982. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.03.026>

Versiani MA, Pécora JD y de Sousa-Neto MD. (2013). Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. *Int Endod J*, 46(9), 800–807. <https://doi.org/10.1111/iej.12061>

## AGRADECIMIENTOS

A la Od. Eugenia Miklaszewski, Cátedra de Endodoncia de FOUBA. Servicio de Microtomografía, Cátedra de Diagnóstico por Imágenes de FOUBA. Al Sr. Ariel Roldán (FADU).

## Dirección para correspondencia

Cátedra de Endodoncia  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T. de Alvear 2142, Piso 4to A  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
[endodoncia@odontologia.uba.ar](mailto:endodoncia@odontologia.uba.ar)  
[lorena.cabirta@odontologia.uba.ar](mailto:lorena.cabirta@odontologia.uba.ar)