

# Estudio Microtomográfico de la Porosidad en la Cementación de Postes de Fibra

## Microtomographic Study of the Porosity in the Cementation of Fiber Posts

Recibido 03/04/2022

Aceptado 01/07/2022

Trigo Humaran MM<sup>1</sup>, García Cuerva M<sup>1</sup>, Cabirta ML<sup>2</sup>, Lenarduzzi A<sup>2</sup>, Gualtieri A<sup>3</sup>, González Zanotto C<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Odontología Restauradora  
Buenos Aires, Argentina**

<sup>2</sup> **Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Endodoncia  
Buenos Aires, Argentina**

<sup>3</sup> **Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Biofísica y Bioestadística  
Buenos Aires, Argentina**

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar con microtomografía los poros existentes entre el cemento de resina, poste de fibra y paredes del conducto en los distintos tercios radiculares en premolares inferiores. Se utilizaron 15 premolares inferiores unirradiculares humanos recientemente extraídos. Se realizó el tratamiento endodóntico, y se obturó con conos de gutapercha y cemento endodóntico a base de resina. Una vez desobturados se procedió a la cementación de los postes. Cada muestra se posicionó en un accesorio personalizado y se escaneó utilizando un Microtomógrafo. Con el software CTAn v.1.12 (Bruker-microCT) se analizaron las microtomografías para obtener el volumen de interés (VOI) que permitió calcular el área de superficie (mm<sup>2</sup>) y volumen de cada poro (mm<sup>3</sup>) entre la dentina y el poste a nivel coronal, medio y apical. Los datos fueron analizados mediante las pruebas estadísticas de Friedman o ANOVA de medidas repetidas. El volumen de los poros entre los tres tercios radiculares mediante la prueba de Friedman, encontró una diferencia global significativa ( $F = 30,00$ ;  $p < 0,05$ ). El tercio en donde los poros presentaron un mayor volumen (mm<sup>3</sup>) fue el tercio coronal (mediana: 0,29250), seguido por los tercios medio (mediana: 0,03200), y apical (mediana: 0,00140). La comparación de la superficie de los poros entre los 3 tercios brindó un resultado análogo al de la comparación del volumen. La mayor superficie (mm<sup>2</sup>) correspondió al tercio coronal (media  $\pm$  DE = 1,66377  $\pm$  0,27175), seguido por los tercios medio (media  $\pm$  DE = 1,16210  $\pm$  0,20343) y apical (media  $\pm$  DE = 0,41074  $\pm$  0,12641). La microtomografía permitió realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los poros en toda la muestra, sin deterioro de la misma. Se puede concluir que el tercio coronal presenta más poros que el tercio apical con la técnica de cementación utilizada. En cuanto a la superficie y volumen de los poros, los resultados encontrados son similares a los reportados por diversos autores.

**Palabras claves:** microtomografía, porosidad, postes de fibra, cemento de resina.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate with microtomography the existing pores between the resin cement, fiber post and canal walls in the different in thirds of the canal, in single-root lower premolars. Fifteen recently extracted human single root lower premolars were used, endodontically treated, and filled with gutta-percha cones and resin-based endodontic cement. Once unfilled, the posts were cemented. Each sample was positioned on a custom fixture and scanned using a Microtomograph. Each sample was evaluated using CTAn v.1.12 software (Bruker-microCT) to obtain the surface area (mm<sup>2</sup>), volume of interest (mm<sup>3</sup>) of each pore between dentin and post at the coronal, middle and apical levels. Data were analyzed using Friedman's tests or repeated measures ANOVA. The volume of the pores between the three root thirds using the Friedman test, a significant global difference was found ( $F = 30.00$ ;  $p < 0.05$ ). The third in which the pores presented a greater volume (mm<sup>3</sup>) was the coronal third (means: 0.29250), followed by the middle (means: 0.03200) and apical (means: 0.00140) thirds. The comparison of the pore surface between the 3 thirds gave an analogous result to that of the volume comparison. The largest surface area (mm<sup>2</sup>) corresponded to the coronal third (mean  $\pm$  SD 1.66377  $\pm$  0.27175), followed by the middle (mean  $\pm$  1.16210  $\pm$  0.20343) and apical (mean  $\pm$  0.41074  $\pm$  0.12641) thirds.

Microtomography allowed a quantitative and qualitative analysis of the pores in the entire sample without deterioration. It can be concluded that the coronal third has more pores than the apical third with the cementation technique used. Regarding the surface and volume of the pores, the results found are similar to those reported by various authors.

**Keywords:** microtomography, porosity, fiber post; resin cement.

## INTRODUCCIÓN

La Microtomografía (MicroCT) es un método que utiliza una fuente de rayos X microfocal, y detectores de alta resolución. El mecanismo de funcionamiento permite la rotación de la muestra y genera proyecciones en múltiples direcciones que producen imágenes en 2D, que luego son reconstruidas por software específicos para obtener imágenes tridimensionales (3D) (Peters et al., 2000; Versiani et al., 2012; Rengo et al., 2014). Es el mismo principio utilizado en medicina con la tomografía computarizada (TC), pero a una escala más pequeña y con una resolución más alta, con lo cual se llega a representar a escala micrométrica en 3D (Swain y Xue, 2009).

Los fundamentos de la MicroCT se basan en la interacción entre la radiación y la materia (regida por la Ley de Beer-Lambert), es decir, la radiación emitida es absorbida por la muestra, y la información de radiación remanente es capturada por un sistema de detección en forma de imagen. De esta manera se puede describir una rebanada de materia dentro de un sólido, basándonos en las distintas imágenes que han sido recolectadas en varios ángulos. En el proceso de reconstrucción tomográfico, el principal objetivo es reconstruir un objeto que es considerado en una distribución en 2D con algún tipo de función logarítmica  $\mu(x,y)$ , la cual representa el coeficiente de atenuación del objeto en cuestión. La reconstrucción del objeto se obtiene mediante la resolución de un algoritmo, implementado en varios paquetes de un software. Este proceso de reconstrucción permite obtener fácilmente una representación volumétrica del objeto, lo cual permite estudiar y evaluar distintos parámetros del mismo (por ejemplo: dispersión de partículas, detección de defectos, perfiles de densidad, etc.). Por lo tanto, la MicroCT es una técnica de imágenes por rayos X que permite escanear, analizar y realizar muestras en 3D (Swain y Xue, 2009). Este tipo de estudio, es una técnica no destructiva cuyo principio fundamental es la reconstrucción virtual de secciones de un objeto a partir de imágenes tomográficas que han sido adquiridas luego de que el objeto gire sobre su eje 360 grados. El Servicio de Microtomografía de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires (FOUBA) cuenta con un equipo de última generación, Bruker Skyscan 1272, el cual posee un amplio rango de aplicaciones, todas ellas relacionadas con la investigación en Ciencias Biomédicas. Puede alcanzar resoluciones tan pequeñas (2 micrones aproximadamente) que permiten estudiar estructuras internas a nivel microscópico. Los campos de aplicación de la MicroCT son muy diversos: abarca desde la biomedicina, odontología, electrónica, ciencia de los materiales, geología, industria de los alimentos, biología, paleontología, y también áreas de investigación básica y de desarrollos tecnológicos e industriales (Zogheib et al., 2013). En odontología, es un gold standard debido a su precisión, siendo ampliamente utilizado en investigaciones odontológicas principalmente en el campo de la endodoncia (Swain y Xue, 2009; Zogheib et al., 2013; Li et al., 2012; Nielsen et al., 1995; Spagnuolo et al., 2012; Verma y Love, 2010). Permite el análisis de factores tales como morfología y anatomía del conducto radicular, fuga marginal en la interfaz restauración - pieza dentaria, desgaste de pared dentinaria pre y post instrumentación y análisis minucioso de la obturación endodóntica (Yikilgan et al., 2019; Ünsal Şahin y Topuz, 2014; Uzun et al., 2015; Eden et al., 2008; Nomoto y McCabe, 2001). Este método también se puede utilizar para medir el volumen de burbujas o poros, y espacios existentes en una pieza dentaria con

un conducto radicular obturado, sin alterar la integridad de la muestra. Numerosos autores han investigado estos espacios vacíos (poros - gap - burbujas) con MicroCT, específicamente en conductos radiculares luego del cementado de postes de fibra (Rengo et al., 2014; Eden et al., 2008; Hammad et al., 2009; Zogheib et al., 2013; Wolf, 2014; Uzun et al., 2016).

Los postes de fibra son ampliamente utilizados para la reconstrucción postendodóntica. Tienen varias ventajas, como un módulo de elasticidad similar a la dentina, buenas propiedades estéticas y efectos no corrosivos (Asmussen et al., 1999; Schwartz y Robbins, 2004; Cecchin et al. 2011; García Cuerva et al., 2021; Maccari et al., 2003; Barcellos et al., 2013). El espacio de los postes generalmente se prepara con fresas específicas. La instrumentación incompleta de la pared del canal y los desechos residuales también pueden ocurrir durante la preparación del lecho del poste y afectarían en mayor o menor medida la longevidad del mismo (Coniglio et al., 2011; Malferrari et al., 2003).

Uno de los fracasos clínicos más comunes en las restauraciones postendodónticas es la pérdida de retención del poste (Hatzikyriakos et al., 1992; Wang et al., 2008; Giovannetti et al., 2012; Gomes et al., 2011). La misma fue correlacionada con el grosor de la capa de cemento (Coniglio et al., 2011). Debido a que los conductos radiculares pueden tener diferentes formas, las discrepancias entre la forma del poste y la del conducto pueden dar como resultado diferentes espesores de capa de cemento (Cheleux et al., 2008; Paqué et al., 2010). Varios estudios *in vitro* han evaluado el efecto de diferentes espesores de cemento sobre la resistencia adhesiva de los postes de fibra, pero no se ha llegado a un consenso sobre el espesor óptimo del cemento de resina utilizado (D'Arcangelo et al., 2007; Coniglio et al., 2011).

Durante la cementación de anclajes intrarradiculares se debe prestar especial atención a la aplicación de adhesivos en los conductos radiculares, ya que este procedimiento es muy sensible y de gran precisión por parte del operador interviniente (García Cuerva et al., 2014). El uso de cementos de resina simplifica el procedimiento y mejora la resistencia de retención (Yoshida et al., 2004; García Cuerva et al., 2021). Durante la aplicación de los sistemas adhesivos, pueden ocurrir condiciones desfavorables, como vacíos y brechas dentro de la interfaz del cemento (Grandini et al., 2005; Cagidiaco et al., 2008; Naumann et al., 2008). En su mayor parte, se generan por atrapamiento de aire mecánico durante la manipulación del material (Lundström et al., 1994). Los espacios dentro de la capa de cemento pueden contribuir a la desunión, no sólo disminuyendo el área de unión por contacto entre el cemento y la dentina, sino también disminuyendo la resistencia del cemento y formando sitios de inicio de grietas, que afectan a futuro las propiedades mecá-

nicas de la resina y la longevidad de las restauraciones (Drummond, 2008). En su trabajo, Grandini et al., (2005), informaron que existe una intensa formación de espacios dentro de la capa gruesa de cemento, especialmente en el nivel coronal del poste de fibra, aumentando así la tendencia al desprendimiento. Por el contrario, la formación de espacios vacíos es menos probable en una capa delgada y uniforme de cemento (Nazari et al., 2013).

Para evaluar la existencia de los poros, pueden utilizarse los métodos convencionales que son destructivos y bidimensionales. Ellos son: el microscopio electrónico de barrido, los rayos X, la porosimetría de intrusión de mercurio a alta presión (Milutinović-Nikolić et al., 2007) y el análisis volumétrico estereológico (Geirsson et al., 2004). Estas técnicas utilizan muestras seccionadas para caracterizar la estructura y la matriz polimérica, pero la muestra resulta dañada permanente a pequeña escala, por eso son frecuentemente llamadas técnicas destructivas (Nazari et al., 2013). Estos métodos no pueden definir con precisión la formación de poros a escala volumétrica (Milutinović-Nikolić et al., 2007; del Valle et al., 2007; Serafino et al., 2004). En cambio, la MicroCT es una herramienta no destructiva, rápida y potente para evaluar la matriz de resina. Este método permite el examen de la estructura interna-externa y la detección de poros (del Valle et al., 2007; Jung et al., 2005; Keleş et al., 2014a; 2014b; 2014c; Ikram et al., 2009; Sousa-Neto et al., 2018, Leoni et al., 2014, Yang et al., 2016; Kainose et al., 2015; Uzun et al., 2016).

Diversos autores evaluaron con MicroCT las áreas y volúmenes de poste, cemento y poros, y concluyeron que, independientemente de la forma del anclaje intrarradicular utilizado, el volumen de burbujas y de cemento fue significativamente mayor a nivel coronal (Rengo et al., 2015; Uzun et al., 2015; 2016). Así mismo, al correlacionarlo con la resistencia adhesiva, evidenciaron que la misma fue afectada por la región del conducto radicular, el tipo de poste y el tipo de cemento. Los valores de los volúmenes de poros del tercio coronal fueron significativamente superiores a los del tercio apical (Uzun et al., 2015).

En un trabajo de investigación previo, realizado por este mismo grupo de investigación, se evaluó la resistencia adhesiva de postes de fibra en distintas porciones del conducto radicular (tercio coronal, medio y apical), y se evidenció una menor resistencia adhesiva en el tercio coronal, posiblemente provocado por la existencia de poros, o a una mayor capa de cemento en esa porción (García Cuerva et al., 2021). Esto dio origen a la presente investigación con MicroCT de las distintas porciones del conducto radicular para poder evidenciar y evaluar esos poros, y cuantificarlos tridimensionalmente.

Actualmente, en la República Argentina no han sido reportadas publicaciones que estudien con MicroCT

la presencia de poros o burbujas existentes entre el cemento y el poste de fibra con cuantificación volumétrica en 3D.

El objetivo de este estudio fue evaluar con microtomografía los poros existentes entre el cemento de resina, poste de fibra y paredes del conducto en los distintos tercios radiculares en premolares inferiores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se realizó el mismo protocolo experimental utilizado en un estudio publicado por nuestro grupo de trabajo previo a la fijación del poste (García Cuerva et al., 2014; 2016; 2017; 2021).

Se utilizaron 15 premolares inferiores unirradiculares humanos recientemente extraídos, descontaminados en hipoclorito de sodio al 2% por 5 minutos, y almacenados en cloramina T en solución al 0.5 %, refrigerados a 4°C por un lapso no mayor a 6 meses. Se estandarizó la longitud de las raíces en 16 mm, midiéndolas desde el ápice hacia la porción coronal, y se procedió a hacer un corte con un disco de diamante (KG Sorensen, Brasil) con abundante refrigeración.

Luego se procedió a realizar los tratamientos endodónticos a todas las piezas dentarias con el sistema de rotación alterna y lima única WaveOne Gold (Dentsply-Sirona), los cuales se llevaron a cabo por un mismo operador especialista en endodoncia. Mediante la utilización de gel quelante y una lima K n°10 se exploró el conducto, se realizó el cateterismo y se determinó la longitud de trabajo. Se inició el proceso de conformación con la lima Primary (025/07 roja), aplicando hipoclorito de sodio al 2,5%. Tras haber conformado 2-3 mm del conducto, se retiró y limpió la lima Primary, se irrigó, se recapituló con una lima manual del calibre 10 y se volvió a irrigar. Se continuó de dicha forma hasta lograr un ensanchamiento de los dos tercios coronales del conducto. Luego se avanzó con la lima Primary hasta la longitud de trabajo.

Finalmente, se secaron los conductos radiculares con conos de papel absorbente Primary (Dentsply Sirona), y se obturaron con conos de gutapercha WaveOne Gold Primary y cemento endodóntico a base de resina Adseal (Meta Biomed) (Figura 1.1). El sellado a nivel de la entrada del conducto fue realizado con ionómero vítreo (Vitrebond - 3M, Seefeld, Germany). Las muestras fueron almacenadas por 7 días, a 37°C y 100% de humedad en estufa (Biomerican, modelo s615).

La desobturación y preparación de todas las piezas estuvo a cargo de un mismo operador con la siguiente secuencia: fresas de Gates Glidden número 1 y 2, fresa de Peeso 1, fresa de Gates Glidden 3 y, por último, fresa de Peeso número 2. Se dejaron 4 mm a nivel apical para preservar el sellado de esta zona. Estos pasos fueron realizados utilizando magnificación (Microscopio OPMI PICO- Carl Zeiss Surgical GmbH).

Una vez desobturadas todas las muestras, se proce-

dió a la cementación de los postes Macrolock número 2 (RTD, Saint-Egrève, France). Se seleccionó este tipo de poste por ser cónico, lo cual permite lograr mayor ajuste a nivel cervical. Los mismos son de fibra de vidrio y resina epoxi con 20 mm de longitud, 2 mm de diámetro a nivel coronal y 1.25 mm de diámetro en apical. La preparación del lecho del poste fue realizada con una fresa número 2 del sistema, teniendo la precaución de no mover la fresa en sentido lateral para asegurar una correcta adaptación del poste a la preparación. Se realizó un primer lavaje con solución de hipoclorito de sodio al 5%, seguido de un segundo lavaje con agua destilada y posterior secado con conos de papel.

Para el cementado se utilizó cemento de resina Relyx U200 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), siguiendo el protocolo adhesivo que indica el fabricante. El cemento se manipuló de manera uniforme en todo el poste; se colocó en el lecho y fue fotoactivado por 40 segundos para acelerar el proceso de polimerización (Figura 1.2). En todas las muestras se utilizó una única unidad de fotopolimerización (Miniled, Satelec, flujo 1200 mv/cm<sup>2</sup>). Las muestras fueron almacenadas por 7 días en estufa, en idénticas condiciones a las anteriormente descriptas.

### ANÁLISIS MICRO-CT

El proceso consta de varias etapas: adquisición, reconstrucción, visualización 3D, análisis y rendering 3D.

#### 1. Protocolo de adquisición

Cada muestra fue posicionada mediante un accesorio personalizado (Eppendorf), siguiendo el eje axial de la pieza dentaria y fue escaneada utilizando un Microtomógrafo SkyScan 1272 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), en la Cátedra de Diagnóstico por Imágenes FOUBA. Los parámetros de adquisición fueron establecidos en: 90 kV, 111 µA, paso de rotación: 0.5, 180°, filtro de Al 0,5 mm + Cu 0,038 y una resolución de 13.7 µm, obteniendo imágenes en formato TIFF. Dichos parámetros fueron tomados de investigaciones previas de otros autores (Uzun et al., 2015; 2016). Cada muestra llevó un tiempo de escaneo total de 44 min.

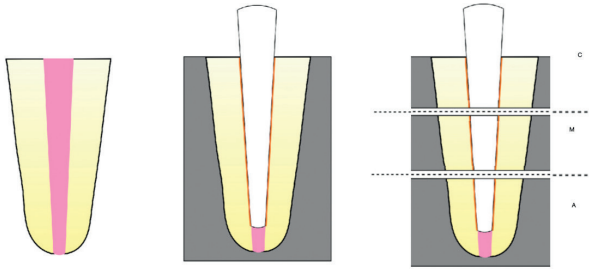
#### 2. Protocolo de reconstrucción

Las imágenes fueron reconstruidas mediante el software Nrecon, versión 1.7.3.1. Durante este proceso, se realizaron correcciones para minimizar la aparición de artefactos. La corrección del endurecimiento del haz fue de 35%, suavizado: 2, y un rango de coeficiente de atenuación de 0-0,050. Correcciones utilizadas por otros autores (Heuser et al., 2015).

#### 3. Visualización, análisis y rendering 3D (Protocolo de análisis de los poros)

El procesamiento y análisis de imágenes se realizó mediante el software CTan (v.1.12), mientras que para la visualización de la reconstrucción se utilizó el software CTvox (v. 3.0). En este trabajo fue posible distin-





**Figura 1.1**  
Pieza endodóntica-  
mente tratada

**Figura 1.2**  
Pieza con su  
respectivo poste y  
material  
cementante

**Figura 1.3**  
Tercio Cervical,  
Medio y Apical

guir poros existentes entre las paredes del conducto radicular y el poste de fibra, y así definir su geometría en 3D.

Se seleccionó la región de interés (ROI) para obtener:

- el volumen de cada poro (mm<sup>3</sup>) entre la dentina del conducto radicular y el poste de fibra.
- la superficie de cada poro (mm<sup>2</sup>) existente a nivel coronal, medio y apical.

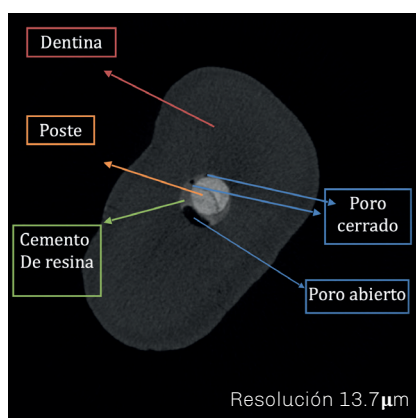
El protocolo para realizar el análisis fue el siguiente: en las imágenes reconstruidas se seleccionaron las siguientes regiones de interés (ROI), definiendo así el tercio apical (TA), tercio medio (TM) y tercio coronal (TC) perpendiculares al eje mayor de la pieza dentaria. El corte superior correspondió al límite amelo-cementario (LAC) marcándose a éste como el top, y el corte inferior a la porción más inferior del poste, definiéndolo como el botton de la muestra, y el corte medio fue definido como una distancia media entre los dos puntos antes mencionados (Boschetti et al., 2017; Cabirta et al., 2020; Castagnola et al., 2018) (Figura 1.3).

Los poros se clasificaron en:

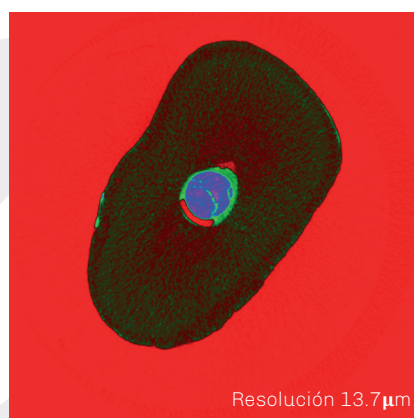
- A. Poros cerrados: dentro del material de cementado
- B. Poros abiertos: a lo largo de las paredes del canal radicular
- C. Poros combinados: dentro de los materiales de cementado y a lo largo de las paredes del canal radicular, comunicándose con las paredes externas (Boschetti et al., 2017; Cabirta et al., 2020; Castagnola et al., 2018)

Una vez que se seleccionó el ROI apropiado (en volumen VOI), se obtuvieron imágenes binarias y fue seleccionado el umbral de escala de grises para distinguir los distintos materiales existentes y, de esta manera, lograr la segmentación de los mismos: dentina, cemento de obturación, poste y poro. Se realizaron distintas correcciones en la solapa de Custom Processing, aplicando Thresholding (binarización) que permitió procesar el rango de niveles de grises para obtener una imagen superpuesta de sólo píxeles en blanco y negro. Este rango correspondió a los valores entre 5-39 para los poros presentes en la obturación. También se utilizó la función Filtering con difusión anisotrópica en 3D, y la función Despeckle para eliminar los puntos blancos en las imágenes que eran menores a 100 voxels.

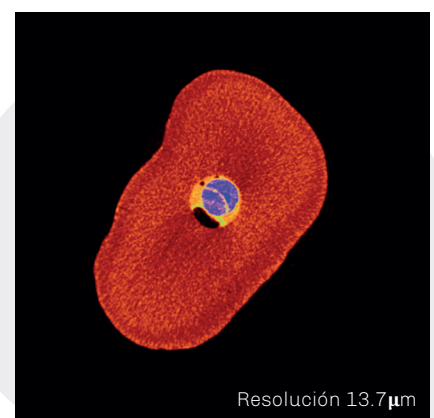
Se analizó tridimensionalmente la porosidad en la solapa de procesamiento personalizado (Custom Processing) a partir de la solapa Morfometría (Morphometry: Porosity-3D Analysis). El volumen total de los poros fue expresado en mm<sup>3</sup>. Los resultados obtenidos fueron volcados en tablas personalizadas y codificadas para cada muestra, para luego ser analizadas estadísticamente. En las Figuras 2-4 se muestran los poros existentes, con distintas tonalidades o contrastes que permiten identificarlos a simple vista. El software CTVox v.2.2.1 (Bruker-microCT) fue utilizado para la visualización tridimensional.



**FIGURA 2.** Corte microtomográfico donde se observan poros (abiertos y cerrados) presentes entre el poste de fibra, cemento resinoso y dentina radicular



**FIGURA 3.** Imagen tomada del programa CTAn con diferentes tonalidades para evidenciar los poros existentes. Se observa en color rojo: poros; verde: cemento; violeta: poste; verde oscuro: dentina



**FIGURA 4.** Imagen con contraste para observar los poros existentes en color. Se observa en color negro: poros; naranja: cemento; violeta: poste; rojo: dentina

#### 4. Análisis estadístico

El volumen y la superficie de los poros se describieron mediante las siguientes medidas: mínimo (Mín), máximo (Máx), media, desviación estándar (DE), mediana, primer cuartil (Q1) y tercer cuartil (Q3). Para comparar ambas variables entre los 3 tercios del conducto radicular se emplearon las pruebas Friedman o ANOVA de medidas repetidas, según lo que correspondía. En el análisis del volumen, los residuos del modelo ANOVA no cumplieron con el supuesto de normalidad. Por este motivo se empleó la prueba de Friedman y comparaciones post hoc mediante el método de Conover. En cambio, dentro del análisis de la superficie, dichos residuos cumplieron con la condición de normalidad y, por eso, se implementó la prueba ANOVA de medidas repetidas con corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser, seguida por comparaciones post hoc utilizando corrección Bonferroni. La condición de normalidad se evaluó mediante la prueba de D'Agostino-Pearson. En todas las pruebas de inferencia se consideró que las diferencias fueron significativas cuando se obtuvo un valor p menor que 0,05 ( $p < 0,05$ ). Se utilizó el programa MedCalc versión 20.027 (MedCalc Software Ltd., 2022).

#### RESULTADOS

Cuando se comparó el volumen de los poros entre los tres tercios radiculares mediante la prueba de Friedman, se encontró una diferencia global significativa ( $F = 30,00$ ;  $p < 0,05$ ; Tabla 1, Figura 5). Este resultado estadístico indica que existen diferencias entre al menos un par de tercios. Para analizar, específicamente, entre qué tercios había diferencias, se realizaron comparaciones de a pares post hoc mediante el método de Conover. Estas comparaciones post hoc indicaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre cualquier par de tercios. El tercio en donde los poros presentaron un mayor volumen ( $\text{mm}^3$ ) fue el tercio coronal (mediana = 0,29250; Q1 - Q3 = 0,26198 - 0,33115), seguido por los tercios medio (mediana = 0,03200; Q1 - Q3 = 0,03000 - 0,04600) y apical (mediana = 0,00140; Q1 - Q3 = 0,00040 - 0,00335).

La comparación de la superficie de los poros entre los 3 tercios brindó un resultado análogo al de la comparación del volumen. La prueba ANOVA de medidas repetidas arrojó un resultado global significativo ( $F = 271,88$ ;  $p < 0,05$ ), lo que indica diferencias entre al menos un par de tercios. Para conocer entre qué tercios hubo diferencias, se realizaron comparaciones de a pares post hoc empleando la corrección Bonferroni. Estas comparaciones de a pares indicaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre cualquier par de tercios. La mayor superficie ( $\text{mm}^2$ ) correspondió al tercio coronal (media  $\pm$  DE = 1,66377  $\pm$  0,27175), seguido por los tercios medio (media  $\pm$  DE = 1,16210  $\pm$  0,20343) y apical (media  $\pm$  DE = 0,41074  $\pm$  0,12641).

#### DISCUSIÓN

La microtomografía es una técnica no destructiva, siendo ésta una de sus principales ventajas, ya que analiza la muestra sin deteriorarla. Contrariamente, en los métodos de estudio tradicionales se realizan cortes para poder evaluar las muestras; parte del tejido o material dentario se pierde y sólo se puede obtener y observar un número limitado de secciones. Por otra parte, los software que son empleados para analizar y visualizar microtomografías, permiten el análisis estructural cualitativo y cuantitativo de las muestras, así como también la reconstrucción tridimensional. Su eficacia está respaldada por un gran número de estudios (Swain y Xue, 2009; Ikram et al., 2009; Rengo et al., 2014; Uzun et al., 2015). Por lo tanto, la microtomografía permite analizar el volumen de los poros en toda la muestra, sin pérdida de información (Rengo et al., 2014; Uzun et al., 2015).

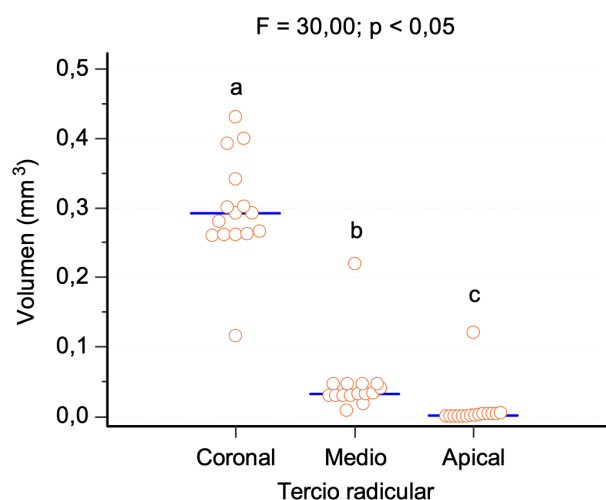
Los poros se forman debido al atrapamiento de aire en el material durante el proceso de mezcla. Sin embargo, si se utiliza un material fluido, la formación de poros indirectos es posible mediante la unión de burbujas menores (Nomoto y McCabe, 2001; Uzun et al., 2016). Otra posible explicación sobre la formación de poros se debe a la introducción del cemento dentro del espacio del poste. Las burbujas de aire permanecen atrapadas dentro del cemento a nivel apical, y

Tercio	Volumen ( $\text{mm}^3$ )							
	N	Mín	Máx	Media	DE	Mediana	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Coronal	15	0,11570	0,43090	0,29733	0,07505	0,29250	0,26198	0,33115
Medio	15	0,00871	0,22002	0,04587	0,04935	0,03200	0,03000	0,04600
Apical	15	0,00000	0,12001	0,00961	0,03058	0,00140	0,00040	0,00335

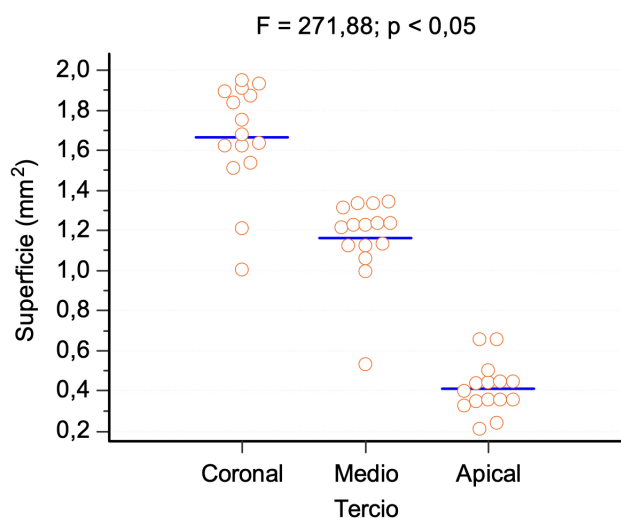
Prueba de Friedman:  $F = 30,00$ ;  $p < 0,05$   
post hoc:  $p < 0,05$  entre cualquier par de tercios



**TABLA 1.** Volumen de los poros en los 3 tercios



**FIGURA 5.** Volumen de los poros según tercio radicular. Gráfico de densidad de puntos: cada dato está representado por un círculo naranja, la línea azul corresponde a la mediana. Prueba de Friedman seguida por comparaciones post hoc mediante el método de Conover: letras distintas indican diferencias significativas en comparaciones post hoc ( $p < 0,05$ )



**FIGURA 6.** Superficie de los poros según tercio radicular. Gráfico de densidad de puntos: cada dato está representado por un círculo naranja, la línea azul corresponde a la media. Prueba ANOVA de medidas repetidas seguida por comparaciones post hoc con corrección Bonferroni: letras distintas indican diferencias significativas en comparaciones post hoc ( $p < 0,05$ )

Tercio	Superficie (mm <sup>2</sup> )							
	N	Mín	Máx	Media	DE	Mediana	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Coronal	15	1,00292	1,94892	1,66377	0,27175	1,6792	1,55602	1,88638
Medio	15	0,52921	1,3428	1,16210	0,20343	1,2258	1,12362	1,29302
Apical	15	0,20764	0,6556	0,41074	0,12641	0,3996	0,34687	0,44575

Prueba ANOVA de medidas repetidas:  $F = 271,88$ ;  $p < 0,05$   
post hoc:  $p < 0,05$  entre cualquier par de tercios

**TABLA 2.** Superficie de los poros en los 3 tercios

en el momento de colocar el poste existe una cierta presión sobre el cemento, que se disloca en dirección coronal junto con las burbujas de aire incorporadas (Rengo et al., 2014).

Cuando se analizaron modelos tridimensionales que se obtuvieron mediante reconstrucciones de imágenes de MicroTC de alta resolución, se observó que en algunos casos existían espacios vacíos en continuidad desde el nivel coronal hasta el apical del poste de fibra, y que algunos de ellos permanecían como vacíos locales. Desde un punto de vista biológico, la presencia de poros puede actuar como una vía para que los microorganismos pasen de la región coronal a la periapical (Uzun et al., 2015). Los poros cerrados que no están vinculados a la dentina y a la superficie del poste podrían considerarse clínicamente menos significativos que los poros abiertos. Por otro lado, pueden provocar una disolución más fácil del cemento de resina y el desplazamiento de la restauración poste-muñón bajo tensiones funcionales (Uzun et al., 2015).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que, tanto el volumen como la superficie de los poros, se reducen desde el tercio coronal hacia el tercio apical. En particular, la mediana del volumen de los poros en el tercio coronal fue alrededor de 9 veces mayor que en el tercio medio, y unas 200 veces mayor que en el tercio apical. Dichos resultados coinciden con los trabajos realizados por Rengo et al., (2014), y Uzun et al., (2016). Los mismos coinciden en lo referente al mayor volumen de poros en el tercio coronal, con mayor volumen de cemento en relación con la anatomía del conducto radicular. El hecho de que en el tercio coronal existen poros cada vez más grandes en comparación con los otros tercios radiculares, sugiere que este nivel presenta algunos riesgos biomecánicos a tener en cuenta, ya que podrían afectar el éxito de la restauración. Así mismo, el efecto negativo de la presencia de poros radica en que posiblemente disminuya la fuerza adhesiva al restringir el área disponible para la cementación, lo que da como resultado un tiempo de supervivencia más corto de la

restauración. Por otra parte, Maccari et al., (2003), y Barcellos et al., (2013), concluyeron que la principal falla de las piezas dentarias restauradas con postes de fibra se origina en la fractura de la zona coronal. Con respecto al volumen de cemento a nivel coronal, algunos estudios in vivo han demostrado que puede ser un factor crucial para el éxito clínico, y que un espesor excesivo aumenta la probabilidad de desprendimiento del poste (Malferrari et al., 2003). Teniendo en cuenta la anatomía del conducto radicular, algunos autores evidenciaron mayor pérdida de tejido dentinario en el sector vestibulolingual de la región coronal de la preparación para postes, lo cual resultaría en un espesor de cemento más alto (Coniglio et al., 2011; Grandini et al., 2005).

Los resultados de este estudio no pudieron verificar la correlación de poros y la fuerza adhesiva de los postes de fibra a las paredes dentinarias del conducto radicular. Se requiere realizar pruebas de resistencia adhesiva a las muestras, para constatar el volumen de poros del tercio con la resistencia adhesiva. Aun así, varios autores concluyeron que el volumen de los poros es mayor en el tercio coronal, como así también existe una disminución en la resistencia adhesiva a ese nivel (Uzun et al., 2015; 2016; Rengo et al., 2014).

A la luz de estos resultados, este equipo de trabajo se enfocará en futuras investigaciones que apunten a desarrollar diferentes métodos para reducir la aparición de poros que sucede durante la inserción del poste de fibra en el conducto radicular. Se buscará comparar distintos modos de aplicación del cemento de resina, con la utilización de jeringa de automezcla, y evaluar la resistencia adhesiva en los distintos tercios del conducto radicular para correlacionarlo con el volumen de los poros. Por último, se planificará comparar los resultados obtenidos con postes anatomizados.

## CONCLUSIONES

La microtomografía de rayos X permitió realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los poros en toda la muestra sin deterioro de la misma. Se puede concluir que el tercio coronal presentó mayor porosidad que el tercio apical con la técnica de cementación utilizada. En cuanto a la superficie y volumen de los poros, los resultados encontrados son similares a los reportados por diversos autores.

## REFERENCIAS

Asmussen, E., Peutzfeldt, A. y Heitmann, T. (1999). Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of Dentistry*, 27(4), 275–278. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(98\)00066-9](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(98)00066-9)

Barcellos, R. R., Correia, D. P., Farina, A. P., Mesquita, M. F., Ferraz, C. C., y Cecchin, D. (2013). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentine thickness. *Journal of Biomechanics*, 46(15), 2572–2577. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.08.016>

Boschetti, E., Silva-Sousa, Y., Mazzi-Chaves, J. F., Leoni, G. B., Versiani, M. A., Pécora, J. D., Saquy, P. C., y Sousa-Neto, M. D. (2017). Micro-CT Evaluation of root and canal morphology of mandibular first premolars with radicular grooves. *Brazilian Dental Journal*, 28(5), 597–603. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201601784>

Cabirta, M. L., Sierra, L. G., Migueles, A. M., D'Elia, N. S., Raffaelli, C. y Rodríguez, P. A. (2021). Estudio con microtomografía de conductos tratados con sistemas reciprocantes y obturados con cementos biocerámicos. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 35(81), 25–32. <http://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/62>

Cagidiaco, M. C., Goracci, C., Garcia-Godoy, F. y Ferrari, M. (2008). Clinical studies of fiber posts: a literature review. *The International Journal of Prosthodontics*, 21(4), 328–336.

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. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 22(15), 4778–4783. [https://doi.org/10.26355/eurrev\\_201808\\_15611](https://doi.org/10.26355/eurrev_201808_15611)

Cheleux, N., Sharrock, P. y Degrange, M. (2008). Adhesion of a quartz fibre post to a composite resin core: influence of bonding agents and their curing mode. *Journal of Biomaterials Science. Polymer Edition*, 19(7), 853–861. <https://doi.org/10.1163/156856208784613514>

Coniglio, I., Magni, E., Cantoro, A., Goracci, C. y Ferrari, M. (2011). Push-out bond strength of circular and oval-shaped fiber posts. *Clinical Oral Investigations*, 15(5), 667–672. <https://doi.org/10.1007/s00784-010-0448-0>

D'Arcangelo, C., Cinelli, M., De Angelis, F. y D'Amario, M. (2007). The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(3), 193–198. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60055-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60055-9)



- del Valle, S., Miño, N., Muñoz, F., González, A., Planell, J. A. y Ginebra, M. P. (2007). In vivo evaluation of an injectable macroporous calcium phosphate cement. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 18(2), 353–361. <https://doi.org/10.1007/s10856-006-0700-y>
- Drummond J. L. (2008). Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *Journal of Dental Research*, 87(8), 710–719. <https://doi.org/10.1177/154405910808700802>
- Eden, E., Topaloglu-Ak, A., Cuijpers, V. y Frencken, J. E. (2008). Micro-CT for measuring marginal leakage of Class II resin composite restorations in primary molars prepared in vivo. *American Journal of Dentistry*, 21(6), 393–397.
- García Cuerva, M., Ciparelli, V., Gualtieri, A. F., Lenarduzzi, A., Fernández Solari, J., Rodríguez, P. A. y Gonzalez Zanotto, C. (2014). Resistencia de unión en la fijación de postes de base orgánica con la utilización de cementos resinosos con y sin sistema adhesivo. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 29(66), 19–24. [http://odontologia.uba.ar/wp-content/uploads/2018/06/vol29\\_n66\\_2014\\_art3.pdf](http://odontologia.uba.ar/wp-content/uploads/2018/06/vol29_n66_2014_art3.pdf)
- García-Cuerva, M., Horvath, L., Pinasco, L., Ciparelli, V., Gualtieri, A., Casadoumécq, A. C., Rodríguez, P. y Gonzalez-Zanotto, C. (2017). Root surface temperature variation during mechanical removal of root canal filling material. An in vitro study. *Acta Odontologica Latinoamericana : AOL*, 30(1), 33–38. <http://www.scielo.org.ar/pdf/aol/v30n1/v30n1a06.pdf>
- García Cuerva, M., Piguillem Brizuela, F. J., Horvath, L., Tartacovsky, H., Gualtieri, A., Rodríguez, P. y Gonzalez Zanotto, C. (2016) Comparación en la resistencia de unión en la fijación de postes de base orgánica con la utilización de cementos resinosos vs ionómeros modificados con resina. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 31(70), 32–38. [http://odontologia.uba.ar/wp-content/uploads/2018/06/vol31\\_n70\\_2016\\_art4.pdf](http://odontologia.uba.ar/wp-content/uploads/2018/06/vol31_n70_2016_art4.pdf)
- García Cuerva, M., Trigo Humaran, M. M., Tartacovsky, H. J., Boaventura Dubovik, M. A., Shin, L. N. y Bertoldi Hepburn, A. (2021). Resistencia adhesiva de postes de fibra a los diferentes tercios del conducto radicular. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires*, 36(82), 35–42. Recuperado a partir de <http://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/75>
- Geirsson, J., Thompson, J. Y. y Bayne, S. C. (2004). Porosity evaluation and pore size distribution of a novel directly placed ceramic restorative material. *Dental Materials*, 20(10), 987–995. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.07.003>
- Giovannetti, A., Goracci, C., Vichi, A., Chieffi, N., Polimeni, A. y Ferrari, M. (2012). Post retentive ability of a new resin composite with low stress behaviour. *Journal of Dentistry*, 40(4), 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.01.007>
- Gomes, G. M., Gomes, O. M., Reis, A., Gomes, J. C., Loguercio, A. D. y Calixto, A. L. (2011). Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Brazilian Dental Journal*, 22(6), 460–467. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402011000600004>
- Grandini, S., Goracci, C., Monticelli, F., Borracchini, A. y Ferrari, M. (2005). SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7(3), 235–240.
- Hammad, M., Qualtrough, A., y Silikas, N. (2009). Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *Journal of Endodontics*, 35(4), 541–544. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.12.021>
- Hatzikyriakos, A. H., Reisis, G. I. y Tsingos, N. (1992). A 3-year postoperative clinical evaluation of posts and cores beneath existing crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67(4), 454–458. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(92\)90072-i](https://doi.org/10.1016/0022-3913(92)90072-i)
- Heuser, G., Arancibia, G. y Muñoz, L. (2015). Microtomografía de rayos X: ejemplos para su aplicación en Geociencias. *Metalogénesis Andina y Exploración Minera*, 149–152. [https://biblioteca.sernageomin.cl/opac/datafiles/14905\\_v2\\_pp\\_149\\_152.pdf](https://biblioteca.sernageomin.cl/opac/datafiles/14905_v2_pp_149_152.pdf)
- Ikram, O. H., Patel, S., Sauro, S. y Mannoce, F. (2009). Micro-computed tomography of tooth tissue volume changes following endodontic procedures and post space preparation. *International Endodontic Journal*, 42(12), 1071–1076. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01632.x>
- Jung, M., Lommel, D. y Klimek, J. (2005). The imaging of root canal obturation using micro-CT. *International Endodontic Journal*, 38(9), 617–626. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00990.x>

- Kainose, K., Nakajima, M., Foxton, R., Wakabayashi, N. y Tagami, J. (2015). Stress distribution in root filled teeth restored with various post and core techniques: effect of post length and crown height. *International Endodontic Journal*, 48(11), 1023–1032. <https://doi.org/10.1111/iej.12397>
- Keleş, A., Ahmetoglu, F. y Uzun, I. (2014a). Quality of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities: a micro-computed tomography study. *Australian Endodontic Journal*, 40(3), 131–135. <https://doi.org/10.1111/aej.12043>
- Keleş, A., Alcin, H., Kamalak, A. y Versiani, M. A. (2014b). Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *International Endodontic Journal*, 47(12), 1177–1184. <https://doi.org/10.1111/iej.12269>
- Keleş, A., Alcin, H., Kamalak, A. y Versiani, M. A. (2014c). Oval-shaped canal retreatment with self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *Clinical oral investigations*, 18(4), 1147–1153. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1086-0>
- Leoni, G. B., Versiani, M. A., Pécora, J. D. y Damião de Sousa-Neto, M. (2014). Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. *Journal of Endodontics*, 40(5), 710–716. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.003>
- Li, X., Liu, N., Liu, N., Ye, L., Nie, X., Zhou, X., Wen, X., Liu, R., Liu, L. y Deng, M. (2012). A micro-computed tomography study of the location and curvature of the lingual canal in the mandibular first premolar with two canals originating from a single canal. *Journal of Endodontics*, 38(3), 309–312. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.038>
- Lundström, T.S. y Gebart, B.R. (1994). Influence from process parameters on void formation in resin transfer molding. *Polymer Composites*, 15(1), 25–33. <https://doi.org/10.1002/pc.750150105>
- Maccari, P. C., Conceição, E. N. y Nunes, M. F. (2003). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(1), 25–31. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2003.tb00279.x>
- Malferrari, S., Monaco, C. y Scotti, R. (2003). Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *The International Journal of Prosthodontics*, 16(1), 39–44.
- MedCalc Software. (2022). MedCalc Statistical Software version 20.027. <https://www.medcalc.org>
- Milutinović-Nikolić, A. D., Medić, V. B. y Vuković, Z. M. (2007). Porosity of different dental luting cements. *Dental Materials*, 23(6), 674–678. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.006>
- Naumann, M., Reich, S., Nothdurft, F. P., Beuer, F., Schirrmeister, J. F. y Dietrich, T. (2008). Survival of glass fiber post restorations over 5 years. *American Journal of Dentistry*, 21(4), 267–272.
- Nazari, A., Sadr, A., Shimada, Y., Tagami, J. y Sumi, Y. (2013). 3D assessment of void and gap formation in flowable resin composites using optical coherence tomography. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 15(3), 237–243. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a28623>
- Nielsen, R. B., Alyassin, A. M., Peters, D. D., Carnes, D. L. y Lancaster, J. (1995). Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *Journal of Endodontics*, 21(11), 561–568. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)80986-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80986-6)
- Nomoto, R. y McCabe, J. F. (2001). Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. *Journal of Dentistry*, 29(3), 205–210. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(01\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(01)00010-0)
- Paqué, F., Balmer, M., Attin, T. y Peters, O. A. (2010). Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics*, 36(4), 703–707. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.020>
- Peters, O. A., Laib, A., Rügsegger, P. y Barbakow, F. (2000). Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *Journal of Dental Research*, 79(6), 1405–1409. <https://doi.org/10.1177/00220345000790060901>
- Rengo, C., Spagnuolo, G., Ametrano, G., Juloski, J., Rengo, S. y Ferrari, M. (2014). Micro-computerized tomographic analysis of premolars restored with oval and circular posts. *Clinical Oral Investigations*, 18(2), 571–578. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-0982-7>
- Schwartz, R. S. y Robbins, J. W. (2004). Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of Endodontics*, 30(5), 289–301. <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00001>

- Serafino, C., Gallina, G., Cumbo, E. y Ferrari, M. (2004). Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97(3), 381–387. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2003.10.004>
- Sousa-Neto, M. D., Silva-Sousa, Y. C., Mazzi-Chaves, J. F., Carvalho, K., Barbosa, A., Versiani, M. A., Jacobs, R. y Leoni, G. B. (2018). Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Brazilian Oral Research*, 32(suppl 1), e66. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0066>
- Spagnuolo, G., Ametrano, G., D'Antò, V., Formisano, A., Simeone, M., Riccitiello, F., Amato, M. y Rengo, S. (2012). Microcomputed tomography analysis of mesiobuccal orifices and major apical foramen in first maxillary molars. *The Open Dentistry Journal*, 6, 118–125. <https://doi.org/10.2174/1874210601206010118>
- Swain, M. V. y Xue, J. (2009). State of the art of Micro-CT applications in dental research. *International Journal of Oral Science*, 1(4), 177–188. <https://doi.org/10.4248/IJOS09031>
- Ünsal Şahin, F. y Topuz, Ö. (2014). Microcomputerized tomography applications in dental research. *Acta Odontologica Turcica*, 31(2), 114–20. <https://doi.org/10.17214/aot.09641>
- Uzun, I., Keleş, A., Arslan, H., Güler, B., Keskin, C. y Gündüz, K. (2016). Influence of oval and circular post placement using different resin cements on push-out bond strength and void volume analysed by micro-CT. *International Endodontic Journal*, 49(12), 1175–1182. <https://doi.org/10.1111/iej.12568>
- Uzun, İ. H., Malkoç, M. A., Keleş, A. y Öğreten, A. T. (2016). 3D micro-CT analysis of void formations and push-out bonding strength of resin cements used for fiber post cementation. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 8(2), 101–109. <https://doi.org/10.4047/jap.2016.8.2.101>
- Verma, P. y Love, R. M. (2011). A micro CT study of the mesiobuccal root canal morphology of the maxillary first molar tooth. *International Endodontic Journal*, 44(3), 210–217. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01800.x>
- Versiani, M. A., Pécora, J. D. y de Sousa-Neto, M. D. (2012). Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics*, 38(7), 977–982. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.03.026>
- Wang, V. J., Chen, Y. M., Yip, K. H., Smales, R. J., Meng, Q. F. y Chen, L. (2008). Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dental Materials*, 24(3), 372–377. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.012>
- Wolf, M., Küpper, K., Reimann, S., Bourauel, C. y Frentzen, M. (2014). 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. *Clinical Oral Investigations*, 18(1), 155–161. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-0970-y>
- Yang, Y., Shen, Y., Ma, J., Cao, Y. y Haapasalo, M. (2016). A Micro-computed tomographic assessment of the influence of operator's experience on the quality of waveone instrumentation. *Journal of Endodontics*, 42(8), 1258–1262. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.020>
- Yikilgan, İ., Uzun, O., Gürel, M., Bala, O., Ömürlü, H. y Kayaoglu, G. (2019). Volumetric evaluation of void/gap formation and microleakage cementing fiber posts on extracted teeth with three different cements. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e222–e228. <https://doi.org/10.1111/jopr.12662>
- Yoshida, K., Morimoto, N., Tsuo, Y. y Atsuta, M. (2004). Flexural fatigue behavior of machinable and light-activated hybrid composites for esthetic restorations. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 70(2), 218–222. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30035>
- Zogheib, C., Naaman, A., Sigurdsson, A., Medioni, E., Bourbouze, G. y Arbab-Chirani, R. (2013). Comparative micro-computed tomographic evaluation of two carrier-based obturation systems. *Clinical Oral Investigations*, 17(8), 1879–1883. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0875-1>

#### AGRADECIMIENTOS

Servicio de Microtomografía, Cátedra de Diagnóstico por Imágenes FOUBA: Prof. Dr. Diego Vazquez, Ailin Gómez, Leonardo Nart, Julia Carosi, Lorena Benítez. Cátedra de Endodoncia: Prof. Dr. Pablo Rodríguez, Litting Lee.

#### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

**Dirección para correspondencia**

Cátedra de Odontología Restauradora  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T. de Alvear 2142 piso 9A  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
milagros.trigo@odontologia.uba.ar

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina

