

## Transporte y centricidad de los sistemas mtwo y twisted file evaluados mediante tomografía computarizada cone-beam

### Transportation and centering of mtwo and twisted file systems evaluated by cone beam computed tomography

Angelo José Sócrates Torres Carrillo<sup>1a</sup>, Ronald Mendoza Porres<sup>2ab</sup>

#### RESUMEN

**Objetivos:** Determinar la cantidad de transporte y capacidad de centrado de los sistemas rotatorios Mtwo y Twisted File, en raíces mesiales de molares inferiores usando tomografía computarizada Cone Beam. **Materiales y Métodos:** Sesenta conductos mesiales de molares inferiores con ángulos severos de curvatura fueron divididos en dos grupos. Después de la instrumentación con los sistemas rotatorios Mtwo y Twisted File, se evaluó la cantidad de transporte y capacidad de centrado mediante tomografía computarizada Cone Beam. Se registraron dos secciones a nivel del tercio medio y cervical del conducto. Pruebas de T de Student y U de Mann Whitney se utilizaron para el análisis estadístico. **Resultados:** Menor transporte y mejor centricidad se obtuvieron con los instrumentos rotatorios Twisted File. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas ( $p \leq 0.05$ ). Los conductos se transportaron principalmente hacia mesial en el tercio cervical de la raíz y hacia distal en el tercio medio. **Conclusiones:** Los instrumentos rotatorios Mtwo y Twisted File se comportaron de manera similar en cuanto al transporte y centricidad, permitiendo la preparación de conductos curvos con poca desviación.

**Palabras clave:** Transporte del conducto, tomografía computarizada de haz cónico, níquel titanio. [\(Fuente: DeCS BIREME\)](#)

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the amount of transportation and the centering ability by nickel titanium rotary systems Mtwo and Twisted File, in mesial roots of lower molars using Cone Beam computed tomography. **Materials and Methods:** Sixty mesial canals of mandibular molars with severe angles of curvature were divided into two groups. After the instrumentation with rotary systems Mtwo and Twisted File, the amount of transportation and centering capacity were evaluated using cone beam computed tomography. Two sections from middle and cervical levels of the canal were recorded. Student t-tests and U by Mann Whitney tests were used for statistical analysis. **Results:** Less transportation and better centering ability occurred with Twisted File rotary instruments. However, there was no statistically significant difference between the systems ( $p \leq 0.05$ ). Canals were transported mostly towards the mesial aspect in the cervical third of the roots, and towards the distal aspect in the mesial third. **Conclusions:** The rotary instruments Mtwo and Twisted File behaved similarly about the canal transportation and centering, allowing the preparation of curved canals with little deviation.

**Key words:** Canal transportation, Cone Beam – computed tomography, nickel titanium. [\(Source: MeSH NLM\)](#)

Recibido: 06 de agosto de 2019  
2019

Aprobado: 1 de Octubre de 2019

Publicado: 06 de octubre de

<sup>1</sup> Universidad de San Martín de Porres. Lima-Perú.

<sup>2</sup> Universidad de San Martín de Porres-Filial Norte. Chiclayo-Perú

<sup>a</sup> Cirujano dentista.

<sup>b</sup> Docente de Endodoncia.

#### Correspondencia:

Angelo José Sócrates Torres Carrillo  
Correo electrónico: angelo.keane@gmail.com

Este es un artículo Open Access distribuido bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0



**Citar como:** Torres A. Transporte y centricidad de los sistemas mtwo y twisted file evaluados mediante tomografía computarizada cone-beam. KIRU. 2019; 16(4): 157-163. <https://doi.org/10.24265/kiru.2019.v16n4.04>.

## INTRODUCCIÓN

La preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares es reconocida como una fase primordial para obtener el éxito terapéutico. Sus objetivos fundamentales son la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares respetando al máximo la anatomía interna original y la conformación progresivamente cónica, preservando el foramen apical sin alterar la curvatura original del conducto. Esta forma cónica facilitará la entrada de las soluciones irrigadoras, medicamentos y material de obturación<sup>(1-3)</sup>.

Sin embargo, la anatomía interna del sistema de conductos radiculares impone otros desafíos para una correcta preparación. Es el caso de conductos radiculares con curvaturas severas, donde en la instrumentación se produce una remoción indeseada, excesiva y excéntrica de dentina radicular que rodea al conducto original. Esto se define como transportación del conducto.

Con la introducción de los instrumentos rotatorios de níquel titanio se ha mejorado significativamente la calidad de conformación de los conductos radiculares, lo que resulta en un menor daño iatrogénico.

Desde que, en 1988 Wallia, Brantley y Gerstein estudiaron las propiedades del níquel-titanio empleado en la fabricación de las limas endodónticas, existen numerosos sistemas rotatorios elaborados con esta aleación. Estos instrumentos han alcanzado un nivel de perfeccionamiento que aporta al clínico una mejor capacidad para conformar los conductos radiculares, en menor tiempo y con técnicas más sencillas<sup>(4)</sup>. La constante evolución de estos sistemas, con modificaciones en las técnicas de uso, en el diseño o en la aleación, hacen necesaria una evaluación continua de estas nuevas limas con el fin de determinar las mejoras que aportan respecto a las ya existentes.<sup>(5)</sup>

La instrumentación excesiva y el transporte de conductos aumentan el riesgo de perforaciones, bloqueo de la zona apical, escalones, falsas vías o pérdida de longitud de trabajo. De hecho, estos problemas se han relacionado con la periodontitis apical persistente<sup>(6-8)</sup>. La instrumentación con limas de níquel titanio ha disminuido considerablemente estos accidentes, mejorando la preparación de los conductos radiculares sobre todo en conductos curvos donde se hacen más evidentes las insuficiencias de las aleaciones de acero inoxidable.<sup>(6,7)</sup>

Sin embargo, aunque los errores en la preparación se producen con menor frecuencia, obligan a los fabricantes a seguir perfeccionando los instrumentos

rotatorios, haciéndolos más respetuosos con la anatomía original de los conductos radiculares.

Mtwo y Twisted File son dos sistemas de limas rotatorias, con características innovadoras en cuanto a diseño, técnica, número de limas y aleación de estas. Hasta la fecha, existen pocos trabajos que analicen estos dos sistemas.

Varios métodos han sido utilizados para investigar la eficacia de los instrumentos rotatorios con respecto a su capacidad de centrado y tendencia a producir transportación. Métodos clásicos in vitro producen cambios irreversibles en las muestras y solo se obtienen imágenes bidimensionales.<sup>(9,10)</sup> La microtomografía computarizada (micro-CT), es un método preciso y no destructivo que permite evaluar el volumen y área de las superficies, formas de sección transversal, la conicidad y otros parámetros tridimensionales.<sup>(8,11,12,13)</sup> Sin embargo, el escaneo de una muestra tarda horas, es costoso y lamentablemente en nuestro país no se cuenta hasta la fecha con un equipo.

Recientemente el uso de tomografía computarizada Cone Beam ha sido sugerido para este propósito debido a que es un método no destructivo que permite la medición de la cantidad de dentina radicular remanente en tres dimensiones, en un menor tiempo y menor costo.<sup>(5, 14,15)</sup>

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la transportación y centricidad de los sistemas rotatorios Mtwo y Twisted File en conductos radiculares mesiales de molares inferiores mediante tomografía computarizada Cone Beam

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado fue experimental, prospectivo, transversal y comparativo. La población estuvo formada por 60 conductos mesiales de 30 primeros molares inferiores recientemente extraídos por motivos periodontales y protésicos en distintos consultorios. Los dientes fueron conservados en una solución de timol al 1%. Los criterios de inclusión fueron: Molares con cámaras pulpares intactas, ápices completamente formados, raíces mesiales con dos conductos radiculares independientes, con ángulos de curvatura severa de 25°-35° de acuerdo con el coeficiente de Schneider.<sup>(16)</sup> Los criterios de exclusión fueron: Molares con raíces fusionadas, con tratamiento endodóntico previo, reabsorciones y fracturas radiculares, conductos radiculares calcificados o atrésicos.

Se estandarizó el tamaño de las muestras a 18mm reduciendo la superficie oclusal con fresa diamantada

cilíndrica. Después de la apertura cameral se verificó la presencia de dos forámenes independientes en la raíz mesial y la permeabilidad de los conductos introduciendo limas tipo k #08 y #10 con movimientos de fuerzas balanceadas, hasta que se evidencie la salida de la lima por el ápice. La longitud de trabajo se determinó restando 1mm a la medida de la lima a ras del ápice. Cada diente se seccionó a través de la bifurcación con un disco de diamante, separando la raíz mesial para nuestro estudio.

Las muestras fueron incrustadas en silicona de condensación Zetaplus (Zhermack, Italia) con los accesos camerales boca abajo dentro de un soporte circular con un diámetro de 9cm. Posteriormente, se vertió acrílico transparente autopolimerizable sobre la silicona de modo que las muestras se fijen en su límite amelo-cementario. Se crearon 2 plataformas de acrílico con 15 muestras cada una, que permitan el reposicionamiento preciso en la adquisición de las tomografías pre y postoperatorias. (Figura 1)

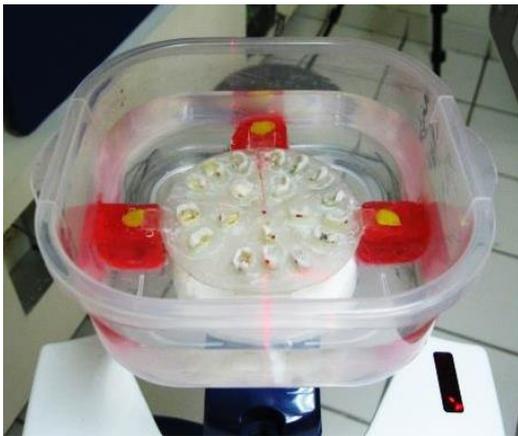


Figura 1: Adaptación de la plataforma a un recipiente de plástico translúcido



Figura 2: Tomógrafo Volumétrico Cone Beam Promax 3D (Planmeca).

Las muestras fueron escaneadas por el Tomógrafo Volumétrico Cone Beam Planmeca Promax 3D. El tiempo de escaneo fue de 12.5 segundos, operando a 84 kV y 16 mA. Tamaño de voxel 200 µm isotrópicos, rotación del tubo de rayos de 200° y volumen de campo de 80 x 80 mm. (Figura 2)

Las distancias pre y postoperatorias se midieron usando el programa Planmeca Romexis®. Fueron seleccionadas 2 longitudes desde el ápice anatómico de 6 y 10mm correspondientes a los tercios medio y cervical. (Figura 3)

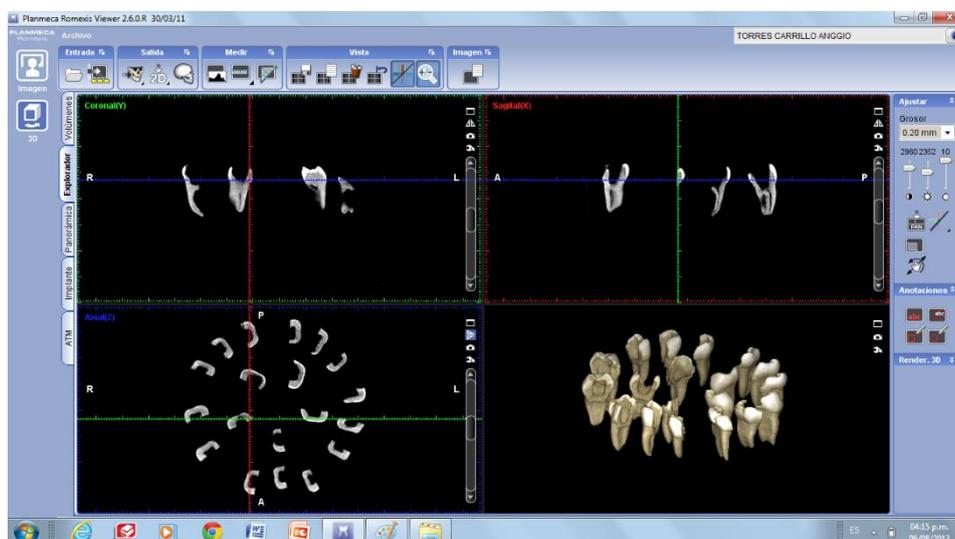


Figura 3: Programa Planmeca Romexis

Fue medida la distancia entre los bordes del conducto no instrumentado y los bordes de las raíces en mesial y distal. Después de la instrumentación los mismos puntos de referencia fueron utilizados para obtener las medidas postoperatorias.

### Instrumentación del conducto radicular

Se usó el motor rotacional E-Cube Black (Saechin, Korea). La secuencia de instrumentos del sistema Mtwo (VDW, Germany) fue: 10.04, 15.05, 20.06 y 25.06 todas a longitud de trabajo y a una velocidad de 280rpm - 2.1N. La secuencia del sistema Twisted File (SybronEndo, USA) fue: 25.08, 25.06, 25.04, 25.06 mediante la técnica corono apical a una velocidad de 500rpm - 5N. Se trabajó de acuerdo con las instrucciones de cada fabricante. Se descartó cada lima rotatoria después de preparar 5 conductos radiculares. Tras cada cambio de lima, se irrigó con 2 ml de hipoclorito de sodio al 1%. La irrigación final se dio con 5ml de EDTA 17% (Maquira, Brasil) seguido de 5ml de hipoclorito de sodio al 1%.

### Transporte del conducto

Se basa en la fórmula creada por Gambill et al.  $(X1 - X2) - (Y1 - Y2)$  donde X1 es la distancia entre el borde mesial de la raíz y el borde mesial del conducto no instrumentado, X2 es la distancia entre el borde mesial de la raíz y el borde mesial del conducto instrumentado. Y1 es la distancia entre el borde distal de la raíz y el borde distal del conducto no instrumentado y Y2 es la distancia entre el borde distal de la raíz y el borde distal del conducto instrumentado. (Figura 4)

Valores iguales a cero indican ausencia de transportación, un valor negativo representa el transporte a la dirección distal y un valor positivo transporte hacia la dirección mesial.

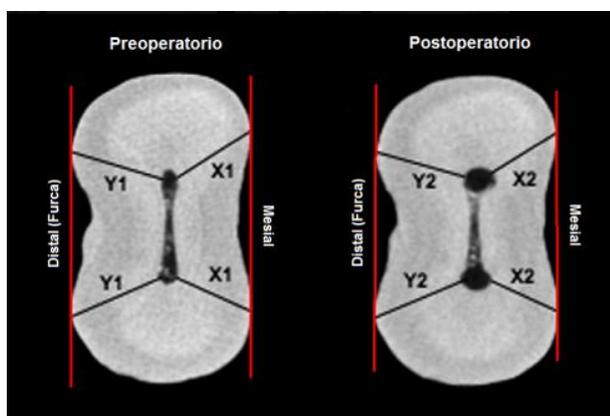


Figura 4: Imagen representativa del corte transversal antes y después de la instrumentación.

### Capacidad de centricidad

Esta relación se calculó en cada sección, utilizando los valores obtenidos durante el cálculo del transporte apical a partir de la siguiente fórmula:  $(X1 - X2) / (Y1 - Y2)$ . Esta ecuación se eligió de acuerdo con el valor del numerador, que fue siempre el resultado más bajo obtenido por las diferencias. De acuerdo con esta fórmula los resultados indican lo siguiente: 1 (Centrado perfecto), 0.60 – 0.99 (Bueno), 0.40 – 0.59 (Moderado), 0.01 – 0.39 (Pobre), 0 (Ninguna capacidad de centrado).

Para el análisis estadístico se realizaron las pruebas estadísticas T de Student y U de Mann-Whitney. Se trabajó con un nivel de confianza del 95%.

### RESULTADOS

En el tercio medio ambos sistemas transportaron hacia la pared distal del conducto. Cuando se comparó el valor medio de transporte entre los sistemas por medio de la prueba T de Student no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.559$ ) (Tabla 1).

**Tabla 1:** Comparación de la transportación del conducto a nivel del tercio medio entre los sistemas Mtwo y Twisted File.

Grupo	n	Media	valor p*
Sistema Mtwo	30	-0.002	0.559
Sistema Twisted file	30	-0.019	

\* Prueba t de Student

En el tercio cervical ambos sistemas transportaron hacia la pared mesial del conducto. Cuando se comparó el valor medio de transporte entre los sistemas por medio de la prueba T de Student no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.515$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2:** Comparación de la transportación del conducto a nivel del tercio cervical entre los sistemas Mtwo y Twisted File.

Grupo	n	Media	valor p*
Sistema Mtwo	30	0.08	0.515
Sistema Twisted file	30	0.05	

\* Prueba t de Student

En el tercio medio ambos sistemas mantuvieron una moderada capacidad de centrado. El valor más alto lo obtuvo el sistema Twisted File. Cuando se comparó el valor medio de centricidad entre los sistemas por medio de la prueba U de Mann Whitney no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.420$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3:** Comparación de la centricidad del conducto a nivel del tercio medio entre los sistemas Mtwo y Twisted File

Grupo	n	Media	Rango Promedio	valor p*
Sistema Mtwo	30	0.41	28.68	0.420
Sistema Twisted file	30	0.47	32.32	

\* Prueba U de Mann Whitney

En el tercio cervical el sistema Twisted File mantuvo una moderada capacidad de centrado. El valor más bajo lo obtuvo el sistema Mtwo. Cuando se comparó el valor medio de centricidad entre los sistemas por medio de la prueba T de Student no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.514$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4:** Comparación de la centricidad del conducto a nivel del tercio cervical entre los sistemas Mtwo y Twisted File

Grupo	n	Media	valor p*
Sistema Mtwo	30	0.38	0.514
Sistema Twisted file	30	0.43	

\* Prueba t de Student

## DISCUSIÓN

El uso de dientes recientemente extraídos tiene la ventaja de reproducir con mayor exactitud las condiciones clínicas. Las variaciones y dificultades que pueden interferir en su instrumentación como por ejemplo la dureza de la dentina, la presencia de curvaturas y principalmente la anatomía interna son mejor representadas.<sup>5,17,18,19</sup>

La tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) proporciona imágenes de calidad diagnóstica con buena resolución, menor tiempo de exposición, menor radiación y una evaluación tridimensional sin destrucción de las muestras.<sup>20,21,22,23</sup>

No obstante, surgió un inconveniente al evaluar el tercio apical ya que no existía un límite definido en la imagen que nos permitiera reconocer los bordes del conducto; el análisis a este nivel hubiera sido subjetivo e impreciso. Por lo que nos limitamos a evaluar el tercio medio y cervical. Se recomendaría en estudios futuros utilizar un tomógrafo con un volumen de campo más pequeño 40 x 40mm.

En relación con la dirección del transporte, al igual que en otros trabajos consideramos dos direcciones: mesial y distal. Haas Villas boas indicó que, debido a la irregularidad de los istmos entre los conductos mesiales, es imposible determinar el diámetro vestíbulo-lingual exacto.<sup>(17)</sup>

Los sistemas Mtwo y Twisted file abogan por secuencias de uso sencillas, con pocos instrumentos y velocidades de funcionamiento recomendadas de 280 rpm para el sistema Mtwo y de 500 rpm para el sistema Twisted File. El calibre apical de la preparación se realizó con la misma conicidad y tamaño de punta. (#25/06) Igualando así el volumen de metal de la lima, dado que el incremento del volumen del metal disminuye la flexibilidad del instrumento.<sup>(18)</sup>

Los dos instrumentos presentaron desvíos hacia la pared externa e interna del conducto en proporciones muy semejantes. Muchos estudios relacionan la dirección del transporte hacia la pared externa en el tercio apical<sup>(18)</sup> cuando los instrumentos están dentro de un conducto curvo. Y hacia la furca en el tercio medio y cervical.

El transporte del conducto fue medido mediante secciones transversales representando los tercios medio y cervical. En ningún grupo, el transporte superó los 0.08 mm y aunque el grupo instrumentado con el sistema Mtwo obtuvo el mayor índice de transporte a nivel cervical no existieron diferencias estadísticamente significativas al comparar los resultados entre sistemas.

Los resultados con menor índice de transporte pueden estar relacionados a las características de los instrumentos estudiados. Las limas Twisted File presentan un módulo de elasticidad menor que las limas convencionales de Níquel titanio gracias al tratamiento térmico de la aleación (Fase R), a su fabricación por torsión en lugar de torneado y al electro pulido de su superficie. Un módulo menor de elasticidad permite un mejor comportamiento en conductos curvos y una conformación más respetuosa con la anatomía original.<sup>(18)</sup>

El sistema rotatorio Twisted File utiliza una técnica de instrumentación corono-apical. Esta técnica reduce la fricción de la lima cuando corta dentina ya que

solamente una parte de esta trabaja en el conducto radicular. Esta menor fricción disminuye la incidencia del transporte apical debido a que la lima trabaja libremente en el interior de los conductos.

El sistema Mtwo en cambio trabaja con todas sus limas a longitud de trabajo con suave movimiento de dentro a fuera, en lo que el fabricante denomina "técnica de longitud simple". Esta secuencia de instrumentación puede originar un aumento del estrés en la primera lima rotatoria utilizada, favoreciendo un mayor riesgo de fractura de la lima u otros accidentes iatrogénicos.

Sin embargo, los valores del transporte obtenidos en este estudio muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el sistema Mtwo y Twisted File. La alta flexibilidad de las limas Mtwo, su peculiar sección transversal, pitch variable y surcos profundos podrían proporcionarles a este sistema una buena resistencia a la fatiga cíclica.

Nuestros resultados se encuentran alejados del ideal (100%) para mantener el eje del conducto centrado, indicando que hubo cierto grado de transporte en las muestras. El sistema Twisted File presentó los valores más altos de centricidad en el tercio medio (0.47) y cervical (0.43). Este resultado va de acuerdo con los estudios de Uroz<sup>(18)</sup>, Gonzales<sup>(19)</sup>, Gergi<sup>(20)</sup> y Stern.<sup>(24)</sup>

Kishore et al. Concluyeron que el sistema HyFlex CM mostró menor transporte y mejor centricidad a diferencia del sistema Twisted File y WaveOne. Los resultados no fueron significativos a nivel apical para los tres sistemas. El sistema Twisted File fue el segundo grupo con mejores resultados.<sup>(15)</sup>

Camargo et al. En un estudio reciente compararon los sistemas Reciproc, Prodesign R y el sistema Mtwo en la preparación de conductos MB2. No hubo diferencias significativas entre los tres grupos con respecto al transporte y centricidad. Sin embargo, se detectó una perforación con la lima 25.06 de Mtwo. En nuestro estudio no usamos esa conicidad por ser excesiva en conductos curvos.<sup>(25)</sup>

El sistema Mtwo presentó los valores más bajos de centricidad en el tercio medio (0.41) y cervical (0.38). Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas.

En conclusión, la instrumentación rotatoria con los sistemas Mtwo y Twisted File en conductos mesiales de molares inferiores, no promovieron alteraciones importantes. Peters<sup>(26)</sup> considera que transportes mayores que 0.30 mm puede tener un impacto negativo en el sellado de la obturación, influenciando en el pronóstico del tratamiento. No se produjeron errores como escalones, perforaciones, ni transporte

por encima de 0.08 mm lo que indica la seguridad en la preparación de los conductos radiculares con estos instrumentos rotatorios.

#### Agradecimientos:

Dr. Andrés Agurto Huerta, especialista en Radiología Oral y Maxilofacial.

Dr. John Torres Navarro, especialista en Endodoncia.

#### Contribuciones de autoría:

ATC y RMP participaron en el diseño del estudio, recolección y análisis de datos. Redactaron y aprobaron el artículo.

#### Fuente de financiamiento:

Autofinanciado

#### Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hilú R, Coahuila H, Pérez A, Zevallos M. Evaluación de la conformación del tercio cervical de los conductos radiculares instrumentados con los sistemas ProTaper y Mtwo. *RAOA*. 2009; 97(1): 1001-7.
- Bergenholtz G, Horsted P, Claes R. *Textbook of endodontology*. 2ª edición. Editorial Wiley – Backwell; 2010.
- Leonardo M. *Endodoncia*. 1ª ed. Editorial Artes Médicas Latinoamérica; 2009.
- Gambarini G, Grande N, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*. 2008; 34(8): 1003-5.
- Seixas F. Avaliação histológica da limpeza dos canais radiculares promovida por diferentes métodos de irrigação e análise tomográfica de área apical no cumprimento de trabalho. (tesis doctoral). Ribeirão Preto: Biblioteca digital de teses e dissertações da Universidade de São Paulo; 2011.
- Pedullá E, Plotino G, Grande N, Pappalardo A, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of four nickel-titanium rotary instruments: a comparative study. *Ann Stomatol*. 2012; 3(2): 59-63.
- Plotino G, Grande N, Melo M, Bahía M, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of NiTi Rotary instruments in a simulated apical abrupt curvature. *Int Endod J*. 2010; 43: 226-30.
- Drukteinis S, Peciulienė V, Dummer P, Hupp J. Shaping Ability of BioRace, ProTaper Next and Genius Nickel Titanium Instruments in Curved Canals of Mandibular Molars: A Micro-CT Study. *Int Endod J*. 2019; 52(1): 86-93.
- Hashem A, Ghoneim A, Lutfy R, Foda M, Omar G. Geometric analysis of root canals prepared by four Rotary NiTi shaping systems. *J Endod*. 2012; 38(7): 996-1000.

10. Schäfer E, Erter M, Dammaschke T. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2006; 39: 203-12.
11. Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Canal Transportation Instrumented by Different Kinematics Rotary Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2014; 40(8): 1223-7.
12. Saberi N, Patel S, Mannocci F. Comparison of centring ability and transportation between four nickel titanium instrumentation techniques by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2017; 50(6): 595-603.
13. Silva E, Pacheco P, Pires F, Belladonna F, De-Deus G. Microcomputed tomographic evaluation of canal transportation and centring ability of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems. *Int Endod J.* 2017; 50(7): 694-99.
14. Cotton T, Geisler T, Holden D, Schwartz S, Schindler W. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007; 33(9): 1121-32
15. Kishore A, Gurtu A, Bansal R, Singhal A, Mohan S, Mehrotra A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted Files, HyFlex controlled memory, and Wave One using computed tomography scan: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017; 20(3): 161-65.
16. Schneider S. Comparison of the canal preparation in straight and curved root canals. *Oral Surg* 1971; 32: 271-5
17. Villas Bôas et al. Micro-Computed Tomography Study of the Internal Anatomy of Mesial Root Canals of Mandibular Molars. *J. Endod.* 2011; 37(12): 1682-6.
18. Uroz D, González M, Ferrer C. Shaping ability of Mtwo and Twisted File rotary systems in curved root canals. *J Clin Exp Dent.* 2012; 4(5): 275-80.
19. Gonzales L, Gavini J, Branco F, Sanchez R, Dos Santos M. Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. *OOOOE.* 2011; 112(6): 143-8.
20. Gergi R, Abou J, Sader J, Naaman A. Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of Twisted Files, Path file - ProTaper System, and Stainless Steel Hand K-Files by Using Computed Tomography. *J Endod.* 2010; 36(5): 904-7.
21. Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto M. D, Silva R. G. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J.* 2009; 42: 499-506.
22. Hasheminia S, Farhad A, Sheikhi M, Soltani P, Hendi S, Ahmadi M. Cone-beam Computed Tomographic Analysis of Canal Transportation and Centering Ability of Single-file Systems. *J Endod.* 2018; 44(12): 1788-91.
23. Nathani T, Nathani A, Pawar A, Khakiani M, Ruiz X, Olivieri J. Canal Transportation and Centering Ability in Long Oval Canals: A Multidimensional Analysis. *J Endod.* 2019; 45(10): 1242-47.
24. Stern s, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography ( $\mu$ CT). *Int Endod J.* 2012; 45(6): 514-23.
25. Camargo E, Duarte M, Marques V, Só M, Duque J, Alcalde M, Vivan R. The ability of three nickel-titanium mechanized systems to negotiate and shape MB2 canals in extracted maxillary first molars: a micro-computed tomographic study. *Int Endod J.* 2019; 52(6): 847-56.
26. Peters O. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004; 30(8): 559-67.