



COMPARACIÓN DEL TRANSPORTE APICAL MEDIANTE CONE BEAM UTILIZANDO
DOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION ROTATORIA (*MTWO Y PROTAPER NEXT*).

AUTOR: MANUEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ

Tesina presentada en el Postgrado de Endodoncia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la
Universidad del Desarrollo para optar al Postítulo de Especialista en Endodoncia.

PROFESOR GUÍA

Cristian Weitzel Franzani

Junio 2018

Concepción – Chile.

TABLA DE CONTENIDOS

<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>ii</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>iii</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>Capítulo I. MARCO TEÓRICO</i>	<i>2</i>
<i>Capítulo II. SUPUESTO O PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</i>	<i>13</i>
2.1 Pregunta de investigación:.....	13
2.2 Objetivo general:	13
2.3 Objetivos específicos:.....	13
2.4 Criterios de inclusion:.....	13
2.5 Criterios de exclusión:	14
2.6 Variables:	14
<i>Capítulo III. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS</i>	<i>15</i>
3.1. Descripción de la metodología.....	15
<i>Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	<i>28</i>
<i>Capítulo V. CONCLUSIONES</i>	<i>32</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>33</i>
<i>Capítulo VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</i>	<i>34</i>

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 3.1. Análisis metodológico con respecto a estudios relacionados con transporte radicular.	15

RESUMEN

Introducción: El objetivo de esta revisión narrativa es comparar el transporte apical de la zona de riesgo mediante Cone Beam, utilizando dos sistemas de instrumentación rotatoria (*Protaper Next* y *Mtwo*). **Método:** La búsqueda de los estudios fue realizada en las bases de datos electrónicas: *Journal of Endodontics*, *International Journal of Applied Dental Sciences*, *Dental Research Journal*, *Journal of Research in Medical and Dental Sciences*, *International Endodontic Journal*, entre otras. Para seleccionarlos se siguieron los siguientes criterios de inclusión: Estudios experimentales en idioma español e inglés, *in vitro* realizados en dientes extraídos de humanos o canales artificiales, publicados entre el año 2012 y 2018, que evalúen como mínimo un objetivo de este estudio. **Resultados:** Se seleccionaron 17 artículos que evaluaron el transporte apical, de los cuales 13 estudios demostraron que el transporte apical, utilizando tanto *Mtwo* como *Protaper Next*, no es estadísticamente significativo por lo que se pueden emplear con seguridad, según los protocolos establecidos en conductos con curvaturas moderadas a severas, de acuerdo al método de *Schneider*. Por otro lado, 5 estudios demostraron que *Mtwo* o *Protaper Next* producían un transporte estadísticamente significativo en algún nivel del sistema de conductos. **Conclusión:** En la mayoría de los estudios analizados, el transporte apical producido por el sistema de instrumentación mecanizada *Mtwo* y *Protaper Next*, no es estadísticamente significativo y no hubo diferencia significativa entre un sistema y otro, por lo que no se demuestra superioridad de un sistema sobre otro en cuanto al transporte apical de la zona de riesgo.

INTRODUCCIÓN

La estabilidad dentaria puede verse afectada por los procedimientos de instrumentación de los canales radiculares, puesto que un desgaste excesivo repercutirá de manera directa sobre la estabilidad radicular y por lo tanto también influirá en la sobrevida del diente.

Por otro lado, existen conductos curvos que representan un reto durante la preparación biomecánica del sistema de conductos, ya que es el principal factor de riesgo para la separación de instrumentos resultante de los esfuerzos de flexión (stress flexural). También existe mayor probabilidad que ocurran accidentes como perforaciones escalones, fractura de instrumentos y transportación del conducto radicular.

Además, la tomografía computarizada *Cone Beam* (CBCT) constituye un cambio revolucionario en odontología, debido a que proporciona una imagen tridimensional con relativamente baja exposición a la radiación, en comparación con la tomografía convencional de uso exclusivamente médico, que requiere mucho mayor tiempo de exposición, como también altas dosis de radiación (Vaudt, Bitter, Neumann y Kielbassa, 2009).

Esta revisión tiene como objetivo comparar el transporte apical de la zona de riesgo mediante Cone Beam, utilizando dos sistemas de instrumentación rotatoria (*Protaper Next* y *Mtwo*).

Capítulo I. MARCO TEÓRICO

La preparación mecánica del sistema de conductos radiculares (RCS) es uno de los pasos más importantes del tratamiento endodóntico para limpiar las paredes del conducto y crear una forma cónica para facilitar el acceso, el riego eficaz y la obturación tridimensional del RCS, dando como resultado la reducción de la dentina radicular (Mesgarani, Hamidi, Haghanifar, Naiemi, Bijani, 2018).

Además, la preparación mecánica del conducto radicular tiene como objetivo la remoción de tejido, tanto orgánico como inorgánico para conformar un sitio apropiado que permita la desinfección, junto con agentes químicos, y la posterior obturación del sistema de conductos (Moser, C. 2017).

Tradicionalmente la conformación del canal radicular, ha sido llevado a cabo mediante limas de acero inoxidable. Sin embargo, durante el año 1980 las limas de Níquel Titanio (*NiTi*) fueron introducidas en el mercado (Peters, 2004).

Según Mohsen, Abdollah, Somayyeh, Allahyar y Mohammad, en el 2018 publicaron que la limpieza y la conformación son pasos esenciales en los procedimientos de tratamiento del conducto radicular para eliminar los restos y microorganismos responsables de la infección endodóntica. Desde la introducción de los instrumentos rotatorios de NiTi, se ha demostrado que varios sistemas de limas de *NiTi* pueden mantener la forma original del canal, reducir los errores de procedimiento y preparar el canal más rápido.

Según la Asociación Americana de Endodoncia, se define transporte apical como “La

remoción de la estructura de las paredes del canal radicular en la parte externa de la curvatura, de la porción apical del canal, producida por la capacidad de las limas para volver a su posición original durante la instrumentación” (Ulmann, F y cols. 2008). El transporte apical (TA) mueve el extremo del canal fisiológico a una nueva ubicación en la superficie de la raíz externa y da como resultado la acumulación de desechos y microorganismos residuales debido a una limpieza y conformación inadecuada del extremo del canal, dando como resultado una preparación del canal que no es resistente para la compactación de gutapercha, produciéndose una deficiente condensación y una sobreextensión de gutapercha. (Mesgarani, Hamidi, Haghanifar, Naiemi, Bijani, 2018).

Para evitar este fenómeno se han desarrollado nuestras técnicas e instrumentos, como es la aleación Níquel-Titanio (*NiTi*) para la confección de limas, otorgándole más flexibilidad y resistencia a la fractura, además de mejorar la conformación del conducto, lo que permite una irrigación y desbridamiento mas eficaz.

Estas limas de *NiTi* presentan una buena eficacia de corte (Kim, Kwak, Cheung, Ko, Chung & Lee, 2012), lo que permite realizar una preparación del canal radicular de manera mas rápida, con menos desgaste dentinario, gran eficiencia de corte, y reduciendo el riesgo de transporte, dejando una conformación anatómicamente aceptable (Arias, Perez Higuera, de la Macorra, 2008).

Cabe destacar, que los instrumentos de NiTi debido a su propiedad súper elástica, conservan la forma cónica real del canal durante la preparación y, finalmente, disminuyen el riesgo de transporte del canal. Sin embargo, los altos precios y el riesgo

de separación de los instrumentos y fracturas se encuentran entre las deficiencias de estos sistemas que pueden provocar la falla en la preparación del canal. Considerando estas deficiencias, los fabricantes han modificado estos sistemas para mejorar sus propiedades y han introducido nuevos sistemas al mercado, como lo es *Mtwo*. A diferencia de otros sistemas rotativos, las limas *Mtwo* de tamaño pequeño (10/04 y 15/05) alcanzan la Longitud de Trabajo (LT) y se usan al comienzo de la preparación del conducto radicular para acceder al tercio apical (Mesgarani, Hamidi, HaghaniFar, Naiemi, Bijani, 2018).

También es importante mencionar que uno de los principales desarrollos hechos a las limas *Protaper Next* (PTN) sobre el *ProTaper Universal* (PTU) (*Dentsply Maillefer*) es que las limas están hechas de *M-wire*, un nueva fase de aleación de níquel-titanio. *M-wire* aumenta la flexibilidad y mejora la resistencia a la fatiga cíclica (Moawad, Blundell, Preston & Jarad, 2017).

En 1980, Abou-Rass, acuñó los términos zona de peligro y zona de seguridad. Así, se define como zona de peligro o riesgo, como el área delgada en la pared del conducto radicular que es susceptible a sufrir perforación en banda por instrumentación excesiva. La zona de seguridad, es la porción gruesa de dentina, en la cual el limado hacia este sector no reviste riesgo de perforación, más bien, permite la disminución del grado de curvatura del conducto radicular. La zona de peligro esta situada entre 4 a 6 mm por debajo de la cámara pulpar (Abou-Rass, M. Frank, A. Glick, D. 1980).

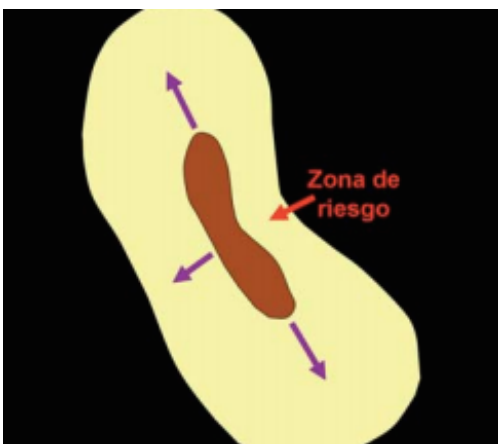


Figura 1: Zona de riesgo indicada con color rojo y zona de seguridad sobre las flechas moradas. Caviedes, J., Azuero, M.M., & Muñoz, A. (2009). Manejo de conductos curvos y estrechos con instrumentos rotatorios Mtwo. *Revista Oficial de la Asociación Española de Endodoncia*, 27(2): 86 – 92.

Se han descrito varios métodos para determinar o clasificar las curvaturas de los conductos y la más utilizada es la Técnica de *Schneider*. Consiste en trazar una línea paralela a lo largo del eje del conducto del tercio coronal, luego una segunda línea paralela es trazada desde el foramen apical a un punto donde se une con la primera, que consiste en el inicio de la curvatura y el ángulo formado es el que se mide.

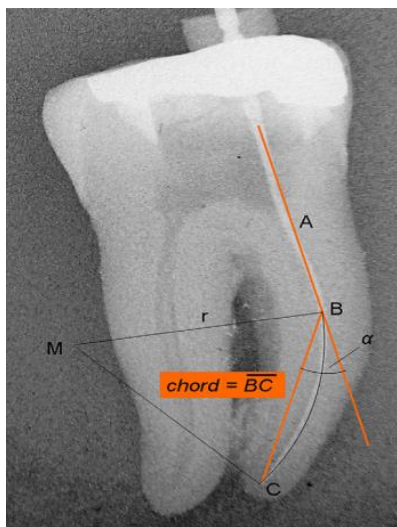


Figura 2: Determinación de la curvatura radicular con fórmula de Schneider. Bürklein, S., & Schäfer, E. (2013). Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endodontic Topics*, 29(1): 110 – 124.

Clasificación:

- Conducto recto: 0° - 9°.
- Curvatura moderada: 10° - 24°.
- Curvatura severa: 25° - 70°.

Los instrumentos *Mtwo* (*VDW, Anteo, Munich, Alemania*) tienen un diseño de sección transversal en forma de S y dos bordes de corte, además de su punta que es inactiva (Mokhtari, Niknami, Sohrabi, Habibivand, Mokhtar, Rahimi & Zand, 2014). La longitud de estos instrumentos puede ser de 21, 25 o 31 mm. Además, en los instrumentos *Mtwo*, la distancia entre el borde de corte es progresiva y el espacio para retirar la dentina es más profundo en la parte posterior de la cuchilla ayudando así a reducir el bloqueo y la acumulación de dentina, permitiendo al instrumento avanzar hacia el área apical en forma segura mientras trabaja más eficazmente en el tercio coronario.

Este diseño tiene las ventajas que elimina el enroscado en las paredes del canal y reduce la extrusión de desechos más allá del ápice (Mohsen, Abdollah, Somayyeh, Allahyar y Mohammad, 2018).

En cuanto al protocolo de uso de *Mtwo*, se comienza con la lima morada (10/04), luego la lima blanca (15/05), amarilla (20/06) y finalmente la lima roja (25/06). También existe una serie accesoria u opcional y son: azul (30/05), verde (35/04) y negro (40/04). Entre cada instrumento se debe repasar con una lima manual de pequeño calibre (010) e irrigar abundantemente (irrigación y aspiración), manteniendo siempre el sistema de conductos irrigado durante el paso de los instrumentos *Mtwo*.

Las diferentes conicidades de las limas *Mtwo* son fácilmente distinguibles por el número de anillos en el mango: Conicidad .04 corresponde a 1 anillo, conicidad .05 a 2 anillos, conicidad .06 a 3 anillos y conicidad .07 a 4 anillos.



Figura 3: Serie básica de limas *Mtwo*.



Figura 4: Limas accesorias *Mtwo*.

La evidencia actual muestra que las limas *Mtwo* no cambian la anatomía de la raíz. Su riesgo de fractura es bajo en los canales curvos y limpia mejor los desechos en el conducto radicular en comparación con otros sistemas rotatorios (Mesgarani, Hamidi, Haghanifar, Naiemi & Bijani, 2018).

Por otro lado, los instrumentos PTN exhiben un diseño de sección transversal rectangular para una fuerza superior y un movimiento rotatorio asimétrico excepcional, que mejora la eficacia de conformación del canal de acuerdo con el fabricante (Elnaghy y Elsaka, 2014).

En cuanto al protocolo de uso de *Protaper Next*, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Preparar un acceso en línea recta al orificio de entrada del conducto.
2. Explorar el conducto utilizando limas manuales pequeñas, determinar LT, verificar la permeabilidad y comprobar que haya una permeabilidad suave, reproducible.
3. Irrigar siempre y, si es necesario, aumentar la permeabilidad utilizando limas manuales pequeñas o limas para permeabilidad mecanizadas específicas.
4. Ante la presencia de NaOCl, cepillar y seguir a lo largo de la permeabilidad con la lima *Protaper Next X1*, en una o más pasadas, sino con limas manuales pequeñas si es necesario, hasta alcanzar la LT.
5. Utilizar una *Protaper Next X2*, exactamente como se describió para la lima *Protaper Next X1*, hasta alcanzar la LT.
6. Examinar las espiras apicales de la lima *Protaper Next X2*. Si están cargadas de dentina, se ha acabado la conformación; luego, se debe introducir un cono

maestro de gutapercha del tamaño adecuado o el verificador y el conducto está listo para la desinfección.

7. Si no, calibrar el tamaño del foramen con una lima manual numero 025 y, si la lima ofrece resistencia al alcanzar la LT, el conducto ya está conformado, listo para la desinfección.
8. Si la lima manual numero 025 queda suelta al alcanzar dicha longitud, hay que seguir trabajando con la lima *Protaper Next X3*, y, si es necesario, la *Protaper Next X4* o la *Protaper Next X5*, calibrando, después de utilizar cada instrumento, con las limas manuales numero 030, 040 o 050, respectivamente.

Durante el protocolo de uso, irrigar y volver a utilizar una lima manual pequeña después de cada un instrumento *Protaper Next* de la secuencia y volver a irrigar.



Figura 5: Secuencia de uso de limas *Pathfile* y *Protaper Next* (*Dentsply Maillefer*).

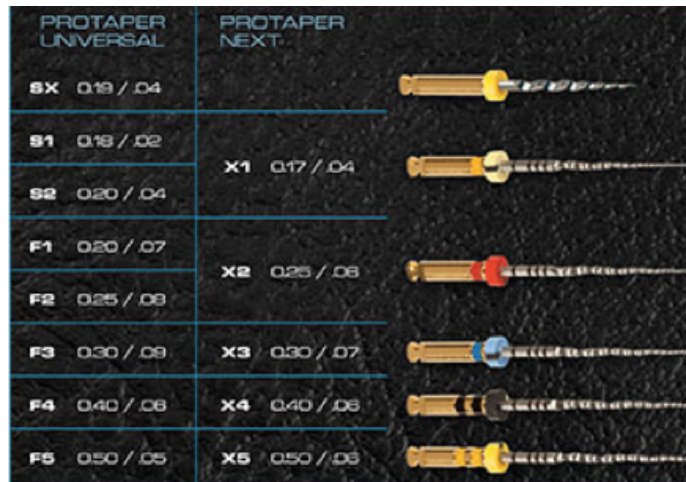


Figura 6: Secuencia de uso de limas *Protaper Universal* y *Protaper Next* (*Dentsply Maillefer*).

Ambos sistemas han sido evaluados en numerosas investigaciones relacionadas con la limpieza y modelado de conductos radiculares con curvatura severa (Foschi et al., 2004, Kuzekanani et al., 2009, Vahid et al., 2009, Machado et al., 2010, Yang et al., 2011)

Se han utilizado diversos métodos para evaluar la instrumentación de diferentes sistemas rotatorios NiTi, incluyendo secciones histológicas, modelos de plástico, secciones en serie, microscopía electrónica de barrido, comparaciones radiográficas, impresiones de silicona de canales instrumentados y finalmente tomografía microcodificada (Elnaghy & Shaymaa, 2014).

La tomografía computarizada se hizo una técnica popular de diagnóstico en la práctica de endodoncia. Una encuesta basada en la web, enviada por correo electrónico a 3844 miembros activos de la Asociación Estadounidense de Endodncistas en los Estados Unidos y Canadá informó un aumento significativo en el uso de imágenes por

tomografía computarizada (*CBCT*) de haz cónico; El 34.2% de 1369 encuestados indicaron que estaban usando imágenes de *CBCT* para fines de diagnóstico y planificación del tratamiento. A pesar de que la dosis efectiva de radiación del *CBCT* es menor que la tomografía computarizada multicorte, aún es significativamente más alta que la radiografía panorámica o apical. Además, aún no están claros los riesgos para la salud a largo plazo acerca del uso de *CBCT* en la práctica endodóntica. Por lo tanto, la mayor popularidad y las tasas de uso de este examen complementario en la práctica de endodoncia, junto con sus riesgos desconocidos para la salud, pueden ser un importante problema de salud a largo plazo (Rosen & cols., 2015).

La tomografía computarizada permite la reconstrucción de imágenes tridimensionales (3D) de secciones hechas del conducto radicular. La tomografía computarizada con rayo cónico (*CBCT*) es una nueva modalidad de imágenes que utiliza un sensor 2D y una viga en forma de cono en lugar de ventilador. Esta tecnología se ha utilizado para evaluar la morfología del conducto radicular, las fracturas y los cambios en la estructura del conducto después de la preparación. (Mesgarani, Hamidi, Haghanifar, Naiemi, Bijani, 2018).

El uso de tecnología *Cone Beam* ha demostrado dar buenos resultados en la medición de longitudes de las paredes de canales radiculares al compararlo con otros métodos como la imagen radiográfica, el corte transversal y la división longitudinal (Gluskin, Brown & Buchanan, 2001).

La Federación Dental Americana (FDA) aprobó en el año 2000 el uso del tomógrafo

computarizado *Cone Beam* aplicado a Odontología, donde se ha venido utilizando en variados estudios: medición del grosor del esmalte dental, evaluación de la cantidad y grosor óseo, estudio de la morfología de los conductos radiculares, las múltiples patologías periodontales y endodónticas, así como también, la posibilidad de evaluar fracturas dentales, reabsorciones internas y externas, estudios implantológicos, principalmente (Estrela y cols. 2008).

Capítulo II. SUPUESTO O PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Pregunta de investigación:

¿Cómo es el transporte apical del sistema rotatorio *Mtwo* comparado con *Protaper Next* mediante *Conebeam*?

2.2 Objetivo general:

Comparar el transporte apical de la zona de riesgo mediante *Cone Beam*, utilizando dos sistemas de instrumentación rotatoria (*Mtwo* y *Protaper Next*).

2.3 Objetivos específicos:

1. Determinar el transporte en la zona de riesgo del sistema *Mtwo* para conductos con curva moderada a severa.
2. Determinar el transporte en la zona de riesgo del sistema *Protaper Next* para conductos con curva moderada a severa.

2.4 Criterios de inclusion:

- Estudios en idioma español e ingles.
- Estudios *in vitro* realizados en dientes extraídos de humanos o en canales artificiales.
- Estudios publicados entre el año 2012 y 2018.
- Estudios que evalúen como mínimo 1 objetivo de este estudio.

2.5 Criterios de exclusión:

- Estudios *in vivo*.
- Estudios realizados en dientes temporales
- Estudios realizados en animales.

2.6 Variables:

- Sistema rotatorio Protaper Next (Variable independiente)
- Sistema Rotatorio Mtwo (Variable independiente)
- Zona de riesgo (Variable dependiente)

Capítulo III. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.1. Descripción de la metodología

Tabla 3.1. Análisis metodológico con respecto a estudios relacionados con transporte radicular.

Tipo de estudio	Tipo de intervención	Variables	Análisis matemático	Calidad muestral
<p>Bürklein, Hinschitza, Dammaschke & Schafer, 2012.</p> <p>Estudio experimental</p>	<p>Un total de 80 dientes humanos extraídos con al menos una raíz curva y un canal curvo. Se incluyeron los dientes con ángulos de curvatura entre 25° y 39°. Conductos se permeabilizaron con instrumento manual tamaño 010. Se utiliza motor eléctrico VDW SILVER RECIPROC.</p>	<p>-Capacidad de modelado: diferencia entre la curvatura del canal antes y después de la instrumentación</p> <p>-Tiempo de exposición: incluyó la instrumentación activa, el tiempo requerido para cambiar los instrumentos, limpiar las estrías de los instrumentos y el riego.</p> <p>-Limpieza del canal: se evaluó en tres áreas,</p>	<p>-Análisis de varianza (ANOVA)</p> <p>-Test <i>Student-Newman-Keuls</i></p> <p>-Test de <i>Kruskal-Wallis</i>.</p>	<p>Cada diente se colocó en una montura radiográfica hecha de material de impresión a base de silicona. Se tomaron radiografías antes de la instrumentación con instrumento manual tamaño 015.</p>

		mediante una escala numérica.		
Mesgarani, Hamidi, Haghanifar, Naiemi, Bijani, 2018. Estudio experimental	Un total de 40 primeros molares maxilares extraídos y con una curvatura $>40^\circ$ se seleccionaron de acuerdo a Zhang & cols. Conductos se permeabilizaron con una <i>K-file</i> #10 y la LT se consideró 1 mm por debajo de la longitud del canal.	-Transporte apical: mueve el extremo del canal radicular a una nueva ubicación en la superficie de la raíz externa -Capacidad de centrado: mantener la ruta original del canal y evitando el transporte	-Test <i>T Student</i> - <i>Chi-cuadrado</i>	Antes de la preparación del sistema de conductos, las imágenes del <i>CBCT</i> se obtuvieron utilizando el sistema de imagen dental <i>Cranex 3D</i> , con un FOV de 6×8 y tamaño de vóxel de $0,1 \text{ mm} \times 0,1 \text{ mm}$, perpendiculares al eje longitudinal de la raíz.
Aminsobhani, Ghorbanzadeh, Dehghan, Niasar & Kharazifard, 2018. Estudio experimental	Un total de 76 primeros y segundos molares mandibulares extraídos. Se seleccionaron raíces mesiales y distales con curvaturas entre 15 a 45° , según	-Capacidad de centrado: la distancia más corta desde la superficie externa de cada raíz hasta la periferia de los canales instrumentados y no instrumentados	-Análisis de varianza (ANOVA) -Test <i>T post hoc</i>	Los forámenes apicales se sellaron con cera dental y todos los dientes se montaron en bloques de resina acrílica de 10 cm de diámetro. Las imágenes previas a la instrumentación fueron tomadas por la máquina <i>CBCT Alphard</i>

	Schneider. Conductos se permeabilizaron con un instrumento <i>K-file</i> de acero inoxidable #10	-Espesor restante de dentina: no se menciona		<i>VEGA</i> . Después de la conformación del canal, las imágenes de <i>CBCT</i> fueron analizadas en el software de visualización <i>Planmeca Romexis</i> (Versión 2.3.1.R, Finlandia)
Elnaghy & Shaymaa, 2014 Estudio experimental.	Un total de 60 molares mandibulares humanos extraídos con 2 canales mesiales separados. Se seleccionaron los conductos con curvaturas entre 25° y 35°, según el método de Shneider. Conductos se permeabilizaron con un instrumento <i>K-file</i> #10 (<i>Dentsply Maillefer</i>).	-Transporte del canal radicular: no se menciona -Relación de centrado: no se menciona -Volumen de dentina extraída: no se menciona	-Análisis de varianza unidireccional. -Test de <i>Tukey</i> -Test de <i>Kruskal-Wallis</i>	Las raíces se colocaron en un porta-objeto y se alinearon perpendicularmente a una viga y se exploraron antes y después de la instrumentación usando el escáner <i>CBCT Veraviewepocs 3D</i> (J. Morita, Kyoto, Japón). Se utilizó <i>Glyde (Dentsply Maillefer)</i> lubricante durante la instrumentación.
Barbosa, Albergaria,	Un total de 20 molares	-Capacidad de transporte: no se	-Análisis de varianza	Los dientes se dividieron

<p>Gesteira, Crusoé, Figueiredo & Bastos, 2015</p> <p>Estudio experimental.</p>	<p>mandibulares humanos. Para determinar el grado de curvatura se utilizo el método de Estrela et al. Se seleccionaron los dientes con una curvatura apical entre 20 Y 40°</p>	<p>menciona</p> <p>-Centricidad del canal: no se menciona</p>	<p>(ANOVA)</p> <p>-Test múltiple de <i>Tukey</i></p>	<p>aleatoriamente en 2 grupos(n= 10), identificados y montados en una mandíbula y unidos con material de impresión de silicona. Luego a las muestras se les asignó una caja de espuma de poliestireno con agua para atenuar los rayos de radiación y simular las condiciones clínicas del tejido blando.</p>
<p>Ramanathan, Solete, 2015.</p> <p>Estudio experimental</p>	<p>Un total de 30 premolares humanos mandibulares. La curvatura de los dientes fue hasta de 20°, según el método de Scheider. Se introdujo una lima K #15 (<i>Dentsply, Maillefer, Suiza</i>) hasta que se hizo visible desde el foramen apical y</p>	<p>Espesor restante de dentina: no se menciona</p>	<p>Test de <i>Tukey</i></p>	<p>Las muestras se dividieron en 10 para cada grupo de instrumentos rotativos.</p>

	la LT se estableció a 0.5 mm menos de este punto.			
BiccoDu, Thippannanavar, JayaSheel & Goud, 2016 Estudio experimental.	Un total de 45 conductos mesio bucales de primeros molares maxilares y mandibulares extraídos. Las curvaturas de las muestras fueron medidas de acuerdo al método de Schneider y fue de 10 a 35°. Para determinar la LT, se colocó una lima K #10 en el canal hasta que fue visible en el foramen apical y se le resto 0.5 mm para determinar la LT.	-Transporte del canal radicular: eliminación de la estructura de la pared del canal en la curva exterior en la mitad apical del canal -Cambios volumétricos: no se menciona	-Análisis de varianza (<i>ANOVA</i>) -Test <i>T</i> pareada.	Las raíces se colocaron en un porta-objeto hecho a medida (las muestras se colocaron en una lámina de cera y se numeraron, con el soporte de una hoja de cartón de papel) y se dividieron aleatoriamente en tres. Todos los grupos fueron escaneados por CT (<i>Toshiba Activion 16 Slice MDCT</i>)
Mokhtari, Niknami,	Un total de 45 primeros	-Transporte del canal: no se	-Test de <i>Friedman</i> no	Las muestras se dividieron

<p>Sohrabi, Habibivand, Mokhtar, Rahimi & Zand, 2014.</p> <p>Estudio experimental</p>	<p>molares mandibulares humanos extraídos. Se seleccionaron los conductos con curvaturas entre 22 a 40° y radios de curvatura de 5,5 a 9,9 mm, de acuerdo al método de Shneider. La LT se estableció a 1 mm por debajo del foramen apical, el cual se permeabilizo con una lima K #10. (<i>Dentsply, Maillefer, Suiza</i>)</p>	<p>menciona</p>	<p>paramétrica</p> <p>-Test de rango con signo de <i>Wilcoxon</i></p> <p>-Test de <i>Kruskal-Wallis</i></p> <p>-Test <i>U de Mann-Whitney</i></p>	<p>aleatoriamente en 3 grupos (n=15). Todas las muestras fueron numeradas y montadas en masilla de laboratorio.</p>
<p>Ramos, Díaz & Perdomo, 2015.</p> <p>Estudio Cuasi-experimental.</p>	<p>Un total de 40 canales radiculares mesiovestibulares de molares mandibulares humanos extraídos. Se seleccionaron</p>	<p>-Grado de transportación apical: Diferencia entre el ángulo de curvatura en relación a la posición inicial del foramen apical y su</p>	<p>-Test <i>T Student</i> no pareada</p> <p>-Test exacto de <i>Fisher</i></p>	<p>La raíz mesial fue fijada en la parte central de una placa acrílica con acrílico de autocurado transparente, esta placa acrílica posee dos guías de penetración laterales que permitirán su ensamblaje y desarmado</p>

	<p>los conductos con curvaturas moderadas y severas, de acuerdo al método de Shneider. Se permeabilizó cada conducto con una lima tipo K ISO 10 o 15 (<i>Dentsply Maillefer. Ballaigues - Suiza.</i>) hasta que fuera visible a través del foramen apical y se le restó 1mm para determinar la LT.</p>	<p>medida en la posición post instrumentación.</p> <p>-Presencia o ausencia de transportación apical: Si hay o no desviación y/o cambio de posición del foramen apical después de la instrumentación con ambos sistemas.</p>		<p>en una plataforma base de <i>Plexiglas®</i>.</p>
<p>Escobar, Henao, Saavedra, Serpa & Gutierrez, 2015.</p> <p>Estudio experimental.</p>	<p>Un total de 67 raíces vestibulares de molares superiores extraídos. Se seleccionaron los conductos con curvaturas entre 15 a 20°</p>	<p>-Centricidad del conducto: incapacidad de mantener el conducto radicular en su posición original.</p> <p>-Transportación, que es la</p>	<p>-Test <i>T de Student</i></p> <p>-Análisis de varianza (<i>ANOVA</i>)</p>	<p>Las raíces se montaron en una formaleta de acrílico en forma de U, a fin de simular el maxilar, con una distancia entre diente y diente de 6 mm aproximadamente. El ápice se aisló con cera para evitar cubrirlo con</p>

	según el método de <i>Shneider</i> . La LT se determinó con una lima manual tipo K #10 (<i>Dentsply Maillefer</i>), 1 mm antes del ápice radicular.	eliminación de la estructura de la pared del conducto en la cara externa del tercio apical del conducto		el acrílico.
Bacca, Gómez, Valenti, Paredes & Parra, 2016. Estudio experimental.	Un total de 40 dientes premolares unirradiculares. Se seleccionaron los conductos con curvaturas leves, según el método de <i>Shneider</i> . se determino la LT 15 mm con lima No. 10,	-Transportación del conducto: Remoción excesiva de dentina en forma irregular de las paredes del conducto desplazándolo de su forma original (centricidad) y modificando su anatomía luego de ser instrumentado. -Capacidad de centrado: No se menciona.	Test de <i>U-Mann Whitney</i>	Se montaron los dientes en dos modelos en forma de herradura de acrílico cada una con 20 muestras, para la toma imagenológica preoperatoria y postoperatoria en la misma posición.
Haghanifar,	Un total de 60	-Transporte del	Test de <i>Mann-</i>	Se montaron los dientes

<p>Hosseini, Hassanabadi, Charati, Mesgarani & Haddadi, 2018.</p> <p>Estudio experimental</p>	<p>primeros molares maxilares humanos. Se seleccionaron los conductos con la curvatura del canal de 20 a 40°, de acuerdo con al método de Schneider. Se permeabilizaron los conductos mesiovestibulares con una lima K #10 hasta que fuera visible a través del foramen apical y se le restó 1mm para determinar la LT.</p>	<p>canal: Eliminación de más dentina de un lado en comparación con el otro lado de la pared del conducto que se encuentran a distancias similares del eje longitudinal de la raíz</p>	<p><i>Whitney.</i></p> <p>Test de <i>Kruskal-Wallis.</i></p>	<p>en bloques de piedra dental para facilitar la instrumentación del proceso de obtención de imágenes y mantener la reproducibilidad de las imágenes de <i>CBCT (Promax 3D, Helsinki, Finlandia).</i></p>
<p>León, Muñoz, Moya & Peña 2016.</p> <p>Estudio experimental</p>	<p>Un total de 99 premolares. Se seleccionaron los conductos con la curvatura del canal de 20 a 40°, de acuerdo con al método de Schneider. Se</p>	<p>-Trasportación radicular: emoción excesiva de dentina de forma irregular de alguna de las paredes del canal desplazándolo de su posición</p>	<p>-Test de <i>Shapiro-Wilk</i></p> <p>-Test de <i>Kruskal-Wallis</i></p> <p>-Test de <i>Mann-Whitney</i></p>	<p>Los dientes fueron montados en cubos de silicona de 1 x 2,5 cm preparados sobre una matriz preformada, se marcó el cubo de silicona con un plumón permanente de tal forma de asignar un número a</p>

	<p>permeabilizaron los conductos mesiovestibulares con una lima K #10 hasta que fuera visible a través del foramen apical y se le restó 1mm para determinar la LT. Para este procedimiento, se utilizó magnificación por medio de una lupa operatoria.</p>	<p>original y modificando su geometría natural</p> <p>-Centricidad del instrumento dentro del conducto: Remoción de estructura dentinaria de las paredes, en la parte externa de la curva</p> <p>-Cantidad de dentina removida en peso (grs): masa que corresponde a la cantidad de materia que contiene un cuerpo.</p>		<p>cada diente.</p>
<p>Romero & Tapia, 2017.</p> <p>Estudio experimental.</p>	<p>Un total de 42 molares mandibulares humanos, los cuales tuvieran una raíz con una curvatura entre 20 y 35° de</p>	<p>Desgaste dentinario: Es el producto final o efecto de la acción de los diferentes sistemas de instrumentación,</p>	<p>-Test <i>T Student</i></p> <p>-<i>Chi-cuadrado</i></p>	<p>Las muestras fueron fijadas en 2 láminas horizontales confeccionadas con acrílico de autocurado transparente (120 x 70 x 3 mm), correspondientes a los dos grupos de</p>

	<p>acuerdo al método de Schneider. Se permeabilizó los conductos con una lima <i>K #10</i>.</p> <p>La determinación de la LT , se realizo seccionando la porción coronaria de los dientes con un disco de corte de diamante a 18 mm, medido desde el ápex hacia la corona.</p>	<p>sea ésta manual o mecanizada, por medio de la cual se remueve tejido dentinario de los conductos radiculares.</p>		<p>estudio, con los ápices libres de acrílico, para luego ser colocados sobre una Platina de Fox.</p>
<p>Salazar, Alcota, Guzmán & González, 2012.</p> <p>Estudio experimental.</p>	<p>Un total de 45 conductos radiculares humanos superiores e inferiores con curvaturas moderadas a severas, según el método de <i>Schneider</i>. Se permeabilizó el</p>	<p>Desgaste dentinario del canal radicular: desgaste no proporcional dando como resultado un cambio en la ubicación espacial del canal radicular.</p>	<p>-Test de <i>Wilcoxon</i></p> <p>-Análisis de varianza (<i>ANOVA</i>).</p>	<p>Se realizó un rodete silicona pesada donde se montaron los molares, conformando un molde.</p>

	<p>conducto con una lima K #10.</p> <p>La LT se determino con la lima manual hasta que fuera visible a través del foramen apical y se le restó 1mm.</p>			
<p>Moser, Espinosa, 2017.</p> <p>Estudio experimental.</p>	<p>Un total de 40 raíces mesiales de primeros molares inferiores humanos. Se permeabilizó el conducto con una lima K #10.</p> <p>La LT se determino con la lima manual hasta que fuera visible a través del foramen apical y se le restó 1mm</p>	<p>Transportación apical:</p> <p>Deformación de la zona apical del conducto.</p>	<p>-<i>Chi-cuadrado</i></p> <p>-Análisis de varianza (<i>ANOVA</i>).</p>	<p>Las raíces fueron montadas en una base de cera rosada, para poder ser llevadas al equipo tomográfico con facilidad y permitir la toma de la imagen.</p>
<p>Sajad, Ahmed, Sagar & Manhas, 2017.</p>	<p>40 molares mandibulares recién extraídos</p>	<p>Capacidad de centrado: no se menciona.</p>	<p>-Test de <i>Kolmogorov-Smirnov</i></p>	<p>Se construyó un bloque de mufla según lo dado por Aviad et al. [8]</p>

	<p>con curvaturas del canal mesioestibular entre los 20° y 35° según el método de <i>Schneider</i>. Los canales se permeabilizaron con una lima K #10. La raíz mesial se estandarizó a 9 mm de longitud mediante la eliminación de la corona con discos de diamante. La LT se estableció en 9 mm, y se determinó restando 0,5 mm de la longitud a la que se podía visualizar la punta de la lima K #10.</p>		<p>-Test de <i>Levene</i></p> <p>-Análisis de varianza (<i>ANOVA</i>)</p> <p>-Test de <i>Tukey</i></p>	<p>Después de sellar los ápices con cera, los canales se montaron en el bloque de mufla usando resina acrílica autocurable (Orthoplast; Vertex, Zeist, Países Bajos).</p>
--	---	--	--	---

Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los artículos analizados en esta revisión resultaron en que tanto *Mtwo*, como *Protaper Next*, mantienen la anatomía original del conducto y el grado de transporte apical no es estadísticamente significativo, por lo que se emplear con seguridad, según los protocolos establecidos en conductos con curvaturas moderadas a severas, de acuerdo al método de *Schneider*.

La preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares constituye un procedimiento importante dentro del tratamiento endodóntico, mediante el cual se le da la forma adecuada al conducto radicular con la finalidad de remover tejido pulpar y dentinario para favorecer los protocolos de irrigación que terminarán de limpiar y desinfectar el sistema de conductos y permitirá posteriormente una óptima obturación tridimensional. Para esto, es de suma importancia saber escoger entre los sistemas de instrumentación que permitan lograr lo mencionado anteriormente y mantener la morfología original del sistema de conductos radiculares (Moser & Espinosa, 2017). Según Sajad *et al* en el año 2017, el objetivo de la instrumentación es producir una preparación continua que mantenga la anatomía del canal, sin desviarse de la curvatura original, facilitando el riego óptimo, el desbridamiento y el llenado permanente de la raíz, al mismo tiempo que se conserva la integridad de las estructuras radiculares. Es así que, el objetivo de este estudio fue comparar el transporte apical de la zona de riesgo mediante *Cone Beam*, utilizando dos sistemas de instrumentación rotatoria (*Mtwo* y *Protaper Next*). 13 artículos demostraron que el transporte apical, utilizando tanto *Mtwo* como *Protaper Next*, no es estadísticamente significativo (Ramanathan y Solete en el 2015, BicoDu *et al* en el 2016, Ramos *et al* en el 2015, Mokhtari *et al* en el 2014, Escobar *et al* en el 2015, Bacca *et al* en el 2016, HaghaniFar *et al* en el 2018, León *et al* en el 2016, Moser y Espinosa en el 2017, Sajad *et al* en el 2017, Aminsobhani *et al* en el 2018, Mesgarani *et al* en el 2018 y Bürklein *et al* en el 2012).

La evaluación radiográfica es un método no destructivo de las muestras, pero la gran

limitante es que sólo permite evaluaciones bidimensionales, en cambio la tomografía volumétrica con haz cónico y la tomografía micro computarizada se han introducido en la odontología con buena precisión y resolución, además de no producir la destrucción de la muestra (Aminsobhani, Ghorbanzadeh, Dehghan, Niasar & Kharazifard, 2018). Capen en el año 2014 declaró que los sistemas rotativos con tamaño 25 y una conicidad de 0.06 (como *Mtwo* y *Protaper Next*) podrían utilizarse con seguridad en canales curvos, puesto que producen un transporte mínimo (BiccoDu, Thippannanavar, JayaSheel y Goud, 2016). Según Biccodu *et al* en el año 2016, *Mtwo* mostró que promueve el transporte del canal en la superficie distal de la curvatura del canal, al igual que *Protaper Next*, solo que a diferente nivel, pero esta diferencia no fue significativa. De hecho, en el estudio, PT promovió una mayor cantidad de transporte del canal en la superficie mesial. Además, cabe destacar que PT eliminó la dentina más que *Protaper Next* y *Mtwo*. Incluso según lo publicado en abril del 2018 por HaghaniFar *et al*, el sistema *Mtwo* tiene la capacidad de mantener la centralización del canal más que el sistema manual. La aparición de transporte apical depende de varios factores según lo publicado por Mesgarani *et al* en el 2018, como el diseño del instrumento, las propiedades físicas de la aleación y la técnica de preparación. *Mtwo* es el único sistema *NiTi* con instrumentos 10/.04 y 15/.05, lo que permite trabajar desde el inicio a una misma longitud. Además, en cuanto a las características del instrumento, el ancho del núcleo está diseñado para proporcionar la máxima flexibilidad sin comprometer la resistencia del instrumento. Según el estudio de Ramanathan y Solete publicado en el año 2015, donde evaluó el espesor restante de dentina, *Mtwo* se comportó mejor en comparación con los demás sistemas rotativos que fue *Protaper Universal* y *Protaper Next* y propone que *PT* y *PTN* deben usarse de manera criteriosa, ya que causa un mayor adelgazamiento de la dentina radicular en comparación con *Mtwo*, pero no es estadísticamente significativo.

Esto contrarresta el estudio realizado por Escobar *et al* en el año 2015, en el cual sugiere que los instrumentos *Protaper Next X1* y *X2* son seguros para la preparación de conductos curvos, debido a que no producen cambios en la morfología radicular durante

la preparación, lo que proporciona una instrumentación óptima, como lo reiteran otras investigaciones (Gagliardi, Versiani, de Sousa-Neto, Plazas Garzon y Basrani, 2015). Una de las características de *Protaper Next* según lo publicado en el año 2016 por Bacca *et al*, es su alta flexibilidad y *taper* de 0.06, por lo que recomienda el uso de este sistema para preparar conductos finos y con curvaturas moderadas a severas, los cuales tienden a presentar mayor transporte del conducto.

En cuanto a lo dicho por Bacca *et al* en el año 2016, se han realizado numerosas investigaciones como la de *Türker y Uzunoglu* en el año 2015, que compararon el transporte por canal y relación de centrado mediante tomografía computarizada después de la preparación con diferentes sistemas rotatorios, encontrando que tras instrumentar todos los conductos con *Protaper Next X2*, la mayor parte de los forámenes mantuvieron su posición inicial y forma. Esto se corrobora un año más

tarde con el estudio de León *et al* en el 2016, quien observó que en el sentido vestíbulo palatino, los mejores resultados en cuanto al transporte apical derivan de los conductos que fueron preparados con el sistema *Protaper Next*. Esta diferencia se puede deber a que las limas del sistema *Protaper Next* son fabricadas a partir de la aleación *M-wire*, la cual le otorga una mayor flexibilidad que otros instrumentos fabricados con *NiTi* convencional (León, Muñoz, Moya y Peña, 2016). Mientras que Gambarini *et al* el año 2012 postula que la nueva aleación *M-Wire* tiene una resistencia a la torsión aumentada de hasta 400% en comparación con la *NiTi* martensítica y permite la preparación completa de conductos radiculares curvos.

Por otra parte, según Salazar *et al* en el año 2012 su estudio demostró que *Protaper Universal*, produce mayor transporte apical a nivel del tercio medio del conducto radicular en comparación con los demás sistemas evaluados. Años más tarde, Barbosa *et al* en el año 2015, corroboró en su estudio lo dicho en el 2012 por Salazar *et al*, el cual estudio la tasa de transporte del conducto radicular, observándose un mayor transporte en la pared mesial del conducto radicular preparado con *Protaper Next*. Barbosa *et al* en

su estudio del año 2015, manifiesta que durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares curvos, los instrumentos tienden a volver a su forma original y ser alineados mientras trabajan dentro del conducto y esto produce un mayor desgaste de la pared interna de la curvatura a nivel cervical y hacia el borde externo de la raíz, lo cual como se nombro anteriormente, se corroboró en su estudio, mostrando una alta tasa de transporte con *Protaper Next*. El grado de curvatura del conducto radicular y el aplanamiento del conducto pueden influir de manera negativa sobre la preparación biomecánica y Barbosa *et al* en el 2015, comenta que estas podrían ser las razones por las que *Protaper Next* obtuvo una mayor tasa de transporte apical.

Finalmente, según lo publicado por Ramos, Díaz y Perdomo en el año 2015, es importante destacar que el uso de dientes de humanos permite evaluar técnicas de instrumentación rotatoria teniendo una amplia gama de variaciones en cuanto a la morfología del sistema de conductos, tales como ubicación, curvaturas, longitud y ancho de los canales, tamaño y ubicación de la constricción apical.

Capítulo V. CONCLUSIONES

El transporte apical, se produce de igual manera con el sistema de instrumentación mecanizada *Mtwo*, como *Protaper Next*, y la mayoría de los estudios analizados demuestran que no hay diferencia significativa entre un sistema y otro.

No se evidencio superioridad de un sistema sobre otro en cuanto al transporte apical de la zona de riesgo. Ambos sistemas (*Mtwo* y *Protaper Next*) resultaron ser una alternativa confiable en la preparación biomecánica de canales con grandes curvaturas en relación al grado de transportación apical que producen. Por lo tanto, ambos sistemas se pueden utilizar con un riesgo mínimo de errores de procedimiento para la preparación del conducto radicular.

RECOMENDACIONES

Debido a las limitaciones de algunos estudios, se recomienda:

- Estandarizar las muestras para la medición de las variables, de lo contrario difieren de las condiciones reales de la cavidad oral.
- Realizar estudios a través de micro tomografía computarizada (μCT), en vez de Tomografía computarizada, lo cual podría revelar detalles más precisos de la anatomía del sistema de conductos radiculares.
- Comprobar la transportación apical con los nuevos sistemas que se comercialicen en el mercado.

Capítulo VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1. Ulmann, F., Correa, J., Fachin, E., Fontanella, V., & Grecca, F. (2008). Apical transportation: two assessment methods. *Australian Endodontic Journal*, 35(2): 85 – 88.
2. Vaudt, J., Bitter, K., Neumann, K., & Kielbassa, AM. (2009). Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *International Endodontic Journal*, 42(1): 22 – 33.
3. Moawad, E., Blundell, K., Preston, A., & Jarad, F. (2017). An investigation of technical outcome and procedural errors produced by novice operators with ProTaper Universal and ProTaper Next nickel titanium instruments in simulated root Canals. *Quintessence publishing*, 11(1): 23 – 29.
4. Abou-Rass, M., Frank, A., & Glick, D. (1980). The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *Journal of The American Dental Association*, 101(5): 792 – 4.
5. Elnaghy, A., & Elsaka, S. (2014). Evaluation of Root Canal Transportation, Centering Ratio, and Remaining Dentin Thickness Associated with ProTaper Next Instruments with and without Glide Path. *Journal of Endodontics*, 40(12): 2053 – 6
6. Gluskin, A., Brown, D., & Buchanan, L. (2001). A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators”, *International Endodontic Journal*, 34(6): 476 – 484.
7. Estrela, C., Bueno, M. R., Leles, C., Azevedo, B., Azevedo, J. (2008). Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Panoramic and Periapical Radiography for Detection of Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*, 34(3): 273 – 9.
8. Moser, C., & Espinosa, E. (2017). Evaluación de la transportación apical de los sistemas reciprocantes waveone y waveone gold con y sin glide path previo. Estudio in vitro. Artículo científico, Repositorio digital. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10519>.
9. Aminsobhani, M., Ghorbanzadeh, A., Dehghan, S., Nezadi, A., & Javad, M. (2018). A comparison of canal preparations by Mtwo and RaCe rotary files using full sequence versus one rotary file techniques; a cone-beam computed tomography analysis, *Saudi Endodontic Journal*, 4(2): 70 – 76.
10. Barbosa - Ribeiro, M., Albergaria, S., Gesteira, M., Crusoé-Rebello, I., Figueiredo, B., & Bastos, F. (2015). Canal transportation and centering ability of curved root canals prepared using rotary and reciprocating systems. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 14(3): 214 – 218.
11. Ramanathan, S., & Solete, P. (2015). Cone-beam Computed Tomography Evaluation of Root Canal Preparation using Various Rotary Instruments: An in Vitro Study. *The Journal of Contemporary dental practice*, 16(11): 869 – 872.
12. Mamede-Neto, I., Henrique, A., Gonçalves, A., Hungaro M., Sousa, M., & Estrela, C. (2017). Multidimensional Analysis of Curved Root Canal Preparation Using Continuous or Reciprocating Nickel-titanium Instruments. *The Open Dentistry Journal*, 12: 32 – 45.
13. Haghanifar, S., Hosseini, R., Ebrahimzadeh, M., Yazdani, J., Mesgarani, A., & Haddadi, A. (2018). Evaluation of Apical Transportation in Root Canals Prepared with Hand File and Two Rotary Files by Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Research in Medical and Dental Sciences*, 6(1): 418 – 424.
14. Ramos, J., Diaz, I., & Perdomo, D. (2015). Comparacion de la transportacion apical

producida por los sistemas de instrumentacion protaper next vs. Wave one en la preparacion biomecanica de canales radiculares mesiovestibulares de molares mandibulares. Artículo científico, Blioteca digital, disponible en <http://190.242.62.234:8080/jspui/>.

15. Biccodu, M., Thippannanavar, N., Jayasheel, A., & Goud, M. (2016). Computed Tomography Evaluation of Canal Transportation and Volumetric Changes in Root Canal Dentin of Curved Canals Using Mtwo, ProTaper and ProTaper Next Rotary System-An In-vitro Study. *Journal Clinical Diagnostic Research*, 10(11): ZC10 – ZC14.
16. Escobar, A., Henao, A., Saavedra, J., Serpa, M., & Gutiérrez, J. (2015). Transportación y centricidad en conductos curvos con ProTaper Next y PathFile. Artículo científico, Pontificia Universidad Javeriana, 34(73): 37 – 46.
17. Bacca, D., Gómez, X., Valenti, O., Paredes, P., & Parra, D. (2016). Comparación del transporte del conducto y capacidad de centrado con Protaper Next y WaveOne. *Journal Odontológico Colegial*, 9(17): 26 – 33.
18. Arora, A., Taneja, S., & Kumar, M. (2014). Comparative evaluation of shaping ability of different rotary NiTi instruments in curved canals using CBCT. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(1): 35 – 9.
19. Estrela, C., Bueno, M., Sousa-Neto, M., & Pécora, J. (2008). Method for Determination of Root Curvature Radius Using Cone-Beam Computed Tomography Images. *Brazilian Dental Journal*, 19(2): 114 – 8.
20. Bürklein, S., Hinschitza, K., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 45: 449 – 61.
21. Alcota, M., Compán, G., Salinas, J., & Palma, A.M. (2011). Comparative in vitro study of root canal transportation, using three nickeltitanium rotary systems: HERO Shaper, ProTaper Universal, and RaCe. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia*; 23(1): 9 – 21.
22. Bregmans, L., Cleynenbreugel, V., Beullens, M., Wevers, M., Meerbeek, B., & Lambrechts, P. (2003). Progressive versus constant tapered shaft desing using NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 36(4): 288 – 295.
23. Schneider, S.W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Oral Radiology Endodontology*, 2(32):271 – 275.
24. Machado, M.E., Sapia, L.A., Cai, S., Martins, G.H., & Nabeshima, C.K. (2010). Comparison of two rotary systems in root canal preparation regarding disinfection. *Journal of Endodontics*, 36(7): 1238 – 40.
25. Lin, J., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2013). A comparative study of biofilm removal with hand, rotary nickel-titanium, and self-adjusting file instrumentation using a novel in vitro biofilm model. *Journal of Endodontics*, 39(5): 658 – 63.
26. Celik, D., Taşdemir, T., & Er, K. (2013). Comparative study of 6 rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth. *Journal of Endodontics*, 39(2): 278 – 82.
27. Bürklein, S., Hinschitza, K., Dammaschke, T., & Schäfer E. (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 45(5): 449 – 61.
28. Özer, S.Y. (2011). Comparison of root canal transportation induced by three rotary

- systems with noncutting tips using computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Oral Radiology Endodontology*, 111(2): 244 – 250.
29. Yum, J., Cheung, G.S., Park, J.K., Hur, B., & Kim, H.C. (2011). Torsional strength and toughness of nickel-titanium rotary files. *Journal of Endodontics*, 37(3): 382 – 386.
 30. Zhang, E.W., Cheung, G.S., & Zheng, Y.F. (2011). Influence of cross-sectional design and dimension on mechanical behavior of nickel-titanium instruments under torsion and bending: A numerical analysis. *Journal of Endodontics*, 36(8): 1394 – 1398.
 31. Schäfer, E., Erler, M., & Dammaschke, T. (2006). Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 39:196 – 202.
 32. Schäfer, E., & Oitzinger, M. (2008). Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics*, 34(2): 198 – 200.
 33. Bonaccorso, A., Cantatore, G., Condorelli, G.G., Schäfer, E., & Tripi, T.R. (2009). Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *Journal of Endodontics*, 35(6): 883 – 886.
 34. Schäfer, E., Erler, M., & Dammaschke, T. (2006). Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, 39(3): 203 – 212.
 35. Yang, G., Yuan, G., Yun, X., Zhou, X., Liu, B., & Wu, H. (2011). Effects of two nickel-titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, 37(10): 1412 – 1416.
 36. Gagliardi, J., Versiani, M.A., De Sousa-Neto, M.D., Plazas-Garzon, A., & Basrani, B. (2015). Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in curved canals. *Journal of Endodontics*, 41(10): 1718 – 1724.
 37. Vaudt, J., Bitter, K., Neumann, K., & Kielbassa, A.M. (2009). Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *International Endodontic Journal*, 42(1): 22 – 33.
 38. Alrahabi, M., & Alkady, A. (2017). Comparison of root canal apical transportation associated with Wave One, ProTaper Next, TF, and OneShape nickel–titanium instruments in curved canals of extracted teeth: A radiographic evaluation. *The Saudi Journal for Dental Research*, 8: 1 – 4.
 39. Capar, I.D., Ertas, H., Ok, E., Arslan, H., & Ertas, E.T. (2014). Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *Journal of Endodontics*, 40(6): 852 – 856.