



“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA TRANSPORTACIÓN Y CENTRICIDAD DE LOS SISTEMAS XP-ENDO® SHAPER RECIPROC® BLUE Y MTWO® EN PRIMERA MOLAR INFERIOR”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA

CARLOS ENRIQUE MENDIOLA AQUINO

LIMA – PERÚ

2021

ASESOR

Mg. Leyla Antoinette Delgado Cotrina

JURADO DE TESIS

MG. JUAN FELIPE HERNANDEZ AÑAÑOS

PRESIDENTE

MG. ROBERTO LEÓN MANCO

VOCAL

MG. ALLISON KARINA CHÁVEZ ALAYO

SECRETARIA

DEDICATORIA

Esta Tesis para optar el grado de Maestro en Estomatología, va dedicada a mi querida esposa Carmen, quien con su paciencia, comprensión y cariño ha estado a mi lado desde que teníamos 16 años, y siempre me ha apoyado en todo lo que empezamos y fijamos como metas, a mi querido hijo Gian Carlos y a mi nuera Heydi, quienes siempre son un estímulo por sus avances en lo profesional y su gran afecto a mi persona, a mis queridos nietos, para quienes deseo darles el ejemplo de siempre seguir estudiando y luchando por sus metas, y a quienes siempre llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Hay personas que se ganan un lugar en nuestro corazón, no por lo que les podemos solicitar, sino por todo aquello que nos dan sin siquiera haberlo pedido.

Deseo agradecer a mi querida familia, y en especial a mi núcleo familiar directo, mi esposa, mi hijo, mi nuera, mis nietos, sin la comprensión y el cariño de ellos hubiese sido imposible poder terminar esta tarea que tenía bastante tiempo pendiente.

Deseo agradecer a mi asesora la Dra. Leyla Delgado Cotrina, quien nunca dudo de mis deseos de terminar esta tarea, y quien siempre supo guiarme con sus conocimientos, paciencia y dedicación, quien a pesar de sufrir pérdidas familiares tuvo la entereza de seguirme guiando y aconsejando en las correcciones de mi trabajo, es un ejemplo que jamás olvidaré y del cual estoy sinceramente agradecido.

A todo el personal de la Facultad de Estomatología, quienes siempre me dieron las facilidades para poder culminar con mi tesis.

A mis queridos Padres, que forjaron mi camino y mi destino, aunque no están físicamente presentes, siguen siendo un ejemplo, una guía espiritual y un estímulo en mis acciones del día a día.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Tesis Autofinanciada

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	4
II.1	Objetivo general.....	4
II.2	Objetivos específicos.....	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
III.1	Diseño del estudio.....	5
III.2	Población y Muestra.....	5
III.3	Criterios de selección.....	6
III.4	Definición operacional de variables.....	7
III.5	Técnicas y procedimientos.....	8
III.6	Consideraciones éticas.....	17
III.7	Plan de análisis.....	17
IV.	RESULTADOS.....	19
V.	DISCUSIÓN.....	20
VI.	CONCLUSIONES.....	26
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

ANEXOS

RESUMEN

Para minimizar la transportación durante la preparación biomecánica (PBM) se introdujo níquel titanio (NiTi) en la fabricación de limas, así como mejoras en flexibilidad, resistencia a la fatiga, nuevos diseños y cinemática. El propósito del trabajo fue evaluar la transportación y centricidad originada por las limas, Mtwo® Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper, a 3, 5 y 7 mm. Se realizaron tomografías Cone Beam (CBCT) a 48 conductos mesiales de molares inferiores, antes y después de PBM. Resultados: a 3 mm la transportación mesio distal de Reciproc® Blue fue -0.01, la de XP-endo® Shaper 0,05 y Mtwo® -0.09, en vestibulo lingual la transportación de XP-endo® Shaper fue -0.06, Mtwo® 0.13 y Reciproc® Blue 0.30. Centricidad mesio distal de Mtwo® fue 1.03, Reciproc® Blue 1.28 y XP-endo® Shaper 1.99, en sentido vestibulo lingual Reciproc® Blue 0.09, Mtwo® 0.50, y XP-endo® Shaper 2.0. A 5 y 7 mm, los tres sistemas originaron resultados similares. Conclusiones: La menor transportación a 3 mm en sentido mesio distal fue originada por Reciproc® Blue, seguida por XP-endo® Shaper y Mtwo®. A 3 mm el sistema más centrado en sentido mesio distal fue Mtwo® y en sentido vestibulo lingual Reciproc® Blue.

PALABRAS CLAVE: TRANSPORTACIÓN EN ENDODONCIA, HABILIDAD DE CENTRADO, NÍQUEL TITANIO.

ABSTRACT

To minimize the transportation during the biomechanical preparation (PBM) nickel titanium (NiTi) was introduced in the manufacture of files, as well as improvements in flexibility, resistance to fatigue, new designs and kinematics. The purpose of the work was to evaluate the transportation and centricity caused by the files, Mtwo® Reciproc® Blue and XP-endo® Shaper, at 3, 5 and 7 mm. In 48 mesial canals of mandibular molars, Cone Beam tomographies (CBCT) were performed before and after PBM. Results: at 3 mm, the mesio-distal transport of Reciproc® Blue was -0.01, that of XP-endo® Shaper 0.05 and Mtwo® -0.09, in the lingual vestibule the transport of XP-endo® Shaper was - 0.06, Mtwo® 0.13 and Reciproc® Blue 0.30. Mesio-distal centricity of Mtwo® was 1.03, Reciproc® Blue 1.28 and XP-endo® Shaper 1.99, in the buccal-lingual direction Reciproc® Blue 0.09, Mtwo® 0.50, and XP-endo® Shaper 2.0. At 5 and 7 mm, all three systems produced similar results. Conclusions: The lowest transport at 3 mm in the mesio-distal direction was caused by Reciproc® Blue, followed by XP-endo® Shaper and Mtwo®. At 3 mm, the most centered system in the mesio-distal direction was Mtwo® and in the buccal-lingual direction Reciproc® Blue.

KEY WORDS ENDODONTIC TRANSPORTATION, CENTERING SKILL, TITANIUM NICKEL.

I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento del conducto radicular tiene como objetivo curar o prevenir la periodontitis periradicular.¹ Aunque puede realizarse en piezas sanas, principalmente es por enfermedad pulpar, siendo importante disminuir las bacterias para lograr el éxito. En la historia de la endodoncia, los instrumentos inicialmente fueron de acero de carbono, y posteriormente reemplazado por acero inoxidable, con la estandarización del instrumental regido por las normas ANSI, especificación número 28 ADA e ISO 3630-1 durante casi 30 años (1962 – 1992) la forma y características de los instrumentos variaron muy poco. Esto hacía que no siempre se podían obtener buenos resultados. Al introducirse en el mercado el níquel titanio (Ni Ti), esto cambio, este nuevo material permitió con el tiempo pasar de la instrumentación manual a la instrumentación mecanizada, disminuyendo los errores.²

Todas las mejoras tratan de disminuir o eliminar los errores, especialmente la transportación, definida por la asociación americana de endodoncia (AAE) como “la eliminación de la estructura de la pared del conducto en la curva externa en la mitad apical del conducto debido a la tendencia de las limas a recuperarse a su forma lineal original durante la preparación del conducto; puede conducir a la formación de bordes y a la posible perforación”.³

La ausencia de transportación estaría determinada por la remoción de las paredes dentinarias de manera similar a lo largo de toda la longitud radicular, manteniendo la preparación biomecánica en su eje axial, es decir, el conducto quirúrgico debe envolver al anatómico sin deformarlo, el desgaste no se debe

de dar solamente en un solo sentido o a expensas de una sola pared dentinaria, sino que este debe ser el mismo en todas las direcciones del conducto radicular. Lograr esto en la clínica es casi imposible, motivo por el cual se acepta una ligera transportación como tolerable, entendiéndose que hasta 0.3 mm no llega a comprometer el resultado exitoso del tratamiento de conductos.⁴

Al conformar el conducto radicular, la capacidad de centrado de una lima endodóntica queda definida porque no existe o hay una desviación mínima del conducto radicular con respecto a su curvatura original. La capacidad de centrado de un instrumento es su capacidad para actuar centralmente dentro del conducto sin originar defectos.⁵

Los primeros instrumentos de Ni Ti fueron manuales, luego se introdujeron sistemas rotatorios como los Mtwo, ellos conforman el conducto simultáneamente, con un menor desgaste en la porción coronal y proveyendo a la pieza dental de una mayor resistencia a la fractura.

Con los avances en la confección del alambre de Ni Ti se mejoraron sus propiedades, especialmente en cuanto a su resistencia a la fatiga, tales alambres corresponden a los fabricados en Fase R, y al alambre M-wire.⁶

En el año 2010 se introdujo el movimiento recíprocante, este movimiento alternado horario antihorario permite a la lima desplazarse dentro de su módulo elástico disminuyendo el riesgo de separación. Movimiento que se incorporó a los sistemas de las limas Wave One[®] y Reciproc[®] confeccionadas en M-wire.⁷

Una nueva versión térmicamente tratada del Reciproc® ha sido introducida, tiene mayor flexibilidad, con la particularidad que este denominado Reciproc® Blue, puede precurvarse ligeramente para facilitar su ingreso a los conductos.⁸ Últimamente, se lanzó un sistema de lima única fabricada en tamaño 30 con 0.01% de ahusamiento, confeccionada en el alambre Max Wire® (Martensite-Austenite Electropolishing-Flez, FKG), trabaja por rotación continua y según lo descrito por el fabricante si se realiza una correcta trayectoria de deslizamiento (glide path) la lima XP endo® Shaper preparará adecuadamente el conducto radicular.⁹

El propósito de este estudio fue evaluar las limas Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper dentro del conducto radicular mesial de molares inferiores en relación con el sistema tradicional Mtwo®, estableciendo cuál de ellas presenta la menor transportación y la mayor centricidad durante la conformación radicular, a través de imágenes de tomografía computarizada Cone Beam¹⁰, antes y después de la instrumentación del conducto.

II. OBJETIVOS

II.1 Objetivo general

Evaluar *in vitro* la centricidad y transportación de los sistemas XP-endo® Shaper y Reciproc® Blue versus el sistema Mtwo® en conductos mesiales de molares inferiores.

II.2 Objetivos específicos

1. Comparar la transportación de la instrumentación con los sistemas XP-endo® Shaper, Reciproc® Blue y el sistema Mtwo® en el conducto mesial de molares inferiores a los 3, 5 y 7 mm.
2. Comparar la centricidad de la instrumentación con los sistemas XP-endo® Shaper, Reciproc® Blue y el sistema Mtwo® en conducto mesial de molares inferiores a los 3, 5 y 7 mm.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Diseño del estudio

El diseño del estudio fue experimental in vitro, observacional.

III.2 Muestra

Se solicitó la donación de molares inferiores al Departamento de Estomatología del Hospital Central de la FAP que fueron extraídas por razones no relacionadas al estudio. Todos los dientes fueron conservados en formalina tamponada al 10% . Antes de ser utilizados se les limpió los restos de tejidos y cálculos con curetas periodontales.^{4,11}

Las piezas dentales seleccionadas (Figura 1), fueron decoronadas estableciéndose un tamaño total en longitud radicular de 15 mm (Figuras 2 y 3). Se utilizaron para este estudio las raíces mesiales, las cuales fueron evaluadas radiográficamente, incluyéndose en el estudio todas las raíces mesiales con una curvatura radicular entre 20 y 40 grados según el método de Schneider (Anexo 1).

Se realizó un estudio piloto para la estimación del tamaño de muestra utilizando la fórmula de comparación de dos medias a través del programa Stata® versión 16.0. Para el estudio piloto se utilizaron tres muestras.^{12,13}

Se utilizó los siguientes promedios y desviación estandar de la transportación a 3 mm al corte mesio distal que corresponden a las

limas Mtwo® y XP-endo® Shaper, obteniéndose un tamaño muestral de 16 por cada grupo.

Nivel de significancia 95%

Potencia 80%

$m_1 = 0.8400$ $m_2 = 3.5100$

$sd_1 = 1.3000$ $sd_2 = 3.2600$

Para la obtención, se utilizaron los dos conductos mesiales de 24 molares inferiores, 48 conductos en total, éstos se dividieron en tres grupos de 16 conductos cada uno, a cada grupo se asignó aleatoriamente un sistema de preparación biomecánica.

Los grupos fueron distribuidos de la siguiente manera:

Grupo 1: XP-endo® Shaper.

Grupo 2: Reciproc® Blue.

Grupo 3: Mtwo® (control).

III.3 Criterios de Inclusión

- Raíces de molares inferiores con conductos mesiales que terminen de manera independiente en el extremo apical.
- Raíces de molares inferiores con curvatura radicular entre 20 y 40 grados.
- Raíces mesiales de molares inferiores sin fracturas.

Criterios de Exclusión

- Raíces mesiales de molares inferiores con presencia de conductos calcificados, tratamiento endodóntico previo o previamente realizado, postes radiculares, reabsorción interna o externa, o cualquier otra alteración anatomopatológica.
- Raíces que contengan instrumentos separados

III.4 Definición operacional de variables: (Anexo 2)

a) Sistemas de limas: Instrumento de acero templado, con la superficie finamente estriada en uno o en dos sentidos, para desgastar y alisar metales y otras materias duras. Operacionalmente son los instrumentos que se utilizan para conformar el conducto de una molar inferior durante el tratamiento de conductos. Variable cualitativa, nominal politómica. Sus categorías son: Mtwo®, Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper.

b) Transportación apical: Definida como el mayor desgaste dentro del conducto en una sola dirección deformando su forma original. Variable cuantitativa en escala de razón. Unidad de medida: mm.

c) Centricidad: Calidad de la imagen del conducto radicular de permanecer en el mismo sitio antes y después de la preparación biomecánica. Desgaste equidistante que se produce por la lima durante la preparación biomecánica que permite obtener una imagen del conducto centrada. Variable cuantitativa en escala de razón. Unidad de medida: mm.

III.5 Técnicas y procedimientos

Procedimientos para la calibración

La calibración fue realizada por un especialista en radiología, con más de 10 años de experiencia en visualización e interpretación de imágenes tomográficas y un especialista en endodoncia con tres años de experiencia en visualización e interpretación de imágenes tomográficas. Se evaluaron nueve Conductos, a través de cortes tomográficos antes y después de instrumentar con cada uno de los tres sistemas de limas (03 de cada sistema).

La capacitación consistió en 06 sesiones de teoría y práctica, se realizó una explicación de los objetivos del estudio y se acordó como se realizarían las mediciones, para ello el extremo inferior apical de la pieza dental sería el punto cero inicial de las mediciones y cada milímetro hacia oclusal se convertiría en la zona de medición de acuerdo a lo previamente determinado (es decir 3 mm, 5 mm y 7 mm). Una vez determinada la zona de medición se registró el corte transversal en el nivel elegido y se procedían a realizar las mediciones de acuerdo a los parámetros adaptados de Hashemina *et al.*¹⁰

La concordancia intraexaminador se realizó a través del Coeficiente de Correlación Intraclase¹⁴ CCI, se realizaron mediciones iniciales y se repitieron en las mismas condiciones a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, se logró un CCI de 0.96 con un IC 95% (0.77-1.0), lo cual la

categorizaba como muy buena, de acuerdo a las categorías propuestas por Fleiss¹⁴ dándole confiabilidad a las mediciones. Tabla 1.

Obtención de los especímenes

Lo importante antes de realizar la preparación biomecánica, es que las piezas se encuentren hidratadas, la mayoría conserva las piezas dentales extraídas en formalina tamponada al 10%, otros la desinfectan con timol al 0.2 %, o con hipoclorito de sodio al 0.01%, y otros solo conservan las piezas en solución salina, o agua filtrada, Zuluaga *et al.*¹⁵ prefieren hervir las piezas en hipoclorito (50%) y agua corriente (50%) después de haberlas conservado en formalina tamponada al 10%. En el presente trabajo las piezas fueron conservadas en formalina tamponada al 10% y limpiadas con curetas periodontales y conservadas en hipoclorito de sodio 0.01% hasta el momento previo a la preparación biomecánica.^{4,11,15}

Se utilizó el software de radiología digital Sidexis 4, colocándose sobre la paleta de herramientas “análisis”, se activa la herramienta de exploración “medir longitudes”, el puntero se transforma en la ventana de medios. Trazamos sobre la radiografía una primera línea sobre el eje longitudinal de la pieza dental y una segunda línea partiendo de la salida del foramen mayor, que se intercepta con la primera en el punto donde el conducto se comienza a desviar. Activamos la herramienta “medir ángulos”, comenzando por el punto de intersección de las líneas trazadas, recorremos la primera línea unos milímetros y trazamos una línea horizontal hacia la otra línea previamente trazada,

damos click y aparecerá la medida del ángulo correspondiente. Se descartaron las raíces que no cumplían los criterios de selección.

Preparación biomecánica de las raíces mesiales

Preparación biomecánica: Una lima # 10 fue introducida en el conducto y se verificó su salida en el extremo apical con el microscopio G6 (Global Surgical, St. Louis, U.S.A). Se verificó que los conductos vestibular y lingual presenten salidas independientes, se procedió luego a establecer la longitud de trabajo. Para ello se colocó la lima K # 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues , Suiza) a ras, la longitud de trabajo correspondio a restar 1 mm a la medida a ras. Una vez determinada la longitud de trabajo de cada conducto se procedió a la permeabilización utilizando una lima de acero inoxidable K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza).

Los procedimientos de preparación, con cada sistema se detallan a continuación:

Técnica de preparación Biomecánica con el Sistema XP-endo®

Shaper:¹¹

Se procedió a aumentar la permeabilización con la lima manual K # 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), por recomendación del protocolo del fabricante.

Se instrumentaron las raíces con la lima 30/04 del Sistema XP-endo® Shaper (FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Suiza) utilizando el

motor endodóntico Bomedent Modelo Marc III (Chang Zhou Bomedent Medical Technology Co., Ltd) a 800 rpm y 1-Ncm de torque con movimientos de entrada y salida, con un avance máximo de 3 mm, luego se retiró la lima para limpiarla con una gasa embebida en alcohol, y se procedió a volver a ingresarla al conducto, un ayudante irrigó constantemente con suero fisiológico tibio (36.5 grados centígrados). Entre la entrada y la salida de la lima al conducto se procedió a irrigar, permeabilizar con la lima K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) y se volvió a irrigar con suero fisiológico, se continuo hasta que se alcanzó la longitud de trabajo.

Técnica de Preparación de Biomecánica con el Sistema Reciproc Blue:¹⁶

Se instrumentaron las raíces con el sistema Reciproc® Blue (VDW, Munich, Alemania) utilizando el protocolo sugerido por el fabricante, una lima Reciproc® Blue 25 0.08 fué introducida dentro del conducto y el motor endodóntico (VDW Reciproc Gold) programado en la función “Reciproc All”, este se accionó cuando la lima ingreso ligeramente al conducto, se realizaron movimientos de picoteo con avance hacia apical de un máximo de 3mm, después de 3 picoteos se retiró el instrumento, se limpió con una gasa humedecida en alcohol, se irrigó, se introdujo una lima k #10 para permeabilizar y se volvió a irrigar con suero fisiológico, se preparó de la misma manera, hasta que se alcanzó la longitud de trabajo.

Técnica de Preparación Biomecánica con el Sistema Mtwo:¹⁷

Se instrumentaron las raíces con el sistema Mtwo® (VDW, Munich, Alemania) utilizando el protocolo sugerido por Kashefinejad¹⁷, una vez establecida la longitud de trabajo, con el conducto lleno de irrigante todas las limas se utilizaron llevándolas a longitud de trabajo completa, se siguió la secuencia de limas 10/0.04, 15/0.05, 20/0.06 y 25/0.06 programando el motor (VDW Reciproc Gold).¹⁷

Procedimiento de escaneado

Se realizó en el Centro Radiológico CEROMA Radiología Oral y Maxilo Facial, cada grupo de 08 raíces (16 conductos), fue insertado en bloques (Figura 4) de silicona (ZetaplusPutty, Zhermack), de manera que todas se encontraban exactamente dentro del haz del tomógrafo. El equipo tomográfico (Figura 5) utilizado fue Planmeca ProMax® 3D Classic (Planmeca, Helsinki, Finland), con exposición programada de 15 segundos a 70KV y 14mA, con una rotación de 360 grados y un voxel de 0.075mm, empleando idénticos parámetros, se tomó una tomografía (Figuras 6 y 7), antes y después de la preparación con los diferentes sistemas. Para que la evaluación de los especímenes a 3, 5 y 7 mm desde el ápice, sea exacta, siempre se midió desde el final apical hacia coronal (Figura 8). Las imágenes (antes y después) fueron evaluadas en una Laptop Toshiba Satellite L50-B- Intel Core i7-4510U 2.0GHz, RAM 16GB, HDD 1TB, Video 2GB AMD, DVD, Pantalla 15,6" TruBrite® HD TFT de alta

luminosidad con tecnología LED y formato 16: 9 Resolución: 1.366 x 768, Win 8.1.

Se utilizó el mismo procedimiento para realizar las mediciones en las imágenes tomográficas preinstrumentación y postinstrumentación. En primera instancia al abrir el programa Planmeca ProMax® 3D Classic (Planmeca, Helsinki, Finland) de la base de datos se selecciona la imagen tomográfica a evaluar, se centra el conducto del diente a analizar, se siguen las instrucciones como seleccionar y activar la función que permite mover la imagen, luego se desactiva dicha función y se activa la función de exploración y se procede a hacer zoom en la imagen tomográfica, posterior a eso se selecciona la función de la pantalla axial y se activa para proceder a programar la distancia de los cortes para las mediciones respectivas, y se coloca 4x2 y a 1.00 mm. Después de la programación se procede a desactivar la línea sagital y línea coronal, se activa la función de las líneas axiales secundarias y se visualizan los niveles de distancia en la raíz mesial seleccionada a medir, apareciendo desde apical a coronal los diferentes cortes.

NÚMERO DE ASIGNACIÓN DEL CORTE TOMOGRÁFICO	NIVEL DE MM	DETERMINACIÓN DE LA MEDICIÓN
8	0 mm	
7	1 mm	
6	2 mm	
5	3 mm	1ra medición
4	4 mm	
3	5 mm	2da medición
2	6 mm	
1	7 mm	3ra medición
0	8 mm	

Colocando el cursor de acuerdo con la posición elegida, de acuerdo a los puntos detallados (a_1 , b_1 , x_1 , y_1 , a_2 , b_2 , x_2 , y_2) se realizaron las mediciones en mesio distal y vestibulo lingual, luego se aplicaron las fórmulas para la obtención de la transportación y centricidad.

Transportación

Para determinar la transportación se registraron la diferencia en sentido mesio-distal $(a_1 - a_2) - (b_1 - b_2)$ y vestibulo lingual $(x_1 - x_2) - (y_1 - y_2)$.

Donde

$a_1 =$ es la medida más corta desde el borde externo mesial del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular mesial.

$a_2 =$ es la medida más corta desde el borde externo mesial del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular mesial.

$b_1 =$ es la medida más corta desde el borde externo distal del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

$b_2 =$ es la medida más corta desde el borde externo distal del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

$X_1 =$ es la medida más corta desde el borde externo lingual del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo

X2 = es la medida más corta desde el borde externo lingual del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular lingual.

Y1 = es la medida más corta desde del borde externo vestibular del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular vestibular.

Y2 = es la medida más corta desde el borde externo vestibular del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

Este registro se realizó en los tercios apical, medio y coronal de la raíz mesial. Se consideró el límite apical de la imagen tomográfica de la raíz mesial, como el punto de inicio de las medidas, de ahí hacia el borde oclusal se midió los primeros 3 mm (tercio apical radicular), se avanzó 2 mm más y se determinó el tercio medio radicular, finalmente se avanzó 2 mm más y se determinó el tercio coronal radicular.^{17,18} En cada tercio (a 3, 5 y 7 mm) se realizaron cuatro mediciones, desde el después de la instrumentación con cada sistema de limas (Figura 9).

Adicionalmente se registró la dirección de la transportación, en el análisis del sentido mesio distal; si el resultado obtenido era positivo indicó que se dirige hacia mesial, si el resultado fue negativo indicó que se dirige hacia distal, la porción de la zona de peligro (furca).¹⁸ En el análisis del sentido vestíbulo lingual, si el resultado era positivo indicó que la transportación se dirige hacia vestibular, si el resultado era negativo se dirige hacia lingual.¹⁸

Centricidad

En el año 2010 Gergi *et al.*¹⁹ compararon el transporte y la capacidad de centrado de los sistemas rotatorios de NiTi TF, Pathfile – ProTaper y limas de acero inoxidable, ellos evaluaron la centricidad con la fórmula:

$$[(a1 - a2)/(b1 - b2) \text{ o } (b1 - b2)/(a1 - a2)]$$

Donde a1 = es la medida más corta desde el borde externo mesial del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular mesial.

a2 = es la medida más corta desde el borde externo mesial del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular mesial.

b1 = es la medida más corta desde del borde externo distal del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

b2 = es la medida más corta del borde externo distal del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

Un resultado de 1 en la fórmula de centricidad significó un centrado perfecto, el acercarse al cero o alejarse del 1 empeora el resultado.

III.6 Consideraciones éticas

El protocolo de investigación fue inscrito en la Unidad Integrada de Gestión, Ciencia y Tecnología de la Facultad Integrada de Medicina, Estomatología y Enfermería, con fecha 15 de Junio del 2018, el protocolo fue inscrito en la Unidad Integrada de Gestión en Investigación, Ciencia y Tecnología, recibiendo el número de Código SIDISI 102528, con fecha 13 de agosto del 2018, la Facultad Integrada de Medicina, Estomatología, y Enfermería - Unidad Integrada de Gestión en Investigación, Ciencia y Tecnología, aprobó el Proyecto, con fecha 13 de septiembre 2018, el Comité Institucional de Ética en Investigación – Humanos aprobó el proyecto, con constancia 431-18-18, con vigencia hasta el 09 de septiembre del 2023.

La presente investigación se realizó en piezas dentales obtenidas por donación del Departamento de Estomatología del Hospital Central de la FAP, donde no se ha tenido contacto con los pacientes. Las piezas dentales fueron extraídas por razones ajenas a este estudio, motivo por el cual se desconoce a quien pertenecen las muestras donadas.

Se solicitaron los permisos correspondientes para el uso de los diferentes equipos y laboratorios.

III.7 Plan de análisis

Se realizó un análisis univariado obteniéndose media y desviación estándar de la transportación y la centricidad. Se realizó una

evaluación de la normalidad de los datos mediante la prueba Shapiro-Wilk. Cuando la distribución fue normal, se utilizó la prueba *ANOVA* para determinar si existen diferencias significativas, si la distribución no fue normal se utilizó *Kruskal Wallis*. Con la finalidad de determinar si existía diferencia estadísticamente significativa se utilizó la prueba *T de Student* cuando la distribución fue normal y la *U Mann Whitney* cuando la distribución no fue normal. Se utilizó el software Stata® 16.

IV. RESULTADOS

En la Tabla 2, se aprecia el análisis de la transportación en conductos mesiales de molares inferiores después de la instrumentación con los sistemas Reciproc® Blue, Mtwo®, y XP-endo® Shaper.

En el sentido mesio distal a 3 mm la menor transportación la originó el Sistema Reciproc Blue (-0.01), existió diferencia estadísticamente significativa entre el sistema Mtwo® y el sistema XP-endo® Shaper, siendo menor la transportación la ocasionada por el XP-endo® Shaper (0.05 vs. -0.09), sin embargo a 5 mm y 7 mm no existió diferencias significativas en la transportación entre los sistemas ($p > 0.05$). En el sentido vestíbulo lingual a los 3 mm existió diferencia entre los tres sistemas siendo menor la transportación la ocasionada por XP-endo® Shaper, seguida de Mtwo. La mayor transportación se encontró con Reciproc® Blue ($p < 0.05$). A los 5 y 7 mm no existieron diferencias significativas en la transportación entre los sistemas ($p > 0.05$).

En la Tabla 3 podemos apreciar el análisis de la centricidad en conductos mesiales de molares inferiores después de la instrumentación con los sistemas Reciproc® Blue, Mtwo®, y XP-endo® Shaper. En el sentido mesial distal no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tres sistemas a los 3, 5 y 7 mm ($p > 0.05$). En el sentido vestíbulo lingual a los 3 mm existió diferencia entre Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper (-0.09 vs. 2.0), siendo el sistema Reciproc® Blue el que permaneció más centrado. No hubo diferencias entre Mtwo® y XP-endo® Shaper ($p > 0.05$). A los 5 y 7 mm no existieron diferencias significativas en la centricidad de los sistemas ($p > 0.05$).

V. DISCUSIÓN

El resultado exitoso del tratamiento del conducto radicular dependerá entre otros factores de no alterar la anatomía del sistema de conductos radiculares, de ahí la importancia de que los sistemas de limas utilizadas para la conformación causen la menor transportación y la mayor centricidad.²⁰

Los fabricantes afirman que los instrumentos fabricados en NiTi disminuyen la transportación y permanecen mejor centrados, en el presente estudio se han utilizado tres sistemas de limas (Mtwo®, Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper) fabricadas con distintas aleaciones de NiTi y diseño, con la finalidad de descubrir cuál de ellas tiene el mejor performance al ser evaluadas en la preparación biomecánica de la raíz mesial de molares inferiores.

En la Tabla 2 del presente estudio se puede apreciar que en el análisis de la transportación en el sentido mesio distal a 3 mm, la menor transportación fue originada por el Sistema Reciproc® Blue (-0.01), seguida por el XP-endo® Shaper (0.05) y el Mtwo®(-0.09), la transportación generada por los tres sistemas fue similar, pero si existió diferencia estadística en la transportación generada entre el Mtwo® y el XP-endo® Shaper, siendo entre ambos sistemas, menor la generada por el XP-endo® Shaper (0.05 vs.-0.09). En el análisis en el sentido vestibulo lingual a 3 mm la menor transportación generada de menor a mayor correspondió a XP-endo® Shaper (-0.06), Mtwo® (0.13) y Reciproc® Blue (-0.30), lo cual concuerda con lo afirmado por Pacheco *et al.*²⁰ quienes encontraron que XP-endo® Shaper generaba menos transporte que Reciproc® Blue, aunque todos los sistemas probados (Reciproc®, Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper)

produjeron transportación.²⁰ Junior *et al.*²¹ demostraron en su estudio que Mtwo® y Reciproc®, se comportaron de manera similar en la preparación de conductos curvos, esto concuerda con los resultados encontrados en nuestro estudio en la transportación originada en el sentido mesio distal, donde no existió diferencia estadística entre ambos sistemas, pero difiere de lo que encontramos en el sentido vestibulo lingual donde si encontramos diferencia estadística, siendo la transportación originada por el el Mtwo® (0.13) menor que la del Reciproc Blue® (-0.30). Hage *et al.*²² demostraron que Reciproc® Blue transportó y permaneció igual de centrado que el Reciproc® original, a pesar de que la única diferencia entre ambos es el metal de fabricación (M-wire vs. M-wire con tratamiento térmico), pero en el tamaño y en el diseño es la misma lima²³, esto no concuerda con lo que encontrado en el presente estudio donde los resultados manifiestan una gradiente de menor a mayor transportación, con limas confeccionadas con diferente NiTi, a favor de Reciproc® Blue (M-wire con Tratamiento térmico), seguida de XP-endo® Shaper (MaxWire) y Mtwo® (NiTi convencional), y en el sentido mesio distal, XP-endo® Shaper, seguido de Mtwo® y finalmente el Reciproc® Blue. Esto podría explicarse porque el diseño de XP-endo® Shaper es totalmente distinto; el alambre en que esta fabricado es el MaxWire y por su comportamiento al girar generando la forma de cuchara, desgastaría menos dentina que los otros dos sistemas (Mtwo® y Reciproc® Blue). Mtwo® es un sistema rotatorio fabricado en un NiTi menos flexible que el Reciproc® Blue, sin embargo el Mtwo® resultó con menor transportación que el sistema reciprocante Reciproc® Blue, además del metal de confección, tal vez la técnica de

instrumentación (rotatoria vs. recíprocante) y la conicidad también tengan influencia en la transportación.²⁴

Aunque ninguno de los sistemas dejó de transportar, es importante mencionar que la transportación generada por los tres sistemas en el 94.7% de los casos se encontró entre 0.00 y 0.13 mm, solo 01 valor fue de 0.30 mm. Es importante resaltar que en ningún caso la transportación generada excedió de 0.30 mm, lo que no llega a comprometer el éxito del tratamiento de conductos.¹⁷

En las Tabla 3 del presente estudio se muestran los resultados del análisis de la centricidad, podemos concluir que en el sentido mesio distal no existió diferencia estadísticamente significativa a los 3, 5 y 7 mm. En el sentido vestíbulo lingual, a los 3 mm solo se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas Reciproc® Blue y XP-endo® Shaper, siendo el sistema Reciproc® Blue el que permaneció más centrado.

Estos resultados indicarían que el sistema Mtwo® permaneció más centrado en el sentido mesio distal y el XP-endo® Shaper permaneció más centrado en el sentido vestíbulo lingual, estos resultados concuerdan con lo afirmado por Vallaey *et al.*²⁵ con respecto al Mtwo®, ellos concluyeron que Mtwo®, Revos STM y ProTaper® eran sistemas que transportaban mínimamente y permanecían centrados.²⁵ A la vez nuestros resultados con respecto a la centralidad de XP-endo® Shaper difieren de los resultados de Živković S. *et al.*²⁶, y Al-khazali y Salim²⁷ quienes en sus estudios encontraron que el mejor centrado le correspondió a XP-endo® Shaper frente a otros sistemas de limas, y son similares a los resultados encontrados por Werdina y Bahnam²⁸ quienes al comparar la XP-

endo® Shaper con las limas Edge Evolve and Hyflex CM, encontraron que el mejor centrado le correspondió a Edge Evolve, ellos atribuían este resultado al haber trabajado en conductos simulados, al diseño de las XP-endo® Shaper y al hecho de que el alambre Max Wire le confiere superelasticidad que al rotar a grandes revoluciones (800 – 1000 rpm) y formar la característica forma de balón, podría contribuir a que la lima no permanezca centrada en el conducto radicular , en el presente estudio se encontró que la mejor centricidad era la originada por el sistema Reciproc® Blue en el sentido vestíbulo lingual, este hallazgo concuerda por lo manifestado por Pascualini *et al.*²⁹ quienes afirmaron que todos los instrumentos rotatorios de NiTi tienen la capacidad de permanecer centrados y causar pocas aberraciones en el conducto radicular, lo cual discrepa con lo manifestado por Juan Pacheco *et al.*²⁰ quienes al evaluar Reciproc® Blue y la XP-endo® shaper encontraron que la mejor centricidad era la originada por el sistema XP-endo® Shaper.

Concordante con lo manifestado por Vallaey y Chevalier²⁵ , en el presente estudio, al realizar el análisis en el sentido mesio distal, los valores positivos indican transporte hacia el borde mesial, tal como ocurrió con los resultados del XP-endo® Shaper a los 3mm (0.05), mientras que valores negativos indican transporte hacia el borde distal (furca), tal como ocurrió al instrumentar con Mtwo (-0.09), a los 3 mm la transportación del Mwo® fue mayor que la del XP-endo® Shaper, y esta fue hacia la zona de furca. Al analizar los resultados en el sentido mesio distal a los 5 y 7 mm, los tres sistemas evaluados XP-endo Shaper®, Reciproc® Blue y Mtwo® se comportaron de manera similar sin diferencias estadísticamente significativas, los tres sistemas mostraron mínima transportación,

la mayoría de ellas dirigida hacia el borde mesial con un rango entre 0.04 y 0.13, y solo el Mtwo® a los 7 mm mostró transportación mínima dirigida hacia la zona de furca -0.02. Futuros estudios en molares inferiores con curvatura exclusivamente severa deberían realizarse para profundizar más en el tema y establecer si existen en esas condiciones mayores diferencias.

Pascualini *et al.*²⁹ analizando centricidad, indicaron que la preparación biomecánica no centrada podría generar conductos bloqueados y perforaciones, este hecho no ocurrió en el estudio, sin embargo en los resultados se encontró que a los 3 mm, existió diferencia entre el Reciproc® Blue y el XP-endo® Shaper (-0.09 vs. 2.0), siendo la preparación menos centrada la del XP-endo® Shaper, probablemente debido a que el extremo de la lima durante su cinemática genera una preparación mínima de 0.30 mm con conicidad 0.04%, probablemente esto unido a la preparación a través de la forma de cuchara, originó la mayor excentricidad. En números absolutos, la mayor excentricidad fue originada por el sistema Mtwo® a los 5 mm (4.45) en el sentido vestíbulo lingual, esto pudo deberse al diseño del instrumento con conicidad constante, y a la falta de habilidad por parte del operador para mantener el instrumento lo más centrado posible, coincidiendo con lo manifestado por Ocampo *et al.*³⁰ El sistema que permaneció más centrado a los 3 mm fue el Mtwo, las otras evaluaciones a los niveles de 5 y 7 mm fueron de resultados similares.

Las investigaciones de Franco V.³¹ y Saber SE.³² dieron como resultado que los sistemas reciprocantes transportaban menos y permanecían más centrados que los sistemas de rotación continua, mientras que otros concluyeron que tenían resultados comparables en transporte y centricidad³³, en el presente estudio los

resultados a los 3 mm en el sentido mesio distal concuerdan con lo afirmado por Franco V.³¹ y Saber SE.³², XP-endo® Shaper y Mtwo® son sistemas rotatorios, mientras que el Reciproc® Blue es Reciprocante, sin embargo la menor transportación la originó el Reciproc® Blue y el mejor centrado correspondió al Mtwo®.

Kabil *et al.*³⁴ concluyeron que Reciproc® Blue fue el instrumento que mayor transportación originó comparado con otros cuatro sistemas entre ellos el XP-endo® Shaper; asimismo la capacidad de centrado fue similar al de XP-endo® Shaper, estos resultados no concuerdan con lo encontrado en la transportación en el presente estudio, donde Reciproc® Blue causó la menor transportación en el sentido mesio distal, y concuerdan en la centricidad, donde Reciproc® Blue y el sistema XP-endo® Shaper fueron similares.

Una sugerencia para mejorar esta línea de investigación es utilizar tomografía micro computarizada, encarecería el estudio, pero la calidad de las evaluaciones podría mejorar.

Los resultados de la transportación estuvieron dentro de los límites considerados como transportación ligera (tolerable), entendiéndose que hasta 0.3 mm no llega a comprometer el resultado exitoso del tratamiento de conductos⁴ una transportación mayor puede afectar en los tratamientos clínicos el éxito del tratamiento de conductos al comprometer el sellado del material de obturación.^{4,15,21}

VI. CONCLUSIONES

1. Independientemente de la distancia, todos los sistemas causaron variaciones en la transportación y centricidad. Solo a los 3 mm, en la zona apical, las variaciones fueron significativas.
2. La menor transportación a los 3 mm en el sentido mesio distal fue originada por el Sistema Reciproc® Blue, seguida por el XP-endo® Shaper y Mtwo®.
3. La menor transportación a los 3 mm en el sentido vestibulo lingual fue originada por el sistema XP-endo® Shaper, seguida por el Mtwo® y Reciproc® Blue.
4. El sistema que permaneció más centrado en el sentido mesio distal a los 3 mm fue el Mtwo®, en sentido vestibulo lingual Reciproc® Blue.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gluskin AH, Peters CI, Peters OA. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *Br Dent J.* 2014;216(6):347-53.
2. Yeguez Rodríguez E. Aleación de Niquel-Titanio: y su uso en Endodoncia. *Acta odontológica venezolana.* 2000 Jan;38(1):4-7.
3. American Association of Endodontists. Glossary of endodontic Terms.: American Association of Endodontists; 2003.
4. Fan B, Wu M, Wesselink PR. Leakage along warm gutta-percha fillings in the apical canals of curved roots. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16(1):29-33.
5. Palanisamy V, Rao A, Shenoy R, Mahabala KY, Srikrishna SB. Comparison of Centering Ability of Three Different Endodontic Instruments Using Cone-beam Computed Tomography: An In Vitro Study. *World.* 2019 Jul;10(4):307.
6. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-Titanium shape memory alloy used for endodontic rotary Instruments during low-cycle fatigue. *J Endod.* 2012;38(1):105-07.
7. Yared G, Ramli GA. Single file reciprocation: A literature review. *ENDO (Lond Engl).* 2013;7:171-78
8. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G. Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue and Reciproc files in an S-shaped canal. *J Endod.* 2017;43(10):1679-82.
9. Versiani MA, Carvalho KK, Mazzi-Chaves JF, Sousa-Neto MD.

- Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval-shaped canals. *J Endod.* 2018;44(3):489-95.
10. Hasheminia SM, Farhad A, Sheikhi M, Soltani P, Hendi SS, Ahmadi M. Cone-beam computed tomographic analysis of canal transportation and centering ability of single-file systems. *J Endod.* 2018;44(12):1788-91.
 11. Lacerda MF, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Provenzano JC, Neves MA, Pires FR, et al. Cleaning and shaping oval canals with 3 instrumentation systems: a correlative micro-computed tomographic and histologic study. *J Endod.* 2017;43(11):1878-84.
 12. Campanella V, Gianni L, Libonati A, Gallusi G. Shaping Ability of Reciproc R25 File and Mtwo System Used in Continuous and Reciprocating Motion. *J Contemporary Dent Practice.* 2020;21(2):171-77.
 13. Elnaghy AM, Elsaka SE. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod.* 2014; 40(12):2053-56.
 14. Fleiss JL, Cohen J. The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educ Psychol Meas.* 1973;33:613-19. [[[SEP]]]
 15. Zuluaga CL, Salazar D, González FE, Alcota M. Grado de transportación del canal radicular de tres sistemas de instrumentación

rotatoria: estudio a través de tomografía computarizada Cone beam.
Revista facultad de odontología universidad de Antioquia. 2013 Jun
28;24(2).

16. Aksoy Ç, Keriş EY, Yaman SD, Ocak M, Geneci F, Çelik HH. Evaluation of XP-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi Systems on Dentinal Microcrack Formation Using Micro-Computed Tomography. *J Endod.* 2019;45(3):338-42.
17. Kashefinejad M, Harandi A, Eram S, Bijani A. Comparison of single visit post endodontic pain using Mtwo rotary and hand K-file instruments: a randomized clinical trial. *J Dent (Tehran).* 2016;13(1):10-17.
18. De Carvalho GM, Junior ECS, Garrido ADB, Lia RCC, Garcia, Lucas da Fonseca Roberti, Marques AAF. Apical Transportation, centering ability, and cleaning effectiveness of reciprocating single-file system associated with different glide path techniques. *J Endod.* 2015; 41(12):2045-49.
19. Gergi R, Abou Rjeily J, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod.* 2010;36(5):904-07.
20. Pacheco-Yanes J, Gazzaneo I, Pérez AR, Armada L, Neves MA. Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP-endo Shaper Systems. *J Investig Clin Dent.* 2019;10(3):e12417.

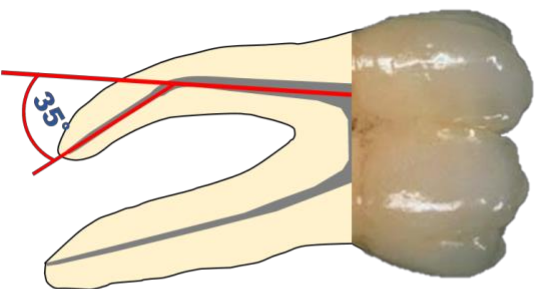
21. Júnior AS, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, De-Deus G, Bramante CM, Duarte MAH. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. *J Endod.* 2014;40(11):1855-59.
22. Hage W, Zogheib C, Bukiet F, Sfeir G, Khalil I, Gergi R, et al. Canal Transportation and Centring Ability of Reciproc and Reciproc Blue With or Without Use of Glide Path Instruments: A CBCT Study. *Euro Endod J.* 2020;5(2):118-22.
23. Generali L, Puddu P, Borghi A, Brancolini S, Lusvarghi L, Bolelli G, et al. Mechanical properties and metallurgical features of new and ex vivo used Reciproc Blue and Reciproc. *Int Endod J.* 2020;53(2):250-64.
24. González Sánchez JA, Duran-Sindreu F, De Noe S, Mercadé M, Roig M. Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. *Int Endod J.* 2012;45(6):542-51.
25. Vallaëys K, Chevalier V, Arbab-Chirani R. Comparative analysis of canal transportation and centring ability of three Ni–Ti rotary endodontic systems: ProTaper, Mtwo and Revos-S, assessed by micro-computed tomography. *Odontology.* 2016;104(1):83-88.
26. Živković S, Nešković J, Jovanović-Medojević M, Popović-Bajić M, Živković-Sandić M. The efficacy of XP-endo Shaper (XPS) in cleaning the apical third of the root canal. *Serb Dent J.* 2017;64(4):171-78.

27. Al Khazali YC. A comparative study to evaluate canal transportation and centering ability of simulated curved canals prepared by XP-Shaper, WaveOne Gold and ProTaper NEXT files. *The Malaysian Dental Journal*. 2018;15(1):18-24.
28. Werdina VB, Bahnam IN. Evaluation of centering ability of XP endo shaper, Edge Evolve and Hyflex CM in simulated curved canals. *Erbil Dental Journal*. 2019;2(1):130-40.
29. Pascualini D, Bianchi CC, Paolino DS, Mancini L, Cemenasco A, Cantatore G, et al. Computed micro-tomographic evaluation of glide path with nickel-titanium rotary Pathfile in maxillary first molars curved canals. *J Endod*. 2012;38(3):389-93.
30. Ocampo AE, Bedoya AH, Amaya JS, Vélez MFS, Barreto JG. Transportación y centricidad en conductos curvos con ProTaper Next y PathFile. *Universitas Odontológica*. 2015;34(73):21-30.
31. Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentaca A, Bortolin M, Del Fabro M. Investigation on the shaping ability of nickel–titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod*. 2011;37(10):1398-01.
32. Saber S, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2015;48(1):109-14.
33. Razcha C, Zacharopoulos A, Anestis D, Mikrogeorgis G, Zacharakis G, Lyroudia K. Micro-computed tomographic evaluation of canal

transportation and centering ability of 4 heat-treated nickel-titanium systems. *J Endod.* 2020;46(5):675-81.

34. Kabil E, Katić M, Anić I, Bago I. Micro-computed Evaluation of Canal Transportation and Centering Ability of 5 Rotary and Reciprocating Systems with Different Metallurgical Properties and Surface Treatments in Curved Root Canals. *J Endod.* 2021;47(3):477-84.
35. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271-75.

ANEXO 1. Clasificación de curvaturas radiculares según Schneider.



CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE CURVATURA (SCHNEIDER)

- Rectos → 5 grados o menos
- Moderados → 10 a 20 grados
- Severos → 25 a 70 grados

Imagen adaptada de Schneider S. W.³⁵

ANEXO 2. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores o Categorías
Sistema de preparación biomecánica	Tipo de instrumentación biomecánica del conducto radicular	Sistema de limas a utilizar para conformar el conducto mesial de una molar inferior	Marca comercial del Sistema de preparación	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> ● XP-endo[®] Shaper ● Recipro[®] blue ● Mtwo[®]
Transportación	Trasladar algo de un lugar a otro	Mayor desgaste dentro del conducto en una sola dirección deformando su forma original.	Distancia obtenida a través de la fórmula de Gergi: $(a1 - a2) - (b1 - b2)$, para los cambios en el sentido mesodistal, y $(x1 - x2) - (y1 - y2)$, para el sentido vestibulo-palatino.	Cuantitativa – continua	De razón	mm (milímetros)
Centricidad	Cualidad de permanecer centrado	Cualidad de la imagen del conducto radicular de permanecer en el mismo sitio antes y después de la preparación biomecánica. Desgaste equidistante que se produce por la lima durante la preparación biomecánica que permite obtener una imagen del conducto centrada.	Distancia obtenida a través de la fórmula modificada de Gergi: $[(a1 - a2) - (b1 - b2)]$	Cuantitativa Continua	De razón	mm (milímetros)

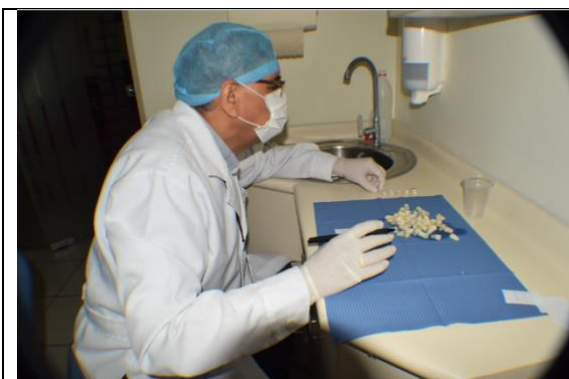


Fig. 1. Selección de las piezas dentales.

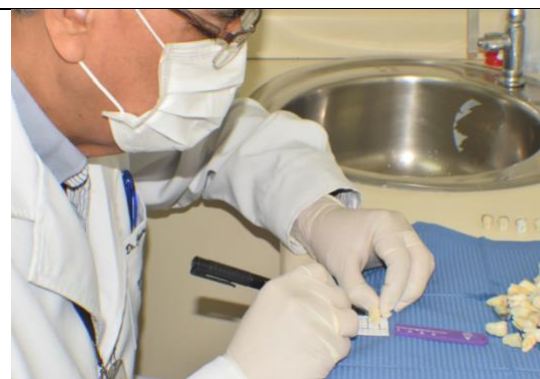


Fig. 2. Medicion de las raices de las piezas dentales.



Fig. 3. Señalización de los grupos de dientes marcados para decoronar.

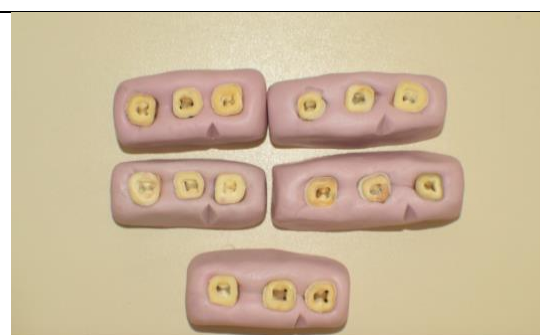


Fig. 4. Colocación de las piezas dentales en bloques de silicona.



Fig. 5. Equipo de Tomografía Planmeca



Fig. 6. Escaneado de las piezas dentarias.

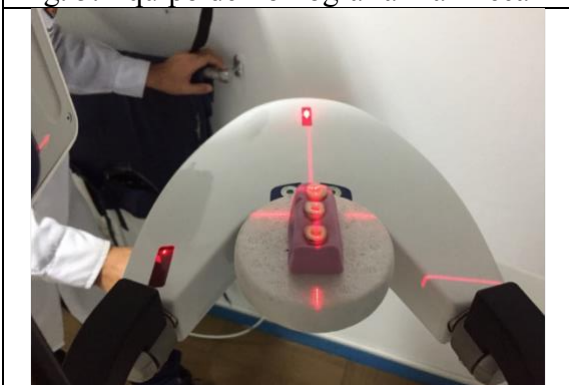


Fig. 7. Escaneado de las piezas dentarias

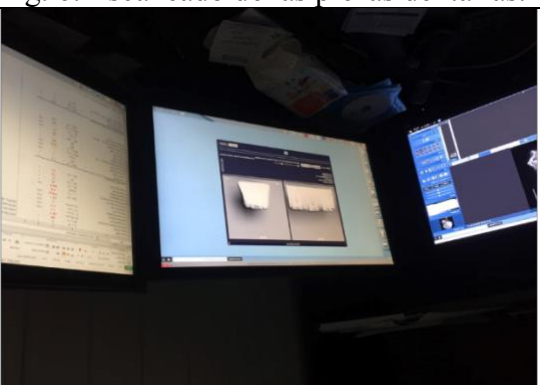


Fig. 8. Escaneado de las piezas dentarias

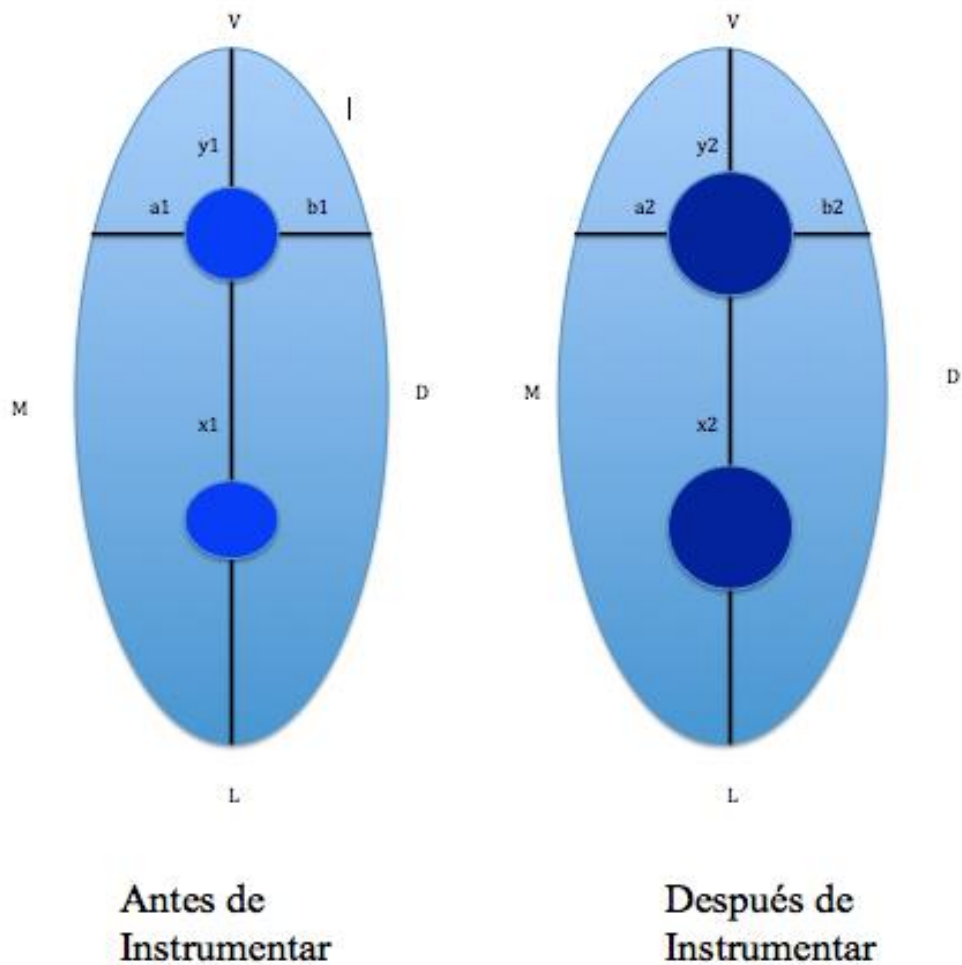


Figura 9. Esquema de evaluación para evaluar transportación y centricidad. Adaptado de Hasheminia et al.¹⁰

a_1 = medida del borde externo del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular mesial.

a_2 = medida del borde externo del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular mesial.

b_1 = medida del borde externo del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

b_2 = medida del borde externo del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular distal.

X_1 = medida del borde externo del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular lingual.

X_2 = medida del borde externo del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular lingual.

Y_1 = medida del borde externo del conducto radicular antes de instrumentar, hacia el borde externo radicular vestibular.

Y_2 = medida del borde externo del conducto radicular después de instrumentar, hacia el borde externo radicular vestibular.

Tabla 1.- Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI)

CCI total de las mediciones: 0.96, IC 95% (0.77-1.0)

Zonas	ICC	IC 95%	
x1	0.97	0.88	1.00
x2	0.96	0.86	1.00
y1	0.98	0.91	1.00
y2	0.98	0.91	1.00
a1	0.94	0.77	1.00
a2	0.94	0.77	1.00
b1	0.97	0.88	1.00
b2	0.96	0.86	1.00

CCI 0.96 IC al 95% (0.77-1.0)

Fleiss¹⁴ : **Baja** si CCI < 0.40; **Regular/buena** si CCI está entre 0.41 y 0.75; **Muy buena** si CCI > 0.75.

TABLA 2. Transportación después de la instrumentación con los Sistemas XP-endo® Shaper, Reciproc®Blue y el sistema Mtwo® según distancia.

Distancia	Lima	Mesial - Distal			Vestibular - Lingual		
		X	DE	p	X	DE	p
3 mm	Reciproc Blue	-0.01	0.17	ab	-0.30	0.67	a*
	Mtwo	-0.09	0.19	a	0.13	0.24	b
	XP Endo Shaper	0.05	0.22	b*	-0.06	0.23	a
5 mm	Reciproc Blue	0.08	0.21	c	-0.07	0.19	c
	Mtwo	0.09	0.23	c	-0.07	0.29	c
	XP Endo Shaper	0.04	0.14	c	0.01	0.14	c
7 mm	Reciproc Blue	0.13	0.27	d	0.04	0.34	d
	Mtwo	-0.02	0.29	d	0.01	0.28	d
	XP Endo Shaper	0.09	0.15	d	-0.07	0.31	d

Letras diferentes en sentido vertical implican diferencias significativas

Sin distribución normal*

T Student

U Mann Whitney

Valores positivos: indican que la transportación se dirige hacia mesial

Valores negativos: indican que la transportación se dirige hacia distal

TABLA 3. Centricidad después de la instrumentación con los sistemas XP-endo® Shaper, Reciproc®Blue y el sistema Mtwo® según distancia.

Distancia	Lima	Mesial – Distal			Vestibular - Lingual		
		X	DE	p	X	DE	p
3 mm	Reciproc Blue	1.28	1.39	a*	-0.09	1.07	a
	Mtwo	1.03	1.31	a*	0.50	1.82	ab
	XP Endo Shaper	1.99	2.20	a*	2.00	2.55	b*
5 mm	Reciproc Blue	1.92	2.13	b*	0.96	1.43	c*
	Mtwo	1.19	2.84	b*	4.45	10.02	c*
	XP Endo Shaper	2.43	3.08	b*	2.08	3.34	c*
7 mm	Reciproc Blue	2.84	5.39	c*	1.56	2.64	d*
	Mtwo	1.47	1.18	c	2.47	3.23	d*
	XP Endo Shaper	2.28	1.74	c	1.71	2.14	d*

Letras diferentes indican diferencias significativas

Sin distribución normal*

T Student

U Mann Whitney

Valores alejados del 1, mayores o

menores indican la falta de centricidad