



CAPACIDAD DE CONFORMACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR UTILIZANDO LOS SISTEMAS ROTATORIOS DE LIMA ÚNICA WAVEONE GOLD, RECIPROC BLUE Y XP ENDO SHAPER IN VIVO

Javier Caviedes, Adriana Pinzón, Diana Usme, Cristian Jimenez, Nestor Rios

**Autor responsable de correspondencia: Javier Caviedes.
Correo electrónico javiercaviedes@gmail.com**

AD Pinzón¹, D Usme¹, C Jiménez¹, J Caviedes², N Rios³. Capacidad de conformación del conducto radicular utilizando los sistemas rotatorios de lima única waveone gold, reciproc blue y xp endo shaper in vivo

Resumen: el propósito de este estudio, fue evaluar la capacidad de conformación del conducto con limas únicas, WaveOne Gold, Reciproc Blue y XP Endo-Shaper, usando CBCT y reconstrucción 3D, en la evaluación de volumen, centricidad y transportación; en premolares humanos in vivo. **Método:** 30 dientes premolares inferiores distribuidos en 3 grupos aleatorios sometidos a preparación biomecánica con los sistemas WaveOne Gold, Reciproc Blue y XP Endo-Shaper. Fueron escaneados antes y después de la instrumentación usando CBCT scanner y reconstruidos en 3D evaluando la transportación del canal, cambio de volumen y centricidad en cada grupo. El análisis estadístico se realizó con el test de ANOVA, Tukey HSD, Kruskal-Wallis. **Resultado:** Reciproc Blue fue el que produjo mayor cambio volumétrico en el canal, seguido del sistema WaveOne Gold. El sistema que eliminó menor volumen de dentina fue XP Endo Shaper. Reciproc Blue se mantuvo más centrada en el conducto en todos los niveles y la XP EndoShaper se centró menos. En los primeros 3 mm la que más transportó fue la XP EndoShaper, mientras para el resto de niveles Reciproc Blue generó más transportación. La lima WaveOne Gold mantuvo un comportamiento intermedio entre ambas limas. **Conclusiones:** Reciproc Blue removió mayor volumen de dentina manteniendo mejor capacidad de centrado del conducto, El sistema XP Endo shaper produjo mayor transportación a nivel del tercio apical. La lima WaveOne Gold mantuvo un comportamiento intermedio entre ambas limas

Palabras clave: Capacidad de Conformación, Transportación, Centricidad, Cambio Volumétrico, CBCT, in vivo.

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the conformation capacity of the canal with single files, WaveOne Gold, Reciproc Blue and XP Endo-Shaper, using CBCT and 3D reconstruction, in the evaluation of volume, centricity, and transportation in human premolars in vivo. **Method:** 30 lower premolar teeth distributed in 3 random groups subjected to biomechanical preparation with the WaveOne Gold, Reciproc Blue, and XP Endo-Shaper systems. They were scanned before and after the instrumentation using CBCT scanner and reconstructed in 3D evaluating the transportation of the root canal, change of volume and centricity in each group. The statistical analysis was performed with the ANOVA test, Tukey HSD, Kruskal-Wallis. **Result:** Reciproc Blue was the one that produced the most significant volumetric change in the root canal, followed by the WaveOne Gold system. The system that eliminated the lowest volume of dentin was XP Endo Shaper. Reciproc Blue remained more focused on the canal at all levels while the XP EndoShaper focused less. In the first 3 mm, the one that transported the most was the XP EndoShaper, while for the rest of the levels, the one that generated the most transportation was Reciproc Blue. The WaveOne Gold file maintained an intermediate behavior between both files. **Conclusions:** Reciproc Blue removed a higher volume of dentin maintaining better-centering capacity of the canal, XP Endo Shaper system produced more transportation at the third apical level. The WaveOne Gold file maintained an intermediate behavior between both files

Keywords: Shaping Ability, transportation, Centering, Volumetric Change, CBCT, in vivo.

1. Odontólogos. Residentes del Programa de Especialización del Postgrado de Endodoncia
2. Odontólogo. Especialista en Endodoncia. Asesor científico.
3. Odontólogo. Especialista Endodoncia. Asesor Metodológico.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la preparación biomecánica es adecuar el conducto para una correcta irrigación y obturación, siendo un paso importante para remover la capa interna de dentina y permitir el acceso del irrigante en la zona más apical del conducto, disminuyendo la carga bacteriana y generando un espacio para un selle tridimensional durante la obturación⁽¹⁾; la preparación biomecánica no debe alterar la forma original del conducto, ni el tamaño, respetando el diámetro del foramen apical en su posición espacial original⁽²⁾.

Durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares es frecuente encontrar que se pueden suscitar errores que conlleven al fracaso del tratamiento endodóntico, tales como la sobre instrumentación y la pobre instrumentación, donde hay una alteración en el volumen durante la preparación; la modificación del conducto por falta de centricidad de los instrumentos, definido como la medida de la cualidad del instrumentos para permanecer centrado en el conducto^(3,4); la transportación del ápice o el lumen del conducto, el cual se define como la distancia medida desde la pared del canal sin instrumentar, a la pared del canal instrumentado⁽⁵⁾, generando un cambio de tamaño, y forma principalmente en la zona más apical⁽⁶⁾.

Con el fin de minimizar dichos errores, se han diseñado instrumentos rotatorios que se adaptan a la anatomía radicular, ya que estos no presentan una forma definida. Por

ello es indispensable conocer sus características y definir el límite y el diámetro de él foramen apical, el cual se considera una estructura estable, con un calibre que oscila entre 0.30 a 0.47 milímetros; su localización se ha visto afectada por múltiples constricciones en el lumen del conducto, interferencias, y curvaturas, por ello se plantea una longitud de trabajo aproximada entre 0.5 a 1 mm del ápice radiográfico, según lo reportan estudios con un 98% de incidencia^(2, 7, 8, 9, 10).

La anatomía interna del conducto tiene diferentes formas y tamaños, viéndolos desde un corte transversal incluyen formas ovales, lo cual dificulta su limpieza.⁽⁸⁾ Usualmente los sistemas rotatorios, en los conductos ovalados tienden a generar una preparación redonda, evidenciando que durante la conformación, los instrumentos podrían dejar desde un 5 a un 80% de las paredes sin preparar. Poniendo en riesgo el éxito de la terapia endodóntica la cual se basa en mantener la forma, el tamaño y diámetro del conducto en su forma original⁽²⁾.

Los instrumentos rotatorios han avanzado a gran escala, llegando a instrumentos que trabajan a longitud única, los cuales respetan más la forma original del conducto dentro de los que se encuentran, sistemas de secuencia de limas y movimiento continuo como el Protaper Universal, el Mtwo y RaCe, las cuales tienen unas características como el ser sistemas de secuencia de limas confeccionadas por una aleación de Ni-Ti, convencional presentan

diferencias como puntas activas o semiactivas, conicidad variables, velocidades de giro / torque desde 230 rpm/ y 230 g/cm² hasta 600rpm/150g/cm² y perfiles de sección en forma, triangular cóncava *S* itálica.; ayudando en gran manera a reducir los errores de procedimientos y mejorar la capacidad de conformación de los conductos (9, 11, 12, 13,14).

A pesar del avance tecnológico de los instrumentos rotatorios de secuencia de limas con aleación de NiTi convencional de los sistemas Protaper universal, Mtwo y Race, que aunque han mejorado la preparación del conducto radicular, todavía presentan falencias que conllevan a complicaciones en la instrumentación, como lo son el debilitamiento de las paredes dentinales, generado por los cambios de volumen y forma; la pérdida de centricidad y la transportación del conducto, lo que se traduce en un aumentando del riesgo de fracaso endodóntico (15, 16).

Con el fin de minimizar las complicaciones mencionadas anteriormente, surgieron los sistemas de lima única con movimiento alterno recíprocante, como lo son los sistemas Reciproc (VDW, Munich, Alemania) y WaveOne. (Dentsply / Maillefer (Ballaigues, Suiza) en estos sistemas se modifica la aleación de Ni-Ti con un tratamiento térmico denominado M-wire, que proporciona como mayor ventaja la flexibilidad presentan conicidad variables, diámetros no cortante y semiactivos, perfiles de sección forma de “S” itálica y triangular cóncava en la punta y triangular convexa en la porción más coronal se accionan con un movimiento recíprocante de enganche y

desenganche del instrumento, disminuyendo errores en la terapia, como escalones, transportaciones y perforaciones, logrando su objetivo en la preparación total del conducto radicular intentado mantener un volumen, forma y diámetro adecuado (16, 17, 18, 19,20).

No obstante a pesar de las nuevas características, éstos instrumentos siguen presentando desventajas y errores de procedimiento, alterando la forma y el tamaño original del conducto por falta de centricidad del instrumento, generando transportaciones que alteran el diámetro apical.⁽¹¹⁾, razón por la cual han mejorado sus características y aleaciones someténdolas a diferentes tratamientos térmicos, lo cual les confiere una mayor resistencia y elasticidad en comparación con los anteriores sistemas recíprocantes (21).

Por lo tanto, los nuevos avances tecnológicos, buscan simplificar y reducir las complicaciones asociadas a los sistemas de rotación recíprocante y continua, evolucionando a nuevos sistemas de instrumentación de lima única, cuya aleación y modificación de sus características, generan una mejoría en cuanto a su comportamiento en la preparación de los conductos radiculares, con el fin de disminuir las complicaciones, buscando así mantener la forma, el tamaño y el diámetro original del conducto, como son los sistemas WaveOne Gold, (Dentsply / Maillefer (Ballaigues, Suiza) Reciproc Blue (VDW, Munich, Alemania) y XP Endo-Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza). (21,22).

El sistema de lima única Reciproc Blue (VDW, Munich, Alemania) presenta un movimiento alterno recíprocante, el cual gira primero en sentido anti-horario de 150° que es un movimiento cortante donde la lima contacta en mayor proporción con las paredes del conducto, luego gira en sentido horario, considerado un movimiento de liberación o desenganche con un ángulo de giro 30° completando un giro de 360° cada 3 ciclos de movimiento. Son fabricadas con níquel titanio M-Wire, a través de un tratamiento térmico en ausencia de oxígeno modificando su estructura molecular.

En el proceso de calentamiento cambia de color la lima, tornándola azul, por ello su nombre. De igual manera, presentan un perfil de sección de "S" itálica que le atribuye dos ángulos cortantes con una punta inactiva con diámetro 0,25 para su lima, utilizada en este estudio y una conicidad de 0.8 en sus 3 milímetros apicales, decrece a 0,4 y se estabiliza en 0,5. Y una velocidad recomendada de 300 rpm⁽²³⁾.

El sistema de lima única WaveOne Gold (Dentsply / Maillefer (Ballaigues, Suiza) presenta un movimiento alterno recíprocante, el cual gira primero en sentido anti-horario de 170° cortante y 50° en sentido horario para desenganchar, dando como resultado 120° por cada movimiento antihorario/horario completando un giro de 360° cada 3 ciclos de movimiento. Presenta una aleación de níquel titanio M-Wire, con un tratamiento térmico en presencia de oxígeno en su fabricación, obteniendo una nueva aleación denominada "Gold"; tiene un perfil de sección rectangular, con dos bordes cortantes. Punta semiactiva de diámetro 0,25 para su lima principal utilizada en este

estudio y una conicidad de 0.7 en sus 3 milímetros apicales, disminuye al 0,5 volviéndose constante y tiene una punta semi - activa que ayuda al instrumento a deslizarse por las paredes, con una velocidad recomendada de 350rpm⁽²⁴⁾.

El sistema de lima única XP Endo Shaper, (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza). Presenta un movimiento continuo, fabricada en aleación de Ni-Ti con tratamiento térmico Max-Wire, que le confiere súper elasticidad y memoria de forma, al ajustarse a los cambios según la temperatura y las deformidades del conducto; presenta una punta activa booster tip de diámetro 0,30 con una conicidad 0,1 y perfil de sección triangular, con una velocidad recomendada de 800-1000rpm/100g/cm², según el fabricante. Puede ensanchar el tamaño apical del conducto de 15 a 30, cuando es sometido a una temperatura mayor a 35°C en un sólo paso, mientras aborda la estructura tridimensional del espacio del conducto radicular^(25, 26,27).

En el presente estudio se busca verificar las cualidades de estos nuevos sistemas rotarios, teniendo en cuenta que se ha presentado una evolución en el tratamiento térmico de las aleaciones con nuevos diseños que mejoran sus propiedades mecánicas, proporcionando más flexibilidad, menos transportación y más eficiencia de corte, lo cual permite mantener el tamaño, forma y centricidad del instrumento, mejorando la capacidad de conformación y aumentando el éxito en la terapia endodóntica⁽²⁸⁾.

Con base en la evolución de diseños de los instrumentos y el proceso llevado a cabo en la aleación, se esperan hallazgos novedosos en relación a la forma, tamaño y conicidad, variables que se ha evaluado en diferentes tipos de estudio con Micro CT y microscopía electrónica de barrido. La Tomografía Micro-computarizada (micro-CT) es un método analítico y estructural, que permite a las investigaciones analizar los efectos de la instrumentación del conducto de forma tridimensional, junto con la anatomía del conducto radicular. El Micro CT muestra avances significativos en la habilidad de reconstrucción, con óptimos detalles antes, durante y después, presenta una alta resolución permitiendo ver el interior del objeto analizado sin tener que modificarlo sin embargo, está limitado a muestras pequeñas en estudios ex vivo y no se puede emplear en estudios in vivo en humanos (29, 30,31 32).

Mientras que la microscopía electrónica de barrido ofrece la ventaja de una magnificación de la morfología dentinal pero la imagen es bidimensional, y tiene un limitado uso al tener que seccionar las muestras modificándolas para ser disecadas y se encuentren sin barrillo dentinal y poder hacer el análisis del estudio^(3,29).

Este estudio pretendió validar un modelo In-Vivo, mediante el empleo de una metodología sólida, que se basa en el uso de la Tomografía Computarizada de haz de cono (CBCT), el cual maneja un sistema de imagen digital tridimensional, permitiendo que sea un método repetible y no invasivo, logrando mayor precisión, alta resolución

(reducción significativa del tiempo de exploración) y bajas dosis de radiación. Permite evaluar diferentes aspectos anatómicos, en relación a la instrumentación endodóntica, puesto que da el volumen adquirido en voxels, permitiendo que los objetos se puedan medir con precisión dentro del volumen en diferentes direcciones. Estudios recientes In-Vivo han reportado una mayor sensibilidad y especificidad para la obtención de imágenes, como medio de ayuda en el diagnóstico y anatomía radicular, en comparación con otros estudios, al tener mayor semejanza a la práctica clínica (33, 34, 35,36).

Conjuntamente se analizó con el programa RHINOCEROS 5.0 3D, el cual es una herramienta de software de dibujo y modelado en 3D utilizado en ingeniería naval Reconstruye curvas y superficies, representando mallas poligonales de objetos reales. Con unidades de medidas en micras tiene como ventajas registrar mediciones 3D de modelos de estudio y presentan un muy bajo nivel de error de 0,876, es decir inferior al 1%, lo que le confiere mediciones precisas y confiables (37,38).

Por lo tanto, el propósito de este estudio, es evaluar la capacidad de conformación del conducto con limas únicas, WaveOne Gold (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza) Reciproc Blue (VDW/ Munich, Alemania). y XP Endo-Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza), usando CBCT y reconstrucción 3D, en la evaluación de volumen, centricidad y transportación en premolares humanos in vivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó un estudio de tipo observacional experimental In Vivo, bajo los parámetros de la resolución 8430 de 1993 del ministerio de salud de Colombia, la cual establece las normas técnicas, científicas y administrativas para la investigación en salud, capítulo 1, que hace referencia a los aspectos éticos de la investigación en seres humanos ⁽³⁹⁾. Se sometió a la aprobación por parte del comité de ética de la Institución Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC) quien a su vez aprobó el formato de consentimiento informado, el cual fue diligenciado para cada paciente.

Este estudio se rigió bajo las normas éticas del uso de CBCT en investigación sobre seres humanos basado en la evidencia sobre cuándo usarla en Endodoncia ⁽⁴⁰⁾

Se utilizaron 30 muestras de premolares inferiores de humanos sanos, con indicación de exodoncia por fines ortodónticos. Cada premolar se asignó de forma aleatorizada para cada grupo experimental que consta de 10 premolares por grupo en pacientes, con un rango de edad entre 18-30 años, que asisten a consulta de tratamiento de ortodoncia clínicas de posgrado de unicoc y privadas que se encuentren en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta como criterios de inclusión: pacientes sistémicamente sanos, premolares inferiores sanos, con ápices completamente cerrados, sin enfermedad periodontal, dientes en función masticatoria, pacientes no fumadores; y como criterios de exclusión: dientes con restauraciones o caries, premolares con

historia de traumas recientes, embarazadas, hábitos para funcionales, dientes con historial de procedimiento odontológico y dientes con errores operatorios, como transportación, perforación, escalón, o fractura del instrumento durante el desarrollo experimental.

El tamaño de la muestra fue distribuida aleatorizadamente en 3 grupos sometidos a la preparación biomecánica con sistemas limas WaveOne Gold, (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza) Reciproc Blue (VDW Munich Germany) y XP Endo-Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza), para evaluar la conformación de conductos, en centricidad y transportación con los tres sistemas rotarios en los milímetros, 0,5 - 1,0 - 2,0 - 3,0 - 5,0 – 7,0 y el volumen total de la preparación del conducto. Cada premolar fue distribuido al azar en los 3 grupos experimentales.

1: Grupo experimental de 10 dientes preparados con Reciproc Blue (VDW/ Munich, Alemania).

2: Grupo experimental de 10 dientes preparados con WaveOne Gold (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza)

3: Grupo experimental de 10 dientes preparados con XP Endo Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza).

Se tomó una radiografía periapical confirmando que los ápices se encontraran bien formados y cumplieran los criterios de inclusión y exclusión; posteriormente se realizó el análisis tomográfico antes de la instrumentación, utilizando la Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT).

El CBCT utilizado fue Carestream dental CS 8100 3D (CARECAPITAL ADVISORS LIMITED/ Rochester, Nueva York , Estados Unidos) cuyo tubo de Rayos X posee un voltaje de 100 kVp y la corriente del tubo es de 3- 8 mGy/cm². El tiempo estimado de escaneo fue de 10 segundos aproximadamente para cada premolar y analizada con el software Nobel-clinician de la casa Nobel Biocare Inc. Ubicamos el plano axial y se realizaron cortes a 0.5mm, 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm y 7mm. Con la herramienta Diagnose la opción distance se mide el conducto y la raíz de vestibular a palatino y de mesial a distal para la reconstrucción tridimensional, con snapshot se guardan las imágenes de los cortes en la biblioteca para importarlos al software RHINOCEROS 5.0 3D (Robert McNeel & Associates/ Washington- United States) para dibujar el conducto y raíz con el comando Poly-line y se señala, para posteriormente enviar un documento en formato 3dm para la reconstrucción de la muestra sin instrumentar. ^(36,37).

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS EXPERIMENTALES

Las muestras se instrumentaron, cada grupo con la técnica correspondiente, siguiendo las instrucciones preestablecidas por cada fabricante y utilizando el motor endodóntico (VDW.SILVER® RECIPROC®).

A todos los pacientes se les realizó profilaxis con agua oxigenada y cepillo profiláctico, luego se procedió a anestésiar

bajo técnica tróncular al nervio dentario inferior con Prilocaina 4% - sin vasoconstrictor 1.8mL. Se realizó aislamiento absoluto y se hizo apertura con fresa Zecrya. Se confirmó permeabilidad del conducto con lima K #10 (Dentsply Maillefer), se tomó conductometría (-0.5mm) con el localizador apical Root ZX (J Morita) y se verificó con radiografía periapical.

Grupo 1: Grupo experimental 10 dientes preparados con Reciproc Blue (VDW/ Munich, Alemania).

El conducto radicular se instrumentó usando el sistema Reciproc Blue (VDW/ Munich, Alemania). R25 (diámetro 25-0,8 conicidad) activado en un motor RECIPROC (VDW.SILVER® RECIPROC®). Siguiendo las instrucciones preestablecidas por el fabricante. La preparación del conducto fue a 0,5mm del ápice radicular (longitud de trabajo) y se introdujo la lima R25 por tercios radiculares irrigando 3mL de NaOCl al 5,25% por cada uno, completando un total de 9ml NaOCl, para eliminar residuos hasta la longitud de trabajo, con un tiempo de trabajo sin exceder un minuto de preparación.

Grupo 2: Grupo experimental de 10 dientes preparados con Waveone Gold (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza)

El conducto radicular se instrumentó usando el sistema Waveone Gold (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza) Primary (tamaño 25-0,7 conicidad) activado en un motor VDW. SILVER® RECIPROC®) y siguiendo las instrucciones preestablecidas por el fabricante. La

preparación del conducto fue a 0,5mm del ápice radicular (longitud de trabajo), se introdujo la lima primary 25 por tercios radiculares irrigando 3ml de NaOCL al 5,25% por cada uno, completando un total de 9ml NaOCL al 5,25%, para eliminar residuos hasta la longitud de trabajo, con un tiempo de trabajo sin exceder un minuto de preparación.

Grupo 3: Grupo experimental 10 dientes preparados con XP Endo Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza).

El conducto radicular se instrumentó usando el sistema XP Endo-Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza), (ISO 27-0.01/30-0,4 diámetro-conicidad) activada por un motor endodóntico (VDW.SILVER® RECIPROC®) siguiendo las instrucciones preestablecidas por el fabricante a la velocidad recomendada de 800 rpm con torque de 100 mg/ cm²; la preparación del conducto fue a 0,5mm del ápice radicular (longitud de trabajo), se introdujo la lima XP por tercios radiculares irrigando 3ml de NaOCL al 5,25% por cada uno completando un total de 9ml NaOCL; para eliminar residuos hasta la longitud de trabajo, sin exceder un minuto de preparación.

ANÁLISIS TOMOGRAFICO POST-INSTRUMENTACIÓN

Se realizó un segundo análisis tomográfico post-instrumentación utilizando Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT). El tiempo estimado de escaneo fue de 10 segundos aproximadamente para cada premolar y analizada con el software Nobel-

clinician de la casa Nobel Biocare Inc. Ubicamos el plano axial y se realizaron cortes a 0.5mm, 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6mm y 7mm. Con la herramienta Diagnose en la opción Distance se mide el conducto y raíz de vestibular a palatino y mesial a distal para la reconstrucción tridimensional; con snapshot se guardan las imágenes de los cortes en la biblioteca para importarlos al software RHINOCEROS 5.0 3D (Robert McNeel & Associates/ Washington- United States). A cada imagen de los cortes antes mencionados se dibuja el conducto y la raíz con el comando Poly-line y se señala, para posteriormente enviar un documento en formato 3dm para la reconstrucción de la muestra instrumentada y hacer la superposición de imágenes y poder evaluar las variables planteadas en el estudio.

PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN DENTAL PRE Y POST-OPERATORIA

Se reciben virtualmente 60 tomografías de los dientes antes y después del procedimiento y en los milímetros 0-0.5-1-2-3-4-5-6 y 7 en Rhinoceros 3D (Robert McNeel & Associates/ Washington- United States), luego se enmarca la tomografía con el comando polyline, para ser usada más adelante como punto de referencia.

Estos cortes con el encuadre se exportan al programa RHINOCEROS, (Robert McNeel & Associates/ Washington- United States). aquí uno por uno en los 13 cortes se dibujan líneas de referencia, empleando el comando polyline de Mesial-Distal y Vesibular-Palatino, tanto en la raíz cómo en el conducto. También, se dibuja una línea de

referencia conectando el punto de intersección de las líneas anteriormente mencionadas en la raíz y el conducto, para que la posición del conducto dentro de la raíz no sea alterada en los pasos posteriores.

SUPERPOSICIÓN DE LA RECONSTRUCCIÓN PRE Y POST-OPERATORIA

Con las líneas guía y la tabla de medidas en Excel, se le da a cada raíz y a cada conducto su medida correspondiente en μm con el comando scale 1D, ampliando o reduciendo el dibujo según la tabla de medidas dicte. Todas las líneas de referencia utilizadas son borradas para limpiar el dibujo y cuando todos los cortes están escalados, se procede a unir cada corte pre con el post-operatorio a su milímetro original correspondiente, esto se hace con el comando move teniendo como puntos de referencia, tanto el encuadro de la tomografía que fue preservado al principio, como la raíz en sí misma.

La operación anterior reduce el número de cortes a 6 y en cada raíz se encuentra el conducto tanto antes, como después de la preparación endodóntica. El siguiente paso es ubicar los cortes tridimensionalmente uno encima de otro a las alturas correspondientes con el comando move, dando un esquema de alturas milímetro a milímetro de la raíz y el conducto, al tener los cortes en esta posición, se crea una superficie compleja entre todos los cortes por cada elemento con el comando loft y el resultado es una superficie para la raíz, una para el conducto original y una para el conducto preparado.

Esto nos deja con tres superficies que luego son tapadas con los comandos plane y split para generar un sólido, finalmente se crea la punta de los conductos siguiendo la forma de reloj de arena con el comando loft, esto se tapa con los comandos mencionados anteriormente y finalmente se le añaden detalles como los colores y la transparencia de la raíz con el comando material editor.

Evaluación del grado de centricidad y transporte:

Para evaluar el grado de transporte del conducto en la dirección mesio-distal, se tomaron las imágenes de secciones transversales de los cortes 0,5 1, 2, 3, 5, y 7 mm, pre y post-instrumentación se superpusieron y se registraron para determinar el transporte del canal y la capacidad de centrado.

Los datos utilizados para realizar los análisis fueron los siguientes:

X1= Distancia más corta desde el borde mesial a la periferia del conducto sin instrumentar

X2= Distancia mínima desde el borde mesial a la periferia del conducto instrumentado.

Y1= Distancia más corta desde el borde distal a la periferia del conducto sin instrumentar

Y2= Distancia mínima desde el borde distal a la periferia del conducto instrumentado.

Medición de la capacidad de centrado:

La relación de centrado se calculó usando la siguiente fórmula

$$(X1 - X2) / (Y1 - Y2)$$

El denominador de la fórmula fue el mayor de los dos números. Cuanto más cerca el resultado fue a 1, mejor será la capacidad del instrumento para permanecer centrado.

Medición de la transportación:

El valor de la transportación se calculó usando la siguiente fórmula

$$(X1 - X2) - (Y1 - Y2)$$

Un resultado de cero indica ningún transporte canal, mientras que otros resultados indicaron transporte hacia el aspecto mesial o distal del canal.

Medición del volumen de conducto:

El valor del volumen total del conducto radicular se analizó antes y después de la instrumentación. Utilizando el comando volumen en el software Rhinoceros 5.0. Que nos da el resultado del volumen de un sólido en mm^3 (41,42)

RESULTADOS

Se analizaron las medidas provenientes de 30 premolares, las cuales fueron divididas en 3 grupos de 10 y preparadas respectivamente con los sistemas Reciproc Blue, WaveOne Gold y XP EndoShaper. Para cada muestra analizada se evaluó el porcentaje de aumento de volumen del conducto luego de instrumentarlo, la centricidad de la lima en el conducto y la transportación producida posterior a la preparación mecánica.

Aumento de volumen del conducto:

Con relación al porcentaje de aumento de volumen del conducto, en la tabla 1

apreciamos la comparación entre el volumen inicial del conducto previo a la instrumentación y el volumen final posterior a la misma. Es importante anotar que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el volumen de los conductos preinstrumentados ($p=0.87$) que se asignaron a cada grupo para que los 3 instrumentos trabajaran en conductos similares. Al hacer el análisis con la prueba t de Student para datos pareados se encuentran diferencias estadísticamente significativas en los grupos Reciproc Blue y WaveOne Gold ($p<0.001$). El grupo XP EndoShaper no mostró diferencias significativas entre el volumen previo y posterior a la instrumentación ($p=0.06$).

En la figura 1 se presenta la comparación del volumen pre y postinstrumentación comparando los 3 grupos.

Adicionalmente se calculó el porcentaje de aumento de volumen del conducto que se logra con cada sistema. En la tabla 2 se observa como el sistema que produce un mayor aumento de volumen es el sistema Reciproc Blue con un aumento promedio de $110.34\% \pm 72.4\%$, seguido del sistema WaveOne Gold con un aumento promedio de $81.60\% \pm 63.6\%$. El sistema que menos aumento de volumen produce fue el XP EndoShaper con un aumento promedio de $17.55\% \pm 9.6\%$. El test de ANOVA mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p=0.003$).

Los resultados se muestran gráficamente en la figura 2, donde puede apreciarse de mejor forma el comportamiento de los 3 sistemas en cuanto al aumento de volumen del conducto.

Imagen 2.

La tabla 3 muestra las comparaciones post-hoc con el test de Tukey, donde se observan diferencias estadísticamente significativa entre el grupo XP EndoShaper con los grupos Reciproc Blue ($p=0.002$) y WaveOne Gold ($p=0.045$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Reciproc Blue y WaveOne Gold ($p=0.508$).

Centricidad del instrumento:

Con relación a la centricidad del instrumento del conducto, se realizó un análisis a diferentes niveles del conducto, a 0.5, 1, 2, 3, 5 y 7 mm. La tabla 4 muestra el comportamiento de cada sistema en cada uno de los niveles estudiados en donde, se aprecia que la lima Reciproc Blue es la que se mantiene más centrada en el conducto en todos los niveles y la XP EndoShaper la que menos se centra en el conducto en todos los niveles. La WaveOne Gold mantiene un comportamiento intermedio entre las otras dos limas, aunque sin mostrar diferencias significativas entre los grupos en ninguno de los niveles (Anova $p=0.54$).

Transportación del conducto:

Con relación a la transportación del conducto, se realizó un análisis a los mismos niveles descritos anteriormente (0.5, 1, 2, 3, 5 y 7 mm). La tabla 5 muestra que en los primeros 3 mm la lima que más transporta es la XP EndoShaper, mientras que para el resto de niveles evaluados la que genera más transportación es la lima Reciproc Blue. La lima WaveOne Gold igualmente mantiene un comportamiento intermedio entre ambas limas en la mayoría de niveles. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en ninguno de los niveles analizados (Kruskal-Wallis $p=0.48$).

DISCUSIÓN

La conformación del conducto radicular está orientada a mantener la anatomía original; evitando al máximo los errores por parte del operador. Los nuevos sistemas de limas presentan aleaciones y preparaciones térmicas que acompañada con su sección transversal le confieren una mayor flexibilidad para lograr adaptarse a la complejidad de la morfología radicular. Por ello algunas investigaciones se han enfocado en evaluar el comportamiento de estos sistemas dentro del conducto radicular. (5, 9, 29,30).

La presente investigación describe un método, que permite obtener medidas anatómicas antes y después de la preparación endodóntica en un estudio In Vivo, clínico, controlado, aleatorizado con el fin de analizar el volumen de dentina removida, capacidad de centricidad y la transportación que puede sufrir un conducto cuando se realiza la preparación endodóntica con WaveOne Gold, (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza) Reciproc Blue, (VDW/ Munich, Alemania), XP EndoShaper, (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza).

En la actualidad se encuentran diversos sistemas rotatorios, la mayoría diseñados con el objetivo de realizar una conformación y preparación cónica del conducto, sin embargo la anatomía radicular va más allá de esto puesto que se ha informado que el conducto presenta múltiples constricciones, curvaturas pronunciadas y foramen apical que oscila entre 0,30 a 0,47 milímetros; las limas de la

presente investigación presentan una punta con diámetro de 0,25 para Reciproc Blue (VDW/ Munich, Alemania), y Waveone Gold (Dentsply Maillefer) y de 0,30 para XP Endo Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza). Por ende estarían manejando diámetros menores a los de la anatomía original, generando deficiencia en el debridamiento del tercio apical disminuyendo el éxito de la terapia endodóntica, lo cual puede ser compensado por el tiempo de movimiento alterno recíproco, de Reciproc Blue y WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) los cuales corta grandes cantidades de dentina, en su proceso de preparación. (8, 5, 9,43)

Y el sistema XP Endo Shaper (FKG /Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza) por lo novedoso de su tipo de movimiento continuo de serpiente, su punta activa tipo booster tip, lo cual genera preparaciones importantes en el tercio apical. (25)

En este estudio se seleccionaron los últimos avances de sistemas de limas únicas de cada casa comercial, con el fin de comparar sus nuevas características ya que buscan solucionar falencias de sus antecesores creando una expectativa; eliminando la secuencia de limas reduciendo tiempo del operador, mejorando sus aleaciones y tratamientos térmicos que le confieren más flexibilidad y elasticidad buscando disminuir los problemas generados en la preparación y conformación del conducto buscando mantener la forma tamaño y diámetro original. (28)

Los estudios in vitro son importantes porque validan técnicas, usos de instrumentos cuando se hacen con rigor de método científico los cuales pueden ayudar a

soportar un modelo clínico teniendo el inconveniente de que sus resultados son análogas, donde se mide una sola variable sin tener el ambiente clínico a diferencia de este que valida unos resultados in vivo evidenciando condiciones clínicas verdaderas, dando información en tiempo real de los resultados obtenidos de manera confiable y veraz.⁽⁴⁵⁾

Existen métodos de evaluación capaces de reconstruir la anatomía y conformación del conducto radicular, no obstante, se encuentran otras formas de evaluar la instrumentación en endodoncia, pero estos son métodos in vitro y ex-vivo como el caso de la Tomografía Micro-computarizada (micro-CT), esta muestra avances significativos en la habilidad de reconstrucción tridimensional, con óptimos detalles antes, durante y después, por su alta resolución permite ver el interior del objeto analizado sin tener que modificarlo sin embargo, presenta una limitante en estudios in vivo ya que está condicionado a muestras pequeñas y no se puede emplear en pacientes (29,31).

El presente estudio valida la utilización del CBCT como herramienta no invasiva proporcionando imágenes tridimensionales repetibles de alta resolución y precisión que nos permite identificar y comparar los cambios de la morfología inicial del conducto y la conformación posterior a la preparación con las limas sujetas al estudio. Las imágenes obtenidas fueron digitalizadas para la reconstrucción por medio de medidas analizadas en Rhinoceros, (Robert McNeel & Associates/ Washington- United States) (41 42,37)

Este programa Rhinoceros, (Robert McNeel

& Associates/ Washington- United States), proporciona una forma práctica que registra mediciones en 3D de modelos de estudio, su precisión y confiabilidad permiten realizar una medición realista y eficaz, siendo una herramienta confiable y precisa en este tipo de estudios. Con un margen de error de 08.76 menor al 1 % lo cual validan los resultados obtenidos ^(36,37)

La siguiente investigación evaluó el volumen de dentina removida, la capacidad de centralización del instrumento y transportación en premolares inferiores humanos preparados con sistemas de lima única Reciproc Blue (VDW Munich Germany), Waveone Gold (Dentsply Maillefer) y XP EndoShaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza).

En cuanto al cambio de volumen a dentina removida y comparando los resultados pre instrumentación y pos instrumentación se observó que la lima Reciproc Blue (VDW Munich Germany) remueve mayor cantidad de dentina con un promedio de 110,34% esto se debe a que esta lima presenta una conicidad en sus primeros 3 mm del 0,08%, luego al 4mm decae a 4% y se vuelve constante al 5% en el milímetro 5, generando un mayor efecto en el corte eliminando una cantidad considerable de dentina dentro del conducto también su movimiento alterno recíprocante puede influir en el cambio volumétrico; presentando ángulo de giro 150° antihorario y 30° horario donde su movimiento permite el desenganche de instrumento liberando el barrillo dentinal y sus dos ángulos de corte activos atribuido a su perfil de sección en S itálica donde investigaciones muestran que

esta forma geométrica influye y mejora la eficiencia de corte a una velocidad de 300rcm ^(45,46) Estudios realizados de comparación WaveOne (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza) y Reciproc (VDW Munich Germany) en modelos simulados evidencia que el sistema Reciproc (VDW Munich Germany) retira un mayor monto de resina de todas las paredes del canal en comparación con WaveOne (Dentsply Maillefer) ⁽⁴⁴⁾ otro estudio de comparación de Reciproc (VDW Munich Germany) y WaveOne (Dentsply Maillefer) resulto en un aumento del cambio de volumen del conducto con el sistema Reciproc (VDW Munich Germany) ⁽⁴⁷⁾ a pesar que los sistemas Reciproc (VDW Munich Germany) y Waveone (DENSTPLY/ Maillefer (Ballaigues, Suiza) presentan similitudes referente a su aleación, movimiento alterno recíprocante y tamaño de la punta, su diseño de sección transversal puede explicar por qué el sistema Reciproc (VDW Munich Germany) presenta una mejor capacidad de corte; al igual que el sistema Reciproc Blue (VDW Munich Germany) por su similitud en el perfil de sección.

El sistema de lima XP Endoshaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) removió menor cantidad de dentina con un porcentaje de 17,55% debido a que presenta una conicidad constante del 1% acompañado del movimiento de serpiente que es continuo y su aleación Max wire la cual le confiere mayor flexibilidad sumada a su poca conicidad que le genera un menor roce en las paredes del conducto proporcionando menor corte, mostrando diferencias estadísticamente significativas

en comparación con el grupo Reciproc Blue (VDW Munich Germany) y Waveone Gold (Dentsply Maillefer) Estos resultados concuerdan con estudios anteriores donde el uso de los instrumentos recíprocos resultan en una preparación del conducto radicular más amplia en comparación con los sistemas de limas continuas ^(2,26) en un estudio de comparación de volumen de dentina removida entre dos sistemas Protaper y RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) muestra que el desempeño del sistema RaCe (FKG Dentaire La Chaux-de-Fonds, Suiza) en los 5 milímetros apicales fue mayor en la preparación con un porcentaje de 33%. ⁽¹⁾ En esta investigación concluyen que por su booster tip, con sus 6 bordes cortantes, perfil de sección triangular y su aleación hacen que se compensen las falencias presentes del sistema dando como resultado una mejor preparación en los 5 milímetros apicales ⁽⁴⁸⁾

El sistema WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) presenta unos resultados de 81.6056 mm en el volumen de la preparación los cuales se deben a su nuevo perfil de sección en forma de paralelogramo y a su conicidad inicial de 7% en los 3 primeros milímetros se le confiere una buena capacidad de corte al ser accionada a una velocidad de 350 rpm y un ángulo de giro de 170° / 50° lo cual explica la menor cantidad de volumen eliminada con respecto a Reciproc Blue (VDW Munich Germany). ⁽⁴⁹⁾

Reciproc Blue (VDW Munich Germany) presenta una mejor capacidad de centrado en el conducto que los otros dos sistemas rotatorios, atribuidos al diseño de la lima,

perfil de sección en forma de S itálica, punta inactiva del 0.25, conicidad constante de 8% en los primeros 3 milímetros la cual decrece al 4% hasta el milímetro 5 y luego se mantiene en 5% generando una preparación uniforme.⁽²³⁾ Seguido del sistema Waveone Gold (Dentsply Maillefer) a pesar de tener una conicidad del 7% en sus 3 primeros milímetros y luego decrecer al 5%, punta 0.25 semiactiva, perfil de sección en forma de paralelogramo en donde solo contacta dos ángulos de corte esto nos puede explicar la diferencia en la habilidad de centrado con respecto al sistema Reciproc Blue (VDW Munich Germany). ⁽²⁴⁾ Por otra parte el sistema XP Endoshaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) presenta menor capacidad de centrado, esto asociado con su perfil triangular y movimiento de serpenteo el cual provoca que la lima se expanda ocasionando que se traslade de forma irregular por el conducto generando que el instrumento no logre centrarse adecuadamente, ^(25,2)

En cuanto al grado de transportación del conducto los resultados de este estudio deben analizarse en los diferentes sitios de corte y medida a los 0.5 mm la menor transportación la tubo el sistema Reciproc Blue (VDW Munich Germany). (0,036) en comparación al sistema WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) 0,03 y el sistema XP Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) (0,04) probablemente debido a su punta inactiva a diferencia de Wave One Gold (Dentsply Maillefer) la cual es semiactiva, los valores mayores se presentaron con el XP Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) el cual presenta una punta activa tipo booster tip con 6 ángulos de corte además de su movimiento continuo tipo serpenteo que impide el control de la longitud de trabajo ^(23,24,25)

Del milímetro 1mm al milímetro 7 la tendencia de transportación es igual de los 3 sistemas siendo el Reciproc Blue (VDW Munich Germany) el que más transporto esto se explica por su conicidad del 8% en los 3 primeros milímetros el cual desciende

al 4% y luego se mantiene en el milímetro 5 al 5%, su perfil de sección en forma de S itálica junto con sus ángulos de corte lo cual hace que el instrumento gane una mayor capacidad de corte. El sistema WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) el cual tiene una conicidad apical en los 3 primeros milímetros del 7% luego decrece al 5% independientemente del tipo de movimiento alterno recíprocante y sus ángulos de giro 170°/ 50° y velocidad de 350 rpm permitiendo que mantenga un comportamiento intermedio entre los dos sistemas. Y según nuestros resultados el sistema XP EndoShaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) fue el que menos transporte del milímetro 1 al 7 probablemente debido a su conicidad del 1% y una punta activa denominada booster tip de tamaño 30 que le confiere 6 filos cortantes y un movimiento de serpiente que impide el control del instrumento por parte del operador, su rotación continua lo hace menos agresivo que el recíprocante independiente del torque y su velocidad de giro. (23, 24,25)

Actualmente no ha sido reportado en la literatura científica una comparación inicial de los sistemas de instrumentación rotatoria de lima única, que maneje un diseño similar al presente estudio, donde se compararen los sistemas WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) Reciproc Blue (VDW Munich Germany) y XP Endo-Shaper, (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) en esta investigación se evaluó la capacidad de conformación de los mismos midiendo volumen, transportación y centricidad, al precisar las medidas antes y después de la preparación.

CONCLUSIONES

Volumen de dentina removida: Con los siguientes resultados podemos concluir que el sistema de lima Reciproc Blue (VDW Munich Germany) facilita una mayor remoción de dentina proporcionando un

aumento del volumen, a diferencia de la lima XP Endoshaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) la cual fue la que menos cambio de volumen presento.

Centricidad: Reciproc Blue (VDW Munich Germany) tiene mayor habilidad de mantener centrado el instrumento en el conducto, en cambio el sistema de XP Endoshaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) fue el instrumento que menos se centró.

Transportación: La lima XP Endoshaper (FKG Dentaire La Chaux-de-Fonds, Suiza) presento mayor transportación en los primeros 3 milímetros apicales; Reciproc Blue (VDW Munich Germany) mostro mayor transportación en el resto de niveles evaluados. La lima Waveone Gold (Dentsply Maillefer) mantuvo un comportamiento intermedio entre ambas limas en la mayoría de niveles. Sin embargo, las diferencias encontradas no fueron significativas

BIBLIOGRAFÍAS

1. Wei Z, Cui Z, Yan P, Jiang H. A comparison of the shaping ability of three Nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study via a contrast radiopaque technique in vitro. BMC Oral Health. 2017 Jan 9;17(1):39.
2. Lacerda MFLS, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Provenzano JC, Neves MAS, Pires FR, Gonçalves LS, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A

- Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. *J Endod.* 2017 Nov;43(11):1878-1884.
3. Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). *Int Endod J.* 2012 Jun;45(6):514-23.
 4. Burroughs JR, Bergeron BE, Roberts MD, Hagan JL, Himel VT. Shaping ability of three nickel-titanium endodontic file systems in simulated S-shaped root canals. *J Endod.* 2012 Dec;38(12):1618-21.
 5. Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto MD, Silva RG. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J.* 2009 Jun;42(6):499-506.
 6. Harrán E, Vilar JA: The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. *J Endod.* 2003; 29(3): 214-19
 - 7 Connert T, Judenhofer MS, Hülber-J M, Schell S, Mannheim JG, Pichler BJ, Löst C, ElAyouti A. Evaluation of the accuracy of nine electronic apex locators by using Micro-CT. *Int Endod J.* 2017 (7): 10.1111
 - 8 Wu MK, Wesselink PR, Walton RE. Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:99–103
 - 9 Martos J, Lubian C, Silveira LF, Suita LA, Ferrer CM. Morphologic analysis of the root apex in human teeth. *J Endod.* 2010; 36(4): 664-67
 - 10 ElAyouti A, Chu A-L, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Lost C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J.* 2008; 41(12): 1088–92
 11. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, Prati C. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004 Dec;37(12):832-9.
 - 12 ProTaper-Universal. Available at: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/products/endodontics/glide-path-shaping.dir.html/Endodontics/Glide-Path-&-Shaping/Rotary-&-Reciprocating-Files/Shaping/ProTaper-Universal-Rotary-Files/p/TUL-PTURAS21/c/1000671.html#.WdLu8tPWzIU> Accessed September 29,2017
 13. García M, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. A comparison of apical transportation between ProFile and RaCe rotary instruments. *J Endod.* 2012 Jul;38(7):990-2.
 - 14 VDW.Reciproc .Available at: <https://www.vdw-dental.com/sortiment/mtwo-instrumente/> Accessed September 29, 2017
 15. Hn SY, Kim HC, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation

Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. J Endod. 2016 Jul;42(7):1009-17.

16. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. 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. Int Endod J. 2012 May;45(5):449-61.

17. Keskin C, Inan U, Demiral M. Effect of interrupted motion on the cyclic fatigue resistance of reciprocating nickel-titanium instruments. Int Endod J. 2017 May 4

18. VDW.Reciproc .Available at: <https://www.vdwdental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/ReziprokeAufbereitung/RECIPROC/VDW-Dental-RECIPROC-User-brochure-EN.pdf> Accessed September 29,2017

19. WaveOne brochure. Available at: <http://dentsplymea.com/products/endodontics/endodontic-files/wave%E2%80%A2one%E2%84%A2-file.l> Accessed September 29,2017

20. Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping ability of waveone primary reciprocating files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. J Endod. 2014 Sep;40(9):1468-71.

21. Saber SE, 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 Jan;48(1):109-14.

22. Adıgüzel M, Capar ID. Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne and WaveOne Gold Small, Primary, and Large Instruments. J Endod. 2017 Apr;43(4):623-627.

23. VDW.Reciproc Blue.Available at: <https://www.vdwdental.com/sortiment/reciproc-blue/>. Accessed September 18,2017

24. WaveOne Gold brochure. Available at <https://www.dentsplysirona.com/en-us/products/endodontics/glide-path-shaping/waveone-gold-reciprocating-files-learn-more.html>. Accessed September 18,2017

25. Silva EJNL, Vieira VTL, Belladonna FG, Zuolo AS, Antunes HDS, Cavalcante DM, Elias CN, De-Deus G. Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of XP-endo Shaper and TRUShape Instruments. J Endod. 2017 Oct 24. pii: S0099-2399(17)31034-8.

26. FKG XP Endo Shaper. Available at: http://www.fkg.ch/sites/default/files/201704_fkg_xp_endo_shaper_brochure_v4_es_web.pdf Accessed September 18,2017

27. Elnaghy A, Elsaka S. Cyclic fatigue resistance of XP-endo Shaper compared with different nickel-titanium alloy instruments. Clin Oral Investig. 2017 Oct 13.

28. De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, Grande NM.Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. J Endod. 2017 Mar;43(3):462-466.

29. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Villas-Boas MH, Cavenago BC, Duarte MH, Versiani MA. Morphologic micro-computed tomography analysis of mandibular premolars with three root canals. *J Endod.* 2013 Sep;39(9):1130-5.
30. Cruz ATG, Wichnieski C, Carneiro E, da Silva Neto UX, Gambarini G, Piasecki L. Accuracy of 2 Endodontic Rotary Motors with Integrated Apex Locator. *J Endod.* 2017 Oct;43(10):1716-1719. doi: 10.1016/j.joen.2017.05.012. Epub 2017 Jul 20.
31. Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, van der Stelt P, Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(1):e1-7
32. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J.* 2003. February; 36 (2): 86– 92.
33. Silva Santos AM, Portela FMSDF, Coelho MS, Fontana CE, De Martin AS. Foraminal Deformation after Foraminal Enlargement with Rotary and Reciprocating Kinematics: A Scanning Electronic Microscopy Study. *J Endod.* 2017;1–4.
34. Tyndall DA, Kohlfarber H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Tex Dent J.* 2012 Nov;129(11):1195-208.
35. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007 Sep;33(9):1121-32.
36. Havda R, Mannocci F, Andiappan M, Patel S. Comparing the in vivo diagnostic accuracy of digital periapical radiography with cone-beam computed tomography for the detection of vertical root fracture. *J Endod.* 2014 Oct;40(10):1524-9
37. Hovens MC, Lo K, Kerger M, Pedersen J, Nottle T, Kurganovs N, et al. 3D modelling of radical prostatectomy specimens: Developing a method to quantify tumor morphometry for prostate cancer risk prediction. *Pathol Res Pract* 2017;(August):0–1
38. Chen H, Lowe AA, de Almeida FR, Wong M, Fleetham JA, Wang B. Three-dimensional computer-assisted study model analysis of long-term oral-appliance wear. Part 1: Methodology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Sep;134(3):393-407. Doi:10.1016/j.ajodo.2006.10.030.)
39. normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Resolución 8430/1993, (4-10-1993)
40. European Society of Endodontology, Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, Lemberg K. European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. *Int Endod J.* 2014 Jun;47(6):502-4
41. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod.* 1996 Jul;22(7):369-75.

42. Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). *Int Endod J.* 2012 Jun;45(6):514-23.

43. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2016 Mar;49(3):255-70.

44. Duran-Sindreu F, Stöber E, Mercadé M, Vera J, Garcia M, Bueno R, Roig M. Comparison of in vivo and in vitro readings when testing the accuracy of the Root ZX apex locator. *J Endod.* 2012 Feb;38(2):236-9.

45. Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer E. 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. *Int Endod J.* 2012 May;45(5):449-61

46. Plotino G, Giansiracusa Rubini A, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cutting efficiency of Reciproc and waveOne reciprocating instruments. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1228-30.

47. Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A. Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1223-7.

48. Brasil SC, Marceliano-Alves MF, Marques ML, Grillo JP, Lacerda MFLS, Alves FRF, Siqueira JF Jr, Provenzano JC. Canal Transportation, Unprepared Areas, and Dentin Removal after Preparation with BT-RaCe and ProTaper Next Systems. *J Endod.* 2017 Oct;43(10):1683-1687.

49. Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2016; 42(10):1536-9.

Tabla 1.			
Comparación de Volumen en mm ³ del conducto pre y post instrumentación			
Sistema de Instrumentación	Pre instrumentación	Pos instrumentación	Prueba t-pareada
Reciproc Blue	8.158 ± 5.16	14.692 ± 6.37	P < 0.001
WaveOne Gold	7.527 ± 3.47	10.933 ± 2.65	P < 0.001
XP EndoShaper	8.638 ± 4.53	9.873 ± 4.74	P = 0.06

*Anova p=0.87

Tabla 2.					
Porcentaje de aumento de volumen					
Sistema de Instrumentación	N	Promedio	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Reciproc Blue	10	110.3400	72.4677	51.12	238.20
WaveOne Gold	10	81.6056	63.6199	22.22	169.39
XP EndoShaper	10	17.5578	9.6877	3.46	29.99
Total	30	69.1559	67.1494	3.46	238.20

Anova p=0.003

Tabla 3.		
Comparaciones post-hoc Variable: Porcentaje de aumento de volumen		
Tukey HSD		
(I) Sistema de Instrumentación	(J) Sistema de Instrumentación	Sig.
Reciproc Blue	WaveOne Gold	.508
	XP EndoShaper	.002
WaveOne Gold	Reciproc Blue	.508
	XP EndoShaper	.045
XP EndoShaper	Reciproc Blue	.002
	WaveOne Gold	.045

Tabla 4.						
Centricidad de la lima a diferentes niveles						
Sistema de Instrumentación	0.5 mm	1 mm	2 mm	3 mm	5 mm	7 mm
Reciproc Blue	0.69 ± 0.26	0.70 ± 0.17	0.59 ± 0.21	0.59 ± 0.26	0.56 ± 0.24	0.58 ± 0.33
WaveOne Gold	0.59 ± 0.26	0.57 ± 0.29	0.55 ± 0.29	0.56 ± 0.30	0.55 ± 0.26	0.41 ± 0.27
XP EndoShaper	0.42 ± 0.28	0.53 ± 0.26	0.52 ± 0.26	0.53 ± 0.33	0.43 ± 0.32	0.42 ± 0.29

Anova p=0.54

Tabla 5.						
Transportación del conducto a diferentes niveles						
Sistema de Instrumentación	0.5 mm	1 mm	2 mm	3 mm	5 mm	7 mm
Reciproc Blue	0.036 ± 0.03	0.036 ± 0.03	0.052 ± 0.03	0.054 ± 0.03	0.059 ± 0.06	0.071 ± 0.05
WaveOne Gold	0.038 ± 0.04	0.023 ± 0.02	0.057 ± 0.03	0.037 ± 0.03	0.055 ± 0.05	0.063 ± 0.05
XP EndoShaper	0.043 ± 0.03	0.053 ± 0.06	0.057 ± 0.02	0.052 ± 0.03	0.042 ± 0.02	0.054 ± 0.04

Kruskal-Wallis p=0.48

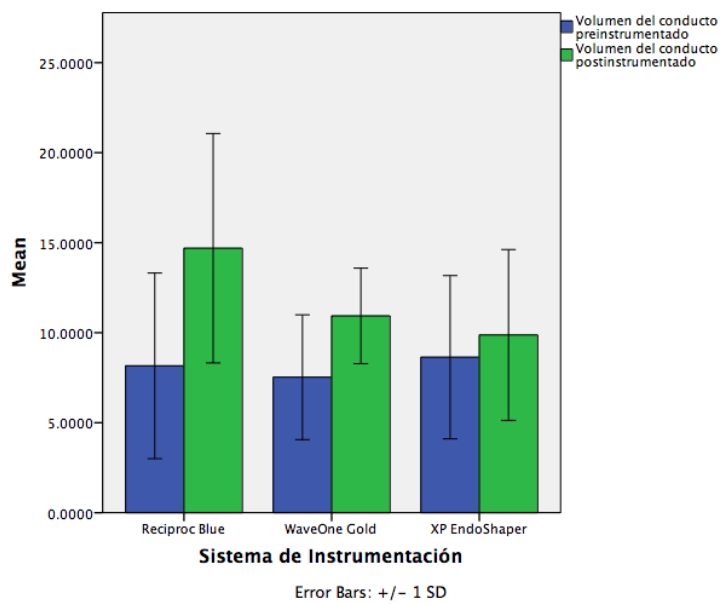


Figura 1

En la figura 1 se presenta la comparación del volumen pre y postinstrumentación comparando los 3 grupos.

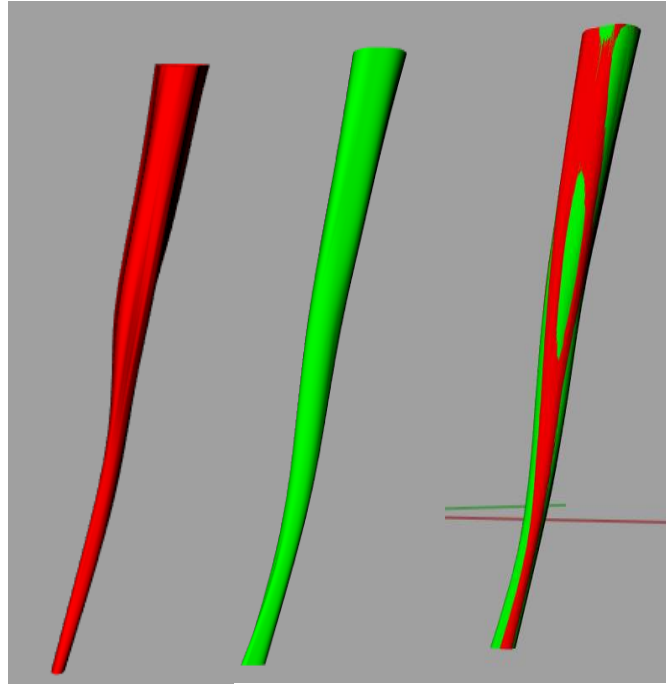


Imagen 1

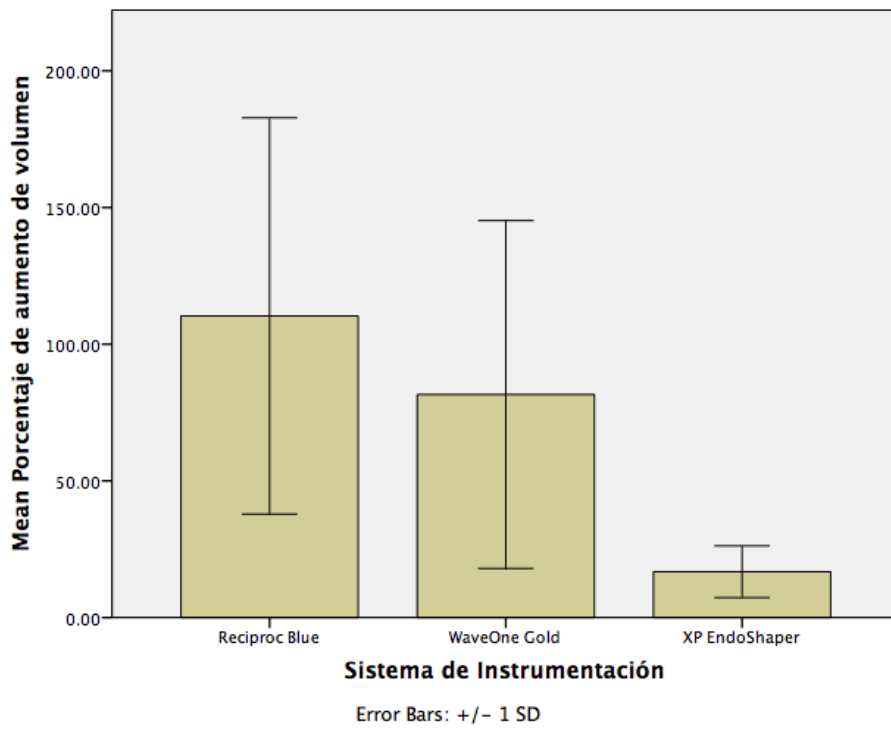


Figura 2

Xp endo-shaper WaveOne Gold Reciproc Blue

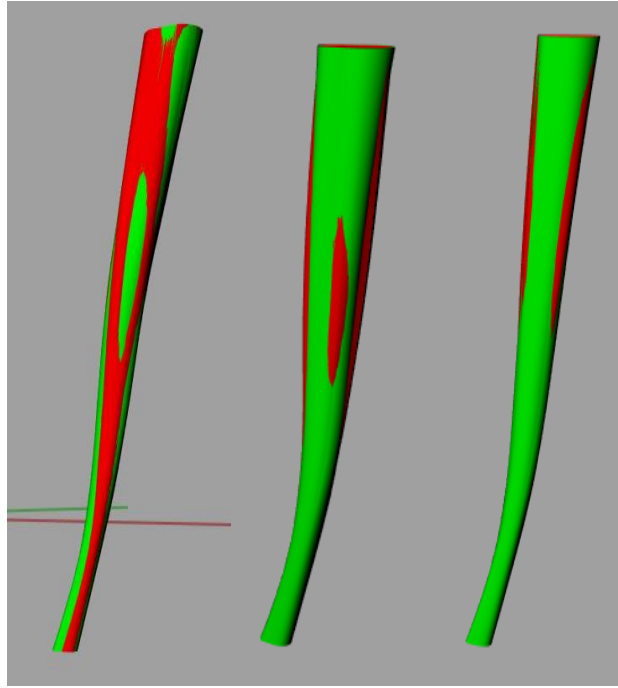


Imagen 2.

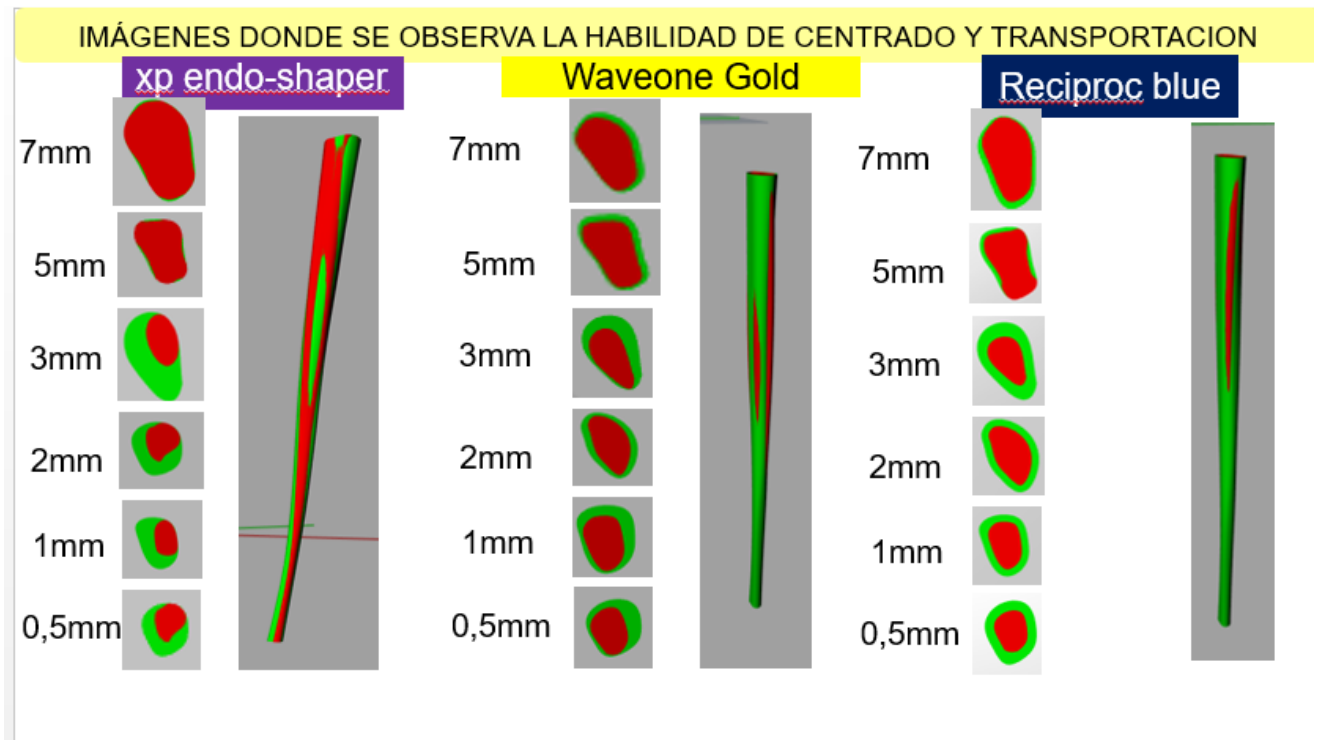


Imagen 3