



Universidad Autónoma de Querétaro

“COMPARACIÓN *IN VITRO* DEL REMANENTE DENTINARIO EN EL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES USANDO CUATRO SISTEMAS DE LIMA ÚNICA”

Tesis

Como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presenta:

C.D. Itzel Athziry Carre Espinoza

Dirigido por:

C.D.E.E. César López Cruz

Querétaro, Querétaro a septiembre de 2025

C.D. ITZEL ATHZIRY CARRE ESPINOZA

COMPARACIÓN *IN VITRO* DEL REMANENTE DENTINARIO EN EL SISTEMA DE
CONDUCTOS RADICULARES USANDO CUATRO SISTEMAS DE LIMA ÚNICA

2025

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

Especialidad en Endodoncia

“Comparación *in vitro* del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Endodoncia

Presenta:

C.D. Itzel Athziry Carre Espinoza

Dirigido por:

C.D.E.E. César López Cruz

Dr. César López Cruz

Presidente

Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez

Secretario

Dra. Rosa Martha Pérez Serrano

Vocal

Dr. Irak Osiris Villareal Vera

Suplente

Dr. Victor Rafael Vázquez Ramos

Suplente

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. Septiembre 2025
México

Resumen

Introducción: El tratamiento de conductos comprende tres fases fundamentales; diagnóstico, conformación y obturación. Se ha descrito que la conformación mecánica es la parte más importante de la terapia de conductos radiculares. El remanente dentinario debilitado es susceptible a una perforación y por ende comprometer el tratamiento de conductos. Diversas evidencias sugieren que el sistema de lima única ofrece un tratamiento más conservador, con un desgaste mínimo pero eficiente que cumple con las características de conicidad del sistema de conductos radiculares. **Objetivos:** Determinar cuál sistema de lima única, el WaveOne Gold, el HyFlex EDM, el XP-endo Shaper o el AF F One elimina menos dentina intrarradicular en tercio cervical, medio y apical durante su uso. **Materiales y métodos:** Estudio experimental *in vitro*. Se evaluó el remanente dentinario de 4 grupos de 10 premolares humanos uniradiculares cada uno seccionadas en tercios, se tomaron fotografías preoperatorias y postoperatorias de los grupos que se instrumentaron con cada sistema y se analizaron con software ImageJ. Se aplicó prueba ANOVA y comparación múltiple de Tukey-Kramer. **Resultados:** No se observó diferencia estadísticamente significativa de la comparación del remanente dentinario post instrumentación entre los sistemas WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One en los tercios cervical y medio, en tercio apical si se observó diferencia estadísticamente significativa en los valores post operatorios. **Conclusión:** El presente estudio determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa del remanente de dentina preoperatoria y postoperatoria utilizando cuatro sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio cervical y medio, a diferencia que en apical, siendo el sistema AF F One el que más dentina desgastó en dicho tercio, sin embargo, en la comparación del tercio apical con prueba de Tukey-Kramer entre los cuatro sistemas de lima única WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One se obtuvo un valor de p no significativo.

Palabras clave: Lima única, remanente, dentina, intrarradicular.

Summary

Introduction: Root canal treatment comprises three fundamental phases; diagnosis, shaping and obturation. Mechanical shaping has been described as the most important part of root canal therapy. Weakened dentin remnant is susceptible to perforation and thus compromising root canal therapy. Several evidences suggest that the single file system offers a more conservative treatment, with minimal but efficient wear that meets the tapering characteristics of the root canal system.

Objectives: To determine which single file system, the WaveOne Gold, the HyFlex EDM, the XP-endo Shaper or the AF F One removes less intraradicular dentin thickness in the cervical, middle and apical third during use. **Materials and**

methods: *In vitro* experimental study. The dentin remnant was evaluated by sectioning the samples in thirds, preoperative and postoperative photographs of each system were taken and analyzed with ImageJ software. ANOVA test and Tukey-Kramer multiple comparison were applied. **Results:** No statistically significant

difference was observed in the comparison of the post-instrumentation dentin remnant between the WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper and AF F One systems in the cervical and middle thirds; in the apical third, a statistically significant difference was observed in the post-operative values. **Conclusion:** This study determined that there is no statistically significant difference in preoperative and postoperative dentin remnant using four single-file systems (AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper, and WaveOne Gold) in the cervical and middle thirds, unlike in the apical third, with the AF F One system removing the most dentin in that third. However, in the comparison of the apical third with the Tukey-Kramer test between the four single-file systems WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper, and AF F One, a non-significant p-value was obtained.

Keywords: single file, remnant, dentin, intraradicular.

Dedicatoria

Para Célida Margarita Espinoza Lugo, mi mamá, mi todo.

Agradecimientos

En el proceso del posgrado y del presente trabajo, tuve la fortuna de tener el apoyo de muchas personas a quienes pretendo destacar por lo que significaron para mí.

A mi mamá, por su amor incansable e incondicional, gracias por ser mi lugar seguro y fuente de energía. Todo es por ti y para ti.

Agradezco a mi director de tesis, César López Cruz, por orientarme en todo momento, la paciencia que manifestaba en cada etapa de este proyecto fueron fundamentales para llegar a fin. Me llevo cada consejo para toda la vida.

A todo el personal docente de la Universidad Autónoma de Querétaro, de quienes tuve la dicha de aprender cada día durante dos años, fue un honor.

A mis amigos, que me dieron un hogar estando a 2,628 km de casa, los llevo en el corazón siempre.

Índice

Contenido	Página
Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Índice	V
Índice de cuadros	VI
Abreviaturas y siglas	VII
I. Introducción	VIII
II. Antecedentes	X
III. Fundamentación teórica	XII
IV. Hipótesis	XVIII
V. Objetivos	XIX
V.1 General	XIX
V.2 Específicos	XIX
VI. Material y métodos	XX
VI.1 Tipo de investigación	XX
VI.2 Población o unidad de análisis	XX
VI.3 Muestra y tipo de muestra	XX
VI.4 Criterios de selección	XXI
VI.5 Criterios de exclusión	XXI
VI.6 Variables	XXII
VI.7 Técnicas e instrumentos	XXIV
VI.8 Procedimientos	XXV
VI.9 Análisis estadístico	XXXI
VII. Resultados	XXXII
VIII. Discusión	XXXV
IX. Conclusiones	XXXVIII
X. Propuestas	XXXIX
XI. Bibliografía	XL

Índice de cuadros

Cuadro		Página
VII.1	Promedio de diámetro de conducto preoperatorio de cada grupo WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One en tercio cervical, medio y apical.	XXXIII
VII.2	Promedio de diámetro de conducto postoperatorio de cada grupo WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One en tercio cervical, medio y apical.	XXXIII
VII.3	Comparación <i>in vitro</i> del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única 4 sistemas de lima única WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One en tercio cervical.	XXXIV
VII.4	Comparación <i>in vitro</i> del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única 4 sistemas de lima única WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One Gold en tercio medio.	XXXIV
VII.5	Comparación <i>in vitro</i> del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única 4 sistemas de lima única WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One en tercio apical.	XXXIV
VII.6	Comparación <i>in vitro</i> del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando 4 sistemas de lima única WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One en tercio apical.	XXXV

Abreviaturas y Siglas

NiTi	Níquel titanio
Ncm	Torque
NaOCl	Hipoclorito de sodio
rpm	Revoluciones por minuto
OMS	Organización Mundial de la Salud
μm ²	Micrómetros cuadrados

I. Introducción

La salud oral es un estado libre de dolor dental y/o facial crónico, cáncer de cavidad oral, infección, enfermedades periodontales, caries dental, pérdida de órganos dentales y otras enfermedades que restringen la capacidad funcional oral del individuo, así como su bienestar psicosocial. Las enfermedades de cavidad oral con mayor prevalencia son las lesiones cariosas y las enfermedades periodontales (OMS, 2003).

La endodoncia, es un conjunto de conocimientos metódicamente ordenados que constituyen una ciencia, integrada en el conjunto de las ciencias de la salud. Su objetivo es el estudio de la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares (Canalda, 2014).

La finalidad de realizar un tratamiento de endodoncia es la rehabilitación del diente para devolver forma y funcionalidad en el aparato estomatognático (Weine, 1997), así como la reparación de las enfermedades periodontales mediante la prevención o curación de la infección microbiana presente en el sistema de conductos radiculares (Haapasalo et al. 2005).

El tratamiento de conductos consta de tres etapas fundamentales. La primera es el diagnóstico, que identifica el trastorno y establece el plan de tratamiento, seguido por la fase de instrumentación del conducto y por último la obturación del mismo que formará un sellado hermético con el material inerte de obturación, lo más cercano a la unión cemento-dentinaria (Weine, 1997).

Se ha descrito que la conformación mecánica es la parte más importante de la terapia de conductos radiculares (Grossman, 1970) y que la limpieza y conformación son las bases del éxito de la terapia endodóntica (Schilder, 1974).

La conformación de los conductos se describe como determinar una forma cónica y uniforme dentro del sistema de conductos radiculares para recibir correctamente la obturación (Schilder, 1967).

Las limas endodónticas fueron fabricadas de acero en 1901, cuando Kerr Corporation, casa comercial, presentó en el mercado la primera lima tipo K.

Posteriormente, la innovación del NiTi, en los años 60 aportó un material para aplicarlo en la rama de endodoncia (Rodríguez, 2000).

Brantley, Walia, y Gerstein publicaron en 1988 en la universidad de Marquette los primeros reportes del comportamiento de la aleación NiTi en el conducto radicular. A partir de ello, se da un rápido desarrollo de nuevos instrumentos, teniendo particular importancia los instrumentos endodónticos rotatorios, que a partir del empleo del NiTi se tenía por primera vez un comportamiento predecible para su uso en la conformación del sistema de conductos radiculares (Spoleti, 2019).

Los sistemas rotatorios de endodoncia con instrumentos NiTi comenzaron a usarse en la práctica clínica a principios de la década de los 90 (Canalda, 2014).

El uso de limas rotatorias NiTi en la instrumentación, ha ganado popularidad por tener mayor flexibilidad (Walia et al., 1988; Parashos, Messer, 2006) así como la capacidad de mantener la forma original de conductos con curvaturas y/o paredes con poco grosor (Aguiar et al., 2009).

En la actualidad, existen más de 160 sistemas de instrumentación automatizada, fabricados con diferentes aleaciones NiTi (Gavini, 2018).

La preparación del sistema de conductos radiculares con un solo instrumento permite ahorrar costo y tiempo en comparación con los sistemas rotatorios con múltiples instrumentos (Kaya, 2019).

Los estudios sobre la forma del conducto radicular postoperatorio buscan evaluar la conicidad, taper y la fluidez, así como el mantenimiento de la forma original del conducto (Weine, 1975).

II. Antecedentes

Weine et al., (1975) estudiaron las modificaciones que ocurren durante la fase de conformación de conductos simulados en cubos de acrílico empleando instrumentos de acero. Observaron que estos instrumentos de gran calibre suelen enderezarse en el conducto radicular, provocando eliminación asimétrica de dentina radicular o transportación del conducto en el tercio apical y, por consiguiente, accidentes tales como formación de escalones, deformación del ápice y perforaciones.

En general, todos los instrumentos frecuentemente se enderezan o se desvían del eje natural del conducto, ocasionando una distribución desigual de fuerzas en áreas determinadas. En cuanto al tercio apical, los instrumentos se desplazan hacia el exterior de la curvatura, mientras que en tercio medio y tercio coronal del conducto se inclina hacia el interior de la curvatura. La desviación del eje conducto tiene por consecuencia la remoción desigual de tejido dentinario dejando partes de las paredes del conducto sin ser conformadas o instrumentadas, mientras que, en otras zonas puede hacer un desgaste excesivo de tejido a lo largo de la pared interna de la curvatura, lo que puede dar como resultado un debilitamiento de las paredes (Hulsman et al., 2007; Peters, 2004).

Los efectos de la instrumentación en endodoncia han sido estudiados con diversas técnicas y métodos, principalmente (Leonardi, 2006):

1. Impresiones de los conductos radiculares.
2. Diafanización.
3. Conductos artificiales.
4. Tomografía computarizada.
5. Resonancia magnética.
6. Estudios radiográficos.
7. Cortes dentarios.

El método radiográfico ha sido empleado con mayor popularidad para determinar la transportación del tercio apical (Canales et al., 1984).

Esposito y Cunningham (1995) y Pereira et al., (1998) emplearon la superposición de radiografías en sus estudios, para dar lugar a una variante, que fundamenta en la transposición de radiografías magnificadas sobre papel transparente.

Sepic et al., (1989) introdujeron el método de la doble exposición radiográfica, en el que utilizaron, para posicionar las placas y los órganos dentarios, resina acrílica y silicona (Saunders y Saunders, 1994; Knowles et al., 1996).

Bramante et al., (1987) fueron los primeros en desarrollar un método para la evaluación de los cambios en el diámetro del conducto radicular. Embebieron dientes extraídos en bloques de resina acrílica y construyeron una mufla plástica alrededor de este bloque de resina. Después de seccionar horizontalmente los dientes embebidos, fueron puestos de nuevo en la mufla para la instrumentación. Tomaron fotografías pre y post instrumentación del diámetro del conducto radicular, que se sobrepusieron para medir las desviaciones entre los contornos del conducto radicular antes y después.

Este modelo ha tenido múltiples innovaciones. McCann et al., en 1990 reemplazaron la llave de yeso por una mufla de ticonium, agregando ventajas como mayor resistencia, ahorro de tiempo y que era reutilizable. Campos y Del Rio (1990) utilizaron un modelo de latón. Hülsmann et al., (1999) utilizaron una mufla que se adapta a una plataforma radiográfica, donde se podían realizar tomas radiográficas en condiciones estandarizadas.

Respecto al análisis de datos, diversos estudios han empleado el programa computacional AUTOCAD, para medir por medio de aplicaciones de este software de dibujo técnico. En el caso de optimización de imágenes, Adobe Photoshop es una herramienta comúnmente usada (García et al., 2012).

III. Fundamentación teórica

1. Sistema de conductos radiculares

La cavidad pulpar se divide en dos partes: la cámara pulpar que corresponde a la corona del órgano dental y la segunda parte es el conducto radicular situado en la raíz del diente (Mora, 2002). A su vez, el conducto radicular está formado por 2 conos, uno dentinario que va paralelo al eje longitudinal del diente, con base en la unión con la cámara y el otro cono, una parte estrecha en unión con el vértice del cono cementario, siendo éste más corto y en general, no sigue el eje del diente y su mayor diámetro se abre hacia el periodonto (Kuttler, 1955).

2. Objetivos de la instrumentación endodóntica

Existen dos objetivos principales en la instrumentación del sistema de conductos radiculares; proporcionar un entorno biológico que conduzca a la curación de las enfermedades periapicales y modelar el conducto óptimamente para recibir el material para el sellado final (Paqué, 2009).

Un objetivo mecánico importante de la instrumentación de los conductos radiculares es trabajarlos por completo respetando su anatomía original durante la preparación, esto quiere decir que todas las superficies de los conductos deben prepararse mecánicamente; sin embargo, este objetivo no se puede alcanzar con las técnicas disponibles actualmente (Paqué, 2009).

Debido a la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares pueden prevalecer tejidos orgánicos y bacterias pese a la preparación mecánica (Ferraz, 2001; Wu, 1995). Durante el tratamiento de conductos se utilizan diferentes irrigantes en la limpieza y la conformación de los conductos radiculares para eliminar el barrillo dentinario y los tejidos necróticos (Card, 2002; Siqueira, 1997). La conformación del conducto se realiza mediante una combinación de instrumentación mecánica e irrigación química (Spratt, 2001; McDonnell, 1999).

Todo procedimiento que implique la eliminación de dentina y, en consecuencia, la conformación del conducto radicular, actúa directamente para reducir las bacterias, sin embargo, la influencia de esos procedimientos en la anatomía radicular causada por las fuerzas incidentes en los instrumentos puede dar lugar a deformidades (Celik, 2013) y a zonas no instrumentadas (Paqué, 2011; Saber, 2014).

3. Tercio apical

Se ha considerado desde hace tiempo un componente esencial en la etapa de limpieza y conformación. Desde 1931 se consideró una zona de importancia crítica para instrumentar (Goove, 1931). Simon et al., (1989) de igual manera, reconocieron la zona apical como la parte crítica en la instrumentación.

En un estudio, con la técnica de Bramante, se observaron los cambios en los diámetros de los conductos, así como cambios en el área de superficie y modificaciones en la relación vestíbulo lingual y mesiodistal. Se obtuvieron diferencias significativas entre los dos grupos en el tercio coronal y medio, mientras que en tercio apical no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. (Grande et al. 2007).

En estudios contemporáneos se ha observado que la instrumentación apical con una lima calibre 30 con conicidad coronal de 0.06 es eficaz para la eliminación de restos orgánicos y de barrillo dentinario de la parte apical de los conductos radiculares (Khademi et al, 2006).

La mayoría de los errores en la instrumentación de los conductos, particularmente en conductos curvos, se relacionan con la rigidez de la aleación de acero. La innovación del NiTi, en la década de los 60 aportó a la odontología un material con muchos beneficios para su aplicación en el área de endodoncia (Rodríguez, 2000).

Brantley, Walia, y Gerstein publicaron en 1988 en la universidad de Marquette los primeros reportes del comportamiento de la aleación NiTi en el conducto radicular. A partir de ello, se desata un rápido desarrollo de nuevos instrumentos teniendo particular importancia los instrumentos endodónticos rotatorios, que a partir del

empleo del NiTi se tenía por primera vez un comportamiento predecible para su uso en la conformación del sistema de conductos radiculares (Spoleti, 2019).

Los recientes avances en la instrumentación del conducto radicular han aumentado significativamente la eficacia del procedimiento y los resultados en los pacientes. Con la llegada de los instrumentos mecánicos y rotatorios, la precisión y la velocidad de los tratamientos de conducto han mejorado drásticamente (Seltzer, 2023).

4. Sistemas de lima única

Existen instrumentos endodónticos de NiTi que giran mediante movimientos reciprocantes donde el instrumento es impulsado, primero, en dirección de corte, posteriormente, con varios movimientos recíprocos, permitiendo que el instrumento avance hasta el ápice. Esta característica permite la conformación del conducto con el uso de una sola lima, brindando al profesional mayor seguridad y confianza (Leonardo, 2002).

La preparación de conductos radiculares con una sola lima fue introducida por primera vez por Yared en 2008, que propuso el uso de una sola lima ProTaper F2 (Tulsa Dentsply, Tulsa, OK) con movimiento recíprocante para la preparación de conductos radiculares curvos. Poco después, varios fabricantes adoptaron esta técnica e introdujeron diferentes limas con un diseño con diseño de sección transversal, aleación y movimiento de trabajo únicos. La preparación del conducto es más rápida con la técnica de lima única (Bürklein, 2012).

Los sistemas de lima única están confeccionados de una aleación NiTi con tratamiento térmico llamado M-Wire que proporciona un incremento en la flexibilidad y resistencia ante la fatiga cíclica (Lim et al., 2013) si se compara con la rotación continua (Varela-Patiño et al., 2010).

WaveOne Gold (WOG; Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Suiza) utilizó la misma cinemática recíproca ("WaveOne ALL") que WaveOne, tiene un diseño de sección transversal de paralelogramo descentrado con dos bordes de corte (Ozyurek et al., 2017).

HyFlex EDM (Coltene - Whaledent, Altstätten, Switzerland) se fabrica utilizando CM-Wire cortado mediante un proceso de mecanizado por descarga eléctrica (EDM) que da lugar a una mayor resistencia ante la fractura y a una más eficacia de corte (Payal et al., 2008; Pirani et al., 2016). El diámetro apical es de 0,25 mm y su conicidad cambia a lo largo del eje de la lima. Tiene secciones transversales cuadradas, trapezoidales y casi triangulares en el tercio apical, medio y coronal, respectivamente (Coltene, 2016).

XP-endo Shaper (FKG Dentaire SA, La Chaux -de- Fonds, Switzerland) está hecha de una aleación especial (MaxWire [Martensite-Austenita electrolítica-fleX]). Está en fase M y tiene una conicidad inicial de 0,01, pero cuando se expone a la temperatura del cuerpo el XP-endo Shaper se expande dentro del conducto para lograr una conicidad de al menos 0,04 (FKG Dentaire, 2018).

AF F One (Fanta Dental Materials Co., Ltd., Shanghái) Tecnología AF-R Wire. Tiene un diseño de la sección transversal en forma de S permite una mayor flexibilidad y un mejor transporte de los desechos a nivel coronario. Además, el diseño único lateral plano (Fanta, 2021).

La preparación de los conductos radiculares con un solo instrumento permite ahorrar costo y tiempo en comparación con los sistemas rotatorios con múltiples instrumentos (Kaya, 2019).

5. Instrumentación endodóntica

Existen cinco objetivos mecánicos aplicables para garantizar éxito en la limpieza y conformación de los conductos radiculares. El uso de diferentes tipos de instrumentos tiene como propósito obtener la forma ideal del conducto radicular (Schilder, 1974).

1. La conformación del conducto radicular deberá realizar un embudo divergente que va desde el ápice hasta el acceso endodóntico, con la finalidad de limpiar efectivamente el sistema de conductos radiculares, facilitar la irrigación y permitir la compactación del material de obturación. Asimismo permite el contacto de los instrumentos a lo largo de todo el conducto radicular, disminuyendo el riesgo de que las paredes queden con restos pulpares (Schilder, 1974).

2. La preparación del conducto deberá ser cada vez más estrecha en sentido apical y más amplio hacia el acceso de los conductos. Este objetivo es el resultado del primero. Crea un control y una compactación uniforme en toda la superficie de la preparación. Se enfoca en obtener un sellado hermético (Schilder, 1974; Cohen, 1999).

3.- La preparación del conducto radicular deberá respetar la forma original del conducto (Schilder, 1974; Cohen, 1999). En algunos casos puede ser complicado por factores como anatomía compleja debido a curvaturas abruptas, dilaceraciones, longitudes muy largas, conductos estrechos o escleróticos (Rodríguez, 2003).

4. El foramen apical deberá conservar su posición original respecto a la raíz. Los forámenes suelen encontrarse lateral al ápice radiográfico. Muchos ápices tienen varios forámenes apicales que pueden curvarse en su trayectoria. Los forámenes pueden perderse durante la conformación del conducto debido a usar los instrumentos en secuencia incorrecta, escasa irrigación entre limas, poca habilidad en el tacto o falta de delicadeza. Un acceso endodóntico inadecuado limita el paso de los instrumentos provocando la transportación del foramen apical, así como una preparación deficiente del conducto durante el procedimiento (Schilder, 1974).

5. Conservar el foramen apical lo más pequeño posible. La limpieza y conformación está orientada a eliminar microorganismos presentes en este tercio que puedan provocar inflamación periapical (Shilder, 1974; Baugh, 2005).

El empleo de los cinco objetivos mecánicos dará como resultado una conformación cónica del conducto radicular permitiendo la obturación total del foramen apical.

Cual sea la técnica de obturación empleada, esta conformación mecánica va a constituir una preparación conveniente para un sellado óptimo (Cohen, 1999).

6. Simplificación endodóntica

La etapa de la simplificación endodóntica surge en la década de los 40, en esta etapa se da la predilección por analizar y comparar diversas técnicas disponibles, con el propósito de elegir las mejores y las más simples, eliminando de la práctica endodóntica lo innecesario para que su ejecución sea más rápida, menos compleja y más asequible al profesionalista (Kuttler, 1960).

7. Remanente dentinario post instrumentación en endodoncia

Una instrumentación excesiva del sistema de conductos radiculares provoca eliminación de gran cantidad de dentina. Por consecuencia, la raíz del órgano dental puede debilitarse y tener predisposición a sufrir fracturas radiculares verticales (Bender, 1938).

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

El sistema XP-endo Shaper elimina menos dentina intrarradicular en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con sistema de lima única.

Hipótesis nula

El sistema HyFlex EDM elimina menos dentina intrarradicular en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con sistema de lima única.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar cuál sistema de lima única, el WaveOne Gold, el HyFlex EDM, el XP-endo Shaper o el AF F One elimina menos dentina intrarradicular en tercio cervical, medio y apical durante su uso.

V.2 Objetivos específicos

- Medir la dentina intrarradicular preoperatoria y postoperatoria en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con el sistema de lima única WaveOne Gold.
- Medir la dentina intrarradicular preoperatoria y postoperatoria en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con el sistema de lima única HyFlex EDM.
- Medir la dentina intrarradicular preoperatoria y postoperatoria en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con el sistema de lima única XP-endo Shaper.
- Medir la dentina intrarradicular preoperatoria y postoperatoria en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con el sistema de lima única AF F One.
- Comparar la dentina intrarradicular preoperatoria y postoperatoria en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con los sistemas de lima única WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One.

VI. Material y métodos

VI. 1. Tipo de investigación

Experimental *in vitro*.

VI. 2. Unidad de análisis

Premolares mandibulares uniradiculares de humanos extraídos.

VI. 3. Muestra y tipo de muestra

40 premolares humanos extraídos que cumplieron con los criterios de inclusión., divididos en subgrupos de 10 cada uno. El número de la muestra se determinó con base a diversos estudios que utilizaron un tamaño de muestra similar (Roa, 2013; Cueva, 2015; Marinho, 2014).

VI. 4. Criterios de selección

Criterios de inclusión

Premolares humanos extraídos que cumplieron las siguientes características:

1. Extraídos por tratamiento de ortodoncia.
2. Unirradiculares.
3. Conducto único.
4. Morfología de raíz recta.
5. Ápice cerrado.
6. Ausencia de caries.
7. Sin tratamiento endodóntico previo.

VI. 5 Criterios de exclusión

Premolares humanos extraídos que tuvieron las siguientes características:

1. Fracturas que comprometan la raíz.
2. Reabsorción interna o externa.
3. Restauraciones.
4. Previamente tratados.
5. Calcificaciones.
6. Fracturados y/o fisurados.
7. Malformaciones radiculares.
8. Ápice abierto.
9. Caries que comprometa a integridad del órgano dental.

VI. 6 Variables estudiadas

Variable dependiente

Eliminación de dentina intrarradicular preoperatoria y postoperatoria.

Operacionalmente se midió de la siguiente forma: se tomaron fotografías de los dientes naturales seccionados horizontalmente en tercios cervical, medio y apical, después de la instrumentación con los cuatro sistemas de lima única, el WaveOne Gold, el HyFlex EDM, el XP-endo Shaper y el AF F One, asignados uno por cada grupo, se tomaron de nuevo fotografías, en la misma posición que las fotografías iniciales.

Se consideró como variable cuantitativa, con una escala de medición continua en micrómetros cuadrados.

Variable independiente

Se denominó como variable independiente a cada uno de los cuatro sistemas de lima única. Operacionalmente se instrumentó cada grupo de 10 órganos dentales, previamente seccionados en tercios y colocados en el cubo de acrílico con guías, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, de la siguiente manera:

1. Sistema WaveOne Gold: Cinemática recíproca con diseño de sección transversal de paralelogramo descentrado con dos bordes de corte. Tiene conicidad Primary .07, Medium .06 y large 0.5 (Dentsply Sirona, 2017).
2. Sistema HyFlex EDM: Cinemática continua, con diseño de sección transversal cuadrada, trapezoidal y casi triangular en el tercio apical, medio y coronal, respectivamente. Tiene conicidad de 0.5 (Coltene, 2016).
3. Sistema XP-endo Shaper: Cinemática continua con diseño de sección transversal triangular y en forma de serpiente que se expande a la temperatura corporal para adaptar y dar forma a conductos complejos o irregulares. Tiene conicidad inicial de 0.01 que se expande ante la temperatura corporal hasta 0.04 (FKG Dentaire, 2018).

4. Sistema AF F One: Cinemática continua con diseño de sección transversal en forma de S con diseño lateral plano. Tiene conicidad de 0.04 lima 20, 0.04 lima 25 y 0.06 lima 25 (Fanta, 2021).

Estas variables se consideraron cuantitativas, con una escala de medición continua en micrómetros cuadrados.

VI.7. Instrumentos

1. Guantes.
2. Cubre bocas.
3. Campos estériles.
4. Lentes de protección.
5. 12 reglas de 30 cm.
6. Plumón indeleble.
7. Acrílico autopolimerizable de 4 colores diferentes.
8. Monómero autopolimerizable.
9. Motor para endodoncia (MotoPex Woodpecker ®).
10. Pieza de alta velocidad (NSK ®).
11. Alambre de ortodoncia número 32.
12. Pinza de dos picos.
13. Pinza de corte.
14. Separador de acrílico.
15. Limas K (#10 y #15. Dentsply Maillefer)
16. Fresas de bola de carburo #2.
17. Fresa de disco carburo.
18. Eyector endodóntico.
19. Hipoclorito de sodio 2.5%.
20. 30 jeringas hipodérmicas de 30 ml.
21. Jeringas hipodérmicas de 10 ml.
22. Topes endodónticos.
23. Agujas endodónticas (Endo Eze ®).
24. Regla endodóntica.
25. Cámara Canon T7 EF-S.
26. Blister WaveOne Gold 25 mm.
27. Blister Hyflex EDM 25 mm.
28. Blister XP-endo Shaper 25 mm.
29. Blister AF F One 25 mm.

VI.8. Procedimientos

Se empleó una metodología con base en el modelo de Bramante et al de 1987. Se utilizaron muestras pareadas para comparar el estado inicial del conducto y post instrumentación y con ello evaluar el remanente dentinario del conducto.

1. Los premolares extraídos fueron lavados para eliminar restos de tejido blando. Para eliminar restos de tejidos mineralizados se empleó un instrumento ultrasónico; Escariador Dental S6 Led DBA. Posterior a ello se desinfectaron todas las muestras sumergiéndolas en solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% durante un minuto, después se lavó con agua destilada por 10 minutos.
2. Cada órgano dental se cortó en sentido transversal con un disco de diamante en una pieza de baja velocidad, dejando un remanente radicular de 14mm, midiendo desde el ápice hasta el tercio medio de la raíz.
3. Se recortó la boquilla de 30 jeringas de 5ml para poder colocar los dientes en acrílico para su manipulación.
4. Se mezcló acrílico autopolimerizable Quartz eligiendo un color diferente para cada grupo; amarillo para WaveOne Gold, rosa para HyFlex EDM, verde para XP-endo Shaper y azul para AF F One. Se vertió dentro de la jeringa y posteriormente se sumergieron los dientes en el acrílico colocando al mismo tiempo dos guías lubricadas con vaselina con alambre de ortodoncia del número 32 para obtener una guía de inserción (Figura 1).



Figura 1: Jeringas con acrílico de color diferente para cada grupo y guías de inserción.

5. Una vez polimerizado el acrílico e incluidos los dientes se retiraron las guías de todos los cubos para hacer los cortes transversales.
6. Se midió la raíz del diente desde cervical hasta apical y se dividió en tres tercios. Cervical, medio y apical marcándolos con un plumón para que los cortes queden con la misma medida.
7. Se recortaron a la mitad reglas de plástico de 30 cm en donde se colocarán 3 cubos por regla, se perforarán las reglas en cada orilla para ser ajustadas en la recortadora.
8. Se colocaron los cubos de acrílico sin guías en las reglas y se pegaron a la superficie con acrílico de color diferente al color de cada muestra para después poder quitar el acrílico (Figura 2).

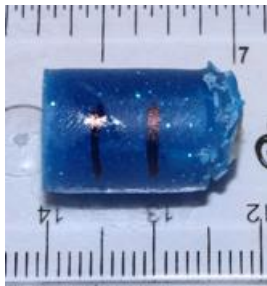


Figura 2: Montaje de cubos de acrílico en reglas para realizar los cortes transversales.

9. Se colocaron las reglas con los cubos en la recortadora y se realizaron los cortes transversales (Figura 3).



Figura 3: Cortes transversales por tercios.

10. Se separaron los cubos de las reglas y retiró el excedente de acrílico con fresones de baja velocidad.
11. Se realizó el acceso de cada órgano dentario con una fresa de carburo de bola del número 2, posteriormente se localizó la entrada del conducto radicular con DG16 Hu-Friedy.
12. Se limpiaron todos los cilindros y se colocaron los cubos con sus guías en las jeringas sin forzarlos.

13. Una vez colocados en las jeringa se tomaron las fotografías de los dientes con cámara Canon T7 EF-S antes de instrumentar por la parte vestibular con guías, acceso, corte cervical, medio y apical a la misma distancia de cada uno de los dientes.
14. Usando limas tipo K #10, #15, y 20# (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) el conducto radicular se patentizó, se eliminó tejido y la longitud de trabajo real fue tomada de cada espécimen (0.5mm del ápice radiográfico), se estandarizó la entrada del conducto de todas las muestras utilizando fresas Peeso #3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza).
15. Durante la preparación mecánica del conducto radicular, entre cada lima se irrigó con 1ml de NaOCl al 2.5% para evitar que se obstruyeran los conductos durante la preparación, haciendo movimientos de entrada por salida.
16. Se realizó la instrumentación de acuerdo a las indicaciones del fabricante con motor endodóntico MotoPex, Woodpecker.
 - a) WaveOne Gold: movimiento recíproco 350 rpm con presión apical realizando un primer movimiento cortante a 170° en dirección anti horaria y un segundo movimiento de descarga a 50° en dirección horaria, de acuerdo a las instrucciones del fabricante (Dentsply Sirona 2017).
 - b) HyFlex EDM: rotación continua a 500 rpm y 2,5 Ncm de acuerdo con las instrucciones del fabricante (Coltene 2016).
 - c) XP-endo Shaper: rotación continua a 800 rpm y 1,0 Ncm, con movimiento de entrada y salida; una vez alcanzada la longitud de trabajo se realizarán cinco movimiento más de entrada y salida a la longitud de trabajo total (FKG Dentaire (2018).
 - d) AF F One: rotación continúa, 500rpm y 2.5Ncm.
17. Posteriormente las muestras se lavaron con agua destilada durante 10 minutos.
18. Se tomaron las fotografías de los dientes de cada grupo postinstrumentación con cámara Canon T7 EF-S de acceso, corte cervical, medio y apical a la misma distancia de cada uno de los dientes (Figura 4).



Figura 4: Fotografías después de la instrumentación de cada muestra.

Interpretación de resultados

19. Las fotografías fueron analizadas mediante el software ImageJ (Figura 5). Para calibrar la escala se usó un anillo endodóntico medido 10 veces continuas para establecer el promedio de la medida. Al iniciar sesión en el programa se estableció la función analizar, después establecer escala y en el apartado de pixeles se anotó 1766.109, en la distancia conocida se escribió 1000, en el aspecto del pixel se escribió 1.0, se seleccionó la opción global y esto dio la escala 1.7661 pixeles/micrometros cuadrados (μm^2) (Figura 6).

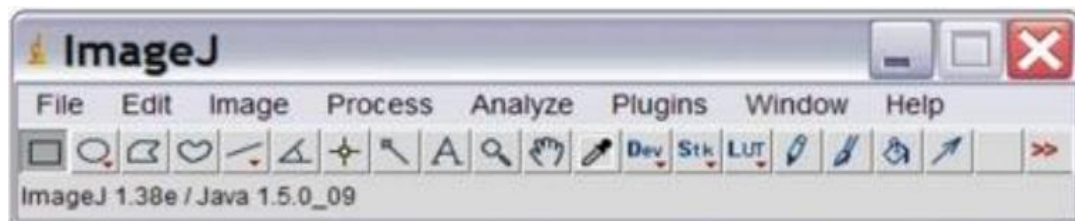


Figura 5: Software ImageJ.

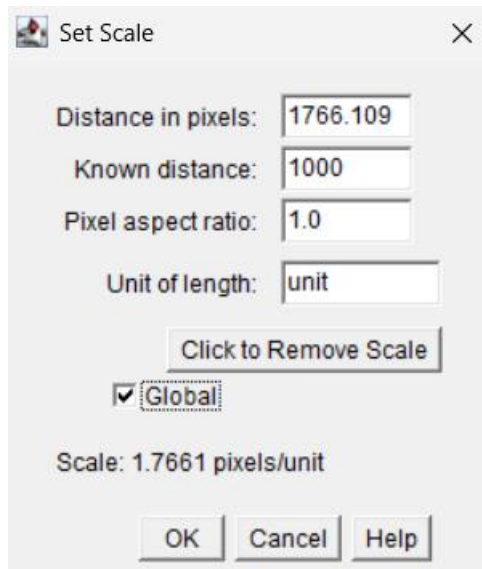


Figura 6: Establecimiento de escala.

20. Ya establecida la escala, se ajustaron cada una de las imágenes a un tamaño estándar seleccionando en la pestaña imagen la opción de ajustar, después tamaño y se estableció la medida 900 de ancho x 1200 de altura y se seleccionó promedio al reducir el tamaño.

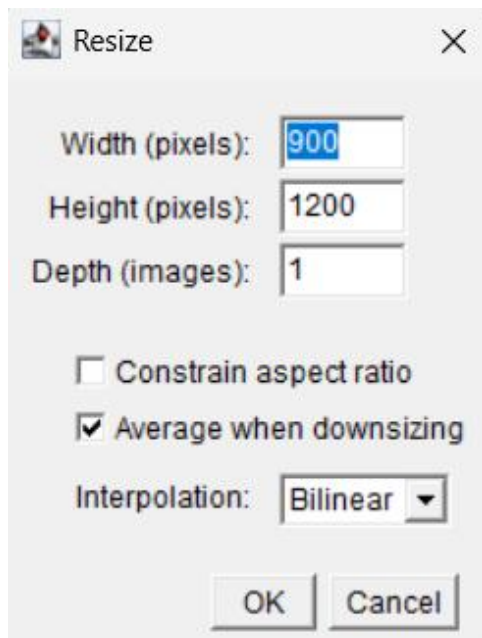


Figura 7: Ajuste de tamaño de imágenes.

21. Se seleccionaron las imágenes por analizar iniciando por tercio cervical antes de instrumentar y después de instrumentar, de la misma manera tercio medio y al final tercio apical en secuencia, para un buen control de los datos. Al abrir la imagen, se utilizó la herramienta mano libre para la selección de área de interés, es decir, el espacio del conducto radicular. Una vez seleccionada lo más preciso, con apoyo de zoom en 150%, el espacio del conducto radicular, se presionó la tecla M, desplazando una nueva ventana con la medida del área en micrómetros cuadrados (μm^2) de circunferencia seleccionada (Figura 8).

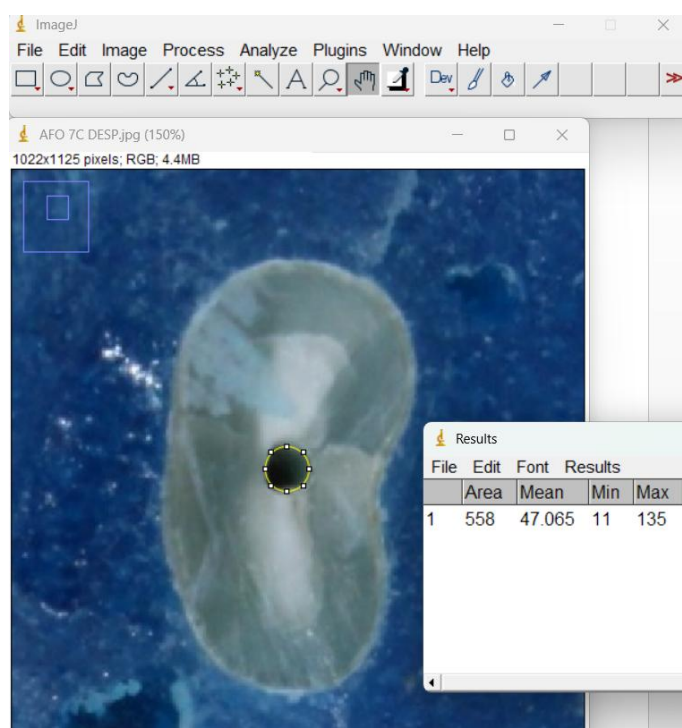


Figura 8: Medida de la circunferencia del conducto radicular.

22. Los valores adquiridos de las mediciones se registraron en una base de datos de Excel, en donde se obtuvieron promedios (estadística descriptiva).

23. Se obtuvieron los promedios de la dentina del conducto radicular preoperatorio y postoperatorio de cada grupo separando los tercios seccionados; cervical, medio y apical.

VI.9. Análisis estadístico

Los promedios obtenidos de los diámetros de los conductos radiculares se evaluaron con la prueba de ANOVA de una vía en el programa Graph Path Prism Inc. Además, y se realizó comparación múltiple Post Hoc de Tukey-Kramer, realizando todas las combinaciones posibles. Se consideró $P < 0.05$ como estadísticamente significativo.

VII. Resultados

Los resultados de los promedios del diámetro del conducto radicular asignados a cada grupo de sistemas de lima única, WaveOne Gold, Hyflex EDM, XP-endo Shaper y AF F One, dividida cada muestra en tercios cervical, medio y apical antes de la instrumentación se observan en el cuadro 1 y después de la instrumentación en el cuadro 2, expresados en micrómetros cuadrados.

Cuadro 1. Promedio de diámetro de conducto preoperatorio de cada grupo AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio cervical, medio y apical.

Sistema	Promedio de área preoperatorio (μm^2)		
	Cervical	Medio	Apical
	X $\pm$ DE (Rango)		
AF F One	249.11 $\pm$ 69.99 (163.24-333.42)	164.62 $\pm$ 58.53 (90.08-279.24)	76.26 $\pm$ 12.50 (51.61-85.28)
HyFlex EDM	154.77 $\pm$ 50.97 (99.71-241.09)	80.35 $\pm$ 14.75 (55.14-96.18)	61.76 $\pm$ 16.50 (43.92-92.33)
XP-endo Shaper	88.52 $\pm$ 32.36 (55.14-135.61)	112.53 $\pm$ 32.94 (72.46-162.22)	46.92 $\pm$ 16.91 (20.52-73.42)
WaveOne Gold	128.20 $\pm$ 58.91 (69.25-222.82)	135.13 $\pm$ 49.04 (69.25-201.02)	43.24 $\pm$ 12.70 (23.08-66.69)

μm^2 micrómetro cuadrado; X: Promedio; DE: Desviación estándar.

Análisis en ImageJ.

Cuadro 2. Promedio de diámetro de conducto postoperatorio de cada grupo AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio cervical, medio y apical.

Sistema	Promedio de área postoperatorio (μm^2)		
	Cervical	Medio	Apical
	X $\pm$ DE (Rango)		
AF F One	290.22 $\pm$ 85.36 (195.89-452.69)	375.02 $\pm$ 166.76 (226.99-665.57)	117.83 $\pm$ 41.47 (68.61-184.67)
HyFlex EDM	339.83 $\pm$ 102.06 (196.85-520.66)	261.93 $\pm$ 91.44 (114.48-384.72)	81.71 $\pm$ 31.25 (48.41-143.63)
XP-endo Shaper	287.01 $\pm$ 142.05 (156.77-564.26)	249.46 $\pm$ 95.93 (133.37-396.26)	73.33 $\pm$ 19.59 (43.60-103.88)
WaveOne Gold	197.00 $\pm$ 61.81 (128.88-300.40)	117.49 $\pm$ 60.02 (110.29-266.74)	61.27 $\pm$ 18.52 (35.91-87.85)

μm^2 micrómetro cuadrado; X: Promedio; DE: Desviación estándar.

Análisis en ImageJ.

Se realizó la Comparación *in vitro* del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio cervical, medio y apical, obteniendo la diferencia entre el antes y después de cada tercio, teniendo así el desgaste de dentina provocado por cada sistema después de la instrumentación (Cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 3. Comparación *in vitro* del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única 4 sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio cervical.

Grupo	AF F One (n=10)	HyFlex EDM (n=10)	XP-endo Shaper (n=10)	WaveOne Gold (n=10)	Valor de p
Remanente dentinario en tercio cervical (μm^2)	69.99	185.06	198.48	68.80	0.0539

μm^2 : micrómetro cuadrado.

Prueba de ANOVA de una vía.

Cuadro 4. Comparación *in vitro* del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única 4 sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio medio.

Grupo	AF F One (n=10)	HyFlex EDM (n=10)	XP-endo Shaper (n=10)	WaveOne Gold (n=10)	Valor de p
Remanente dentinario en tercio medio (μm^2)	210.40	181.58	136.93	0.00	0.0864

μm^2 micrómetro cuadrado.

Prueba de ANOVA de una vía.

Cuadro 5. Comparación *in vitro* del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando cuatro sistemas de lima única 4 sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio apical.

Grupo	AF F One (n=10)	HyFlex EDM (n=10)	XP-endo Shaper (n=10)	WaveOne Gold (n=10)	Valor de p
Remanente dentinario en tercio apical (μm^2)	41.57	19.95	26.41	18.03	0.0157

μm^2 micrómetro cuadrado.

Prueba de ANOVA de una vía.

Con base a los datos analizados no se observó diferencia estadísticamente significativa de la comparación del remanente dentinario post instrumentación entre los sistemas AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en los tercios cervical y medio, en tercio apical si se observó diferencia en los valores pre y post operatorio por lo que se llevó a cabo una comparación del tercio apical con prueba de Tukey-Kramer entre los cuatro sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold comparando todas las posibles combinaciones entre dichos sistemas obteniendo un valor de p no significativo. Se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación *in vitro* del remanente dentinario en el sistema de conductos radiculares usando 4 sistemas de lima única AFOne, Hyflex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio apical.

Grupo 1	Grupo 2	Valor de p
AFOne	Hyflex EDM	No significativo
AFOne	XP-endo Shaper	No significativo
AFOne	WaveOne Gold	No significativo
Hyflex EDM	XP-endo Shaper	No significativo
Hyflex EDM	WaveOne Gold	No significativo
XP Endoshaper	WaveOne Gold	No significativo

Prueba de Tukey-Kramer.

VIII. Discusión

Los avances recientes en la instrumentación de conductos radiculares han mejorado significativamente la eficacia de los procedimientos así como los resultados para los pacientes (Setzer et al., 2022). Se pueden producir gran número de defectos dentinarios ante un mayor número de rotaciones de las limas (Bier, 2009), por lo que se decidió realizar el presente estudio, ya que los sistemas de lima única prometen mayor eficacia operacional y menor tiempo de uso.

Se han empleado diversos modelos para experimentos de instrumentación, respecto a los modelos *in vitro* para este tipo de estudios comparativos, se utilizan dientes naturales y conductos de resina simulados. En los estudios en los que se utilizan dientes naturales, es muy difícil mantener la estandarización debido a las variaciones anatómicas de los dientes (Özyürek, 2017), sin embargo, el estudio de Hashem en 2012 se utilizaron dientes humanos naturales ya que se consideran más realistas; la dentina natural tiene diferencias de textura y dureza de la superficie respecto a los conductos creados con resina, por ello, se optó por elegir para el presente experimento órganos dentales unirradiculares, estandarizados en longitud para simular la instrumentación lo más cercano a la realidad clínica buscando estandarizar en medida de lo posible la longitud instrumentada.

Los nuevos instrumentos de lima única desarrollados para preparar el conducto radicular no pueden entrar en contacto con todas las paredes del conducto (Siqueira, 2013), lo que puede observarse en diversos cortes de los tercios de las muestras del presente trabajo, que es un punto importante a considerar para futuras investigaciones.

En un estudio en modelos de resina simulando conductos en forma de S, se valoraron diversas características de los sistemas de lima única, entre ellos, cuánta resina se desgastaba con WaveOne Gold y Reciproc, en comparación con sistemas rotatorios tradicionales de secuencia, obteniendo que éstos desgastaban más resina que los sistemas tradicionales en secuencia, ambos sistemas eliminaron cantidades considerables de resina en la mayoría de los puntos de medición; esto puede atribuirse a sus características como el movimiento de trabajo recíproco, la

conicidad en la punta de los instrumentos y la aleación de M-Wire con la que están fabricadas las limas (Saleh et al., 2015), sin embargo, en el presente estudio no se encontró diferencia estadísticamente significativa utilizando el sistema WaveOne Gold respecto a los otros sistemas utilizados, que fue el único de este estudio con cinemática reciprocante.

En el estudio de Özyürek, et al., (2017) se evaluó la capacidad de conformación de WaveOne Gold y HyFlex EDM, donde demostró, en términos de la cantidad media de resina eliminada por las limas, que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en las regiones apical, medio y cervical, coincidiendo con los resultados del presente estudio, que de igual manera, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas, por otro lado, Azim et al., (2017) encontró en su estudio que XP-endo Shaper aumentó el volumen del conducto radicular, la superficie y la cantidad de dentina eliminada con menos paredes intactas en comparación con el sistema Vortex Blue de la casa comercial Dentsply Sirona Endodontics, también reporta que hay poca evidencia científica utilizando este sistema de instrumentación, por lo que la hipótesis de trabajo del presente estudio era que el sistema XP-endo Shaper elimina menos dentina intrarradicular en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con sistema de lima única, sin embargo, en el presente estudio no se encontraron resultados estadísticamente significativos que fundamenten la hipótesis de trabajo.

El diseño plano del sistema Fanta AF F One puede provocar una distribución desigual de las tensiones sobre el instrumento, provocando una descentralización de la eficacia de corte, y por lo tanto la desviación de los conductos (Kaddoura, 2021). Hamed et al., (2022) estudiaron el biofilm generado en la instrumentación endodóntica con sistemas de lima única, en donde se observó que el diseño plano de AF F One influye en su eficacia de corte y desviación en el conducto. Esto podría afectar los fines del presente estudio e interpretación de los resultados al no tener un corte uniforme por su diseño.

No existen estudios comparativos del desgaste de dentina intrarradicular con el sistema AF F One, solo de las irregularidades que puede provocar por su diseño de corte.

En un estudio de Versiani et al., (2013), en el cual usó 3 sistemas de lima única; Reciproc, WaveOne Gold y Protaper Universal para instrumentar conductos ovaes y posteriormente medir los cambios con microtomografía computarizada tuvo como resultado que todos los sistemas tuvieron un rendimiento similar en cuanto a la cantidad de paredes dentinarias tocadas, lo cual coincide con el presente estudio que evaluó sistemas de lima única entre sí, en donde solo se encontró diferencia estadísticamente significativa en los valores pre y post operatorio del tercio apical, por lo que se llevó a cabo una comparación de dicho tercio con prueba de Tukey-Kramer entre los cuatro sistemas de lima única del presente estudio WaveOne Gold, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y AF F One, comparando todas las posibles combinaciones entre dichos sistemas, obteniendo un valor de p no significativo.

IX. Conclusión

El presente estudio determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa del remanente de dentina preoperatoria y postoperatoria utilizando cuatro sistemas de lima única AF F One, HyFlex EDM, XP-endo Shaper y WaveOne Gold en tercio cervical y medio, a diferencia que en apical, siendo el sistema AF F One el que más dentina desgastó en dicho tercio, que podría atribuirse al corte irregular por su configuración lateral plana, sin embargo, no fue una diferencia estadísticamente significativa.

El sistema XP-endo Shaper no elimina menos dentina intrarradicular en tercio cervical, medio y apical posterior a la instrumentación con sistema de lima única.

Se necesita más investigación sobre el sistema AF F One.

X. Propuestas

Los resultados podrían tener impacto en el biofilm bacteriano del conducto radicular al tratarse del tercio apical el más importante en la conformación.

Se necesitan más estudios para ampliar la investigación e integrar con las fases del tratamiento de conductos.

XI. Bibliografia

Aguiar, C., De Andrade Mendes, D., Câmara, A. & de Figueiredo, J. Evaluation of the centering ability of the ProTaper Universal rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex files. *Australian Endodontic Journal*, 2009; 35 (3):174-9.

Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, Cruz ATG, Azim KA. XP Shaper, a novel adaptive core rotary instrument: micro-computed tomographic analysis of its shaping abilities. *Journal of Endodontics*, 2017; 43 (9): 1532–8.

Baugh D., Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: A Review of the literature. *Journal of Endodontics*, 2005; 31 (5): 333-340.

Bender IB: Adult root fracture. *Journal of the American Dental Association*, 1983; 107-413.

Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castelluci A. Canal shaping with WaveOne primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *Journal of Endodontics*, 2012; 38 (4): 505-9.

Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, et al. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *Journal of Endodontics*, 2009;35:236–8.

Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *Journal of Endodontics*, 1987; 13:243-5.

Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *International Endodontic Journal*, 2013; 47(5):405-9.

Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 2012;45:449–61.

Campos J, Del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved canals. *Journal of Endodontics*, 1990; 16:230-4.

Canalda C, Brau E. (2014). Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. Capítulo 1, página 15- Capítulo 15, página 164. 3ª.ed. Barcelona, España: *Elsevier*.

Canales M, Montgomery S. Root canal instrumentation with Unitec and k-Flex files. *Journal of Endodontics*, 1984; 10:12-6.

Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *Journal of Endodontics*, 2002; 28:779 – 83.

Celik D, Tas, demir T, Er K. Comparative study of 6 rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth. *Journal of Endodontics*, 2013; 39:278–82.

Celikten B, Uzuntas CF, Kursun S, Orhan AI, Tufenkci P, Orhan K, Demiralp KÖ. Comparative evaluation of shaping ability of two nickel-titanium rotary systems using cone beam computed tomography. *BMC Oral Health*, 2015; 15 (32):1-8.

Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (Nitinol) Alloys. *Journal of Dental Research*, 1975; 54(1): 89-96.

Cohen, Burns. Las vías de la pulpa. 7ma. edición. Editorial *Harcourt*. España 1999.

Coltene (2016) HyFlex EDM. Manual del producto. Disponible en: https://www.coltene.com/fileadmin/Data/EN/Products/Endodontics/Root_Canal_Shaping/HyFlex_EDM/31328A_HyFlexEDM_Brochure_US.pdf

Cueva, R. Influencia de la instrumentación con lima única en la calidad de la obturación del sistema de conductos radiculares mediante la técnica de condensación lateral modificada con gutapercha inyectada, Universidad de Valencia España, 2015.

Dentsply Sirona. (2017). Sistema WaveOne® Gold. [dentsplymillefer.com. https://www.dentsplysirona.com/en/discover/discover-by-brand/waveone-gold.html](https://www.dentsplysirona.com/en/discover/discover-by-brand/waveone-gold.html)

Diccionario Enciclopédico Vox 1. 2009 Larousse Editorial, S.L.

Fanta Dental Materials (2021). F-One, Manual del producto. Disponible en: <http://www.fanta-dental.com/product/19.html>

Ferraz CC, Figueiredo de Almeida Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *Journal of Endodontics*, 2001;27:452–5.

FKG Dentaire (2018). The XP-endo Shaper. Manual del producto. Disponible en: http://www.fkg.ch/sites/default/files/201608_fkg_xp_endo_shaper_press_release_en.pdf.

García M, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. A comparison of apical transportation between ProFile and RaCe rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 2012; 38(7):990-2.

Guelzow, A.; Stamm, O.; Martus, P. & Kielbassa, A. M. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *International Endodontic Journal*, 2005 38(10):743-52.

Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Crosssectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2007;103(1):120-6.

Grossman LI. Endodontic practice, 7th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1970.

Grove CJ. The value of the dentinocemental junction in pulp canal surgery. *Journal of Dental Research*, 1931;11:466 – 8.

Haapasalo M., Endal, U., Zandi, H., Coil, J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topic*, 2005; 10:77-102.

Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, et al. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *Journal of Endodontics*, 2012;38:996–1000.

Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *Journal of Endodontics*, 1999; 25:599-602.

Hamed SA, Shabayek S, Hassan HY. Biofilm elimination from infected root canals using four different single files. *BMC Oral Health*, 2022;22-660.

Jiménez OJL, Del Río M, Cazares T. Instrumentación Rotatoria en Endodoncia: Reporte de Casos Clínicos. *International Journal of Odontostomatology*, 2012; 6(1): 89-95.

Kaddoura R, Madarati AA, Al TM. Shaping ability of different single file rotary systems in simulated S-shaped canals by a new investigation approach: an in vitro study. *Saudi Endodontic Journal*, 2021;11(2):173–80.

Khademi, A., Yazdizadeh, M., & Feizianfard, M. (2006). Determination of the Minimum Instrumentation Size for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal Systems. *Journal of Endodontics*, 32(5), 417-420.

Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO. The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *Journal of Endodontics*, 2001; 27: 533–536.

Knowles KI, Ibarrola JL, Christiansen RK. Assessing apical deformation and transportation following the use of Lightspeed TM root canal instruments. *International Endodontic Journal*, 1996; 29:113-7.

Leonardi L, Atlas D, Raiden G. Comparación de dos métodos para evaluar la transportación apical. *Acta Odontológica Venezolana*, 2000; 45(3):354-358.

Leonardo M, Leonardo R. Sistemas rotatorios en Endodoncias: Instrumentos de níquel titanio. Sao Paulo, Brasil. *Artes Médicas*, 2002: 3-36.

Lim YJ, Park SJ, Kim HC, Min KS. Comparison of the centering ability of WaveOne and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 2013;38(1):21-5.

Marinho, A., Martinho, F., Gonçalves, L., Rabang, C., & Gomes. Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multifile rotary systems? *International Endodontic Journal*, 2014; 48(6), 542–548.

- Marqués, J. L. C., Freire, L. G., Scardini, I. de L., Vieira, B. R., Sousa, F. B., & Santos, M. (2021). Shaping efficiency of XP-endo shaper and Mtwo instruments in long oval root canals: A micro-CT study. *Australian Endodontic Journal*, 2021.
- McCann JT, Keller DL, LaBounty GL. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. *Journal of Endodontic*, 1990; 16:114-5.
- McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999;12:147–79. Review Erratum in: *Clin Microbiol Rev* 2001;14:227
- Moore, J.; Fitz-Walter, P. & Parashos, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 2009; 42(12):1057-64.
- Ozyurek T, Yilmaz K, Uslu G. Shaping ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM single file systems in simulated S shaped canals. *Journal of Endodontics*, 2017; 43, 805 -9.
- Özyürek, T., Yılmaz, K., & Uslu, G. (2017). Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *Journal Of Endodontics*, 2016; 43(5), 805-809.
- Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation with 6 different nickel-titanium instruments on apical geometry assessed by micro computed tomography. *Journal of Endodontics*, 2009.
- Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *Journal of Endodontics*, 2011;37:1394–7
- Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *Journal of Endodontic*, 2006;32(11):1031-43.
- Payal HS, Rajesh C, Sarabjeet S. Analysis of electro discharged machined surface of EN -31 tool steel. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 2008; 67, 1072-7.

Petersen, Poul Erik & WHO Oral Health Programme. Continuous improvement of oral health in the 21st century the approach of the WHO Global Oral Health Programme/Poul Erik Petersen. *World Health Organization*, 2003.

Roa, N. Estudio comparativo in vitro de desgaste en conductos con sistemas mecanizados níquel titanio IRace y Mtwo, 2013.

Rodriguez E. Aleación Níquel Titanio y su uso de endodoncia. *Acta odontológica Venezolana*, 2000; 38(1): 4-7.

Rodríguez-Ponce, A. Endodoncia Consideraciones Actuales. 1ra. Edición. *Actualidades Medico Odontológicas Latinoamericanas C.A.* 2003.

Ruddle CJ: Ch. 25. Nonsurgical endodontic retreatment. In *Pathways of the Pulp*, 8th ed., Cohen S, Burns RC, eds., St. Louis: Mosby, pp. 875-929, 2002.

Saber S, Nagy M, Sch€afer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, 2015.

Saunders WP, Saunders EM. Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *Journal of Endodontics*, 1994; 20:440-4.

Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*, 1974; 18:269 – 96.

Schilder, H. Filling root canals in three dimensions. *Dental Clinics of North America*, 1967; 11, 723-744.

Sepic AO, Pantera EA, Neaverth EJ, Anderson RW. A comparison of Flex-R files and K-type files for enlargement of severely curved molar root canals. *Journal of Endodontics*, 1989; 15:240-5.

Setzer F, Tae-Kyung K, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotator file system and two hybrid rotatory instrumentation sequences. *Journal of Endodontics*, 2010; 36(7):1226-1229.

Setzer FC, Kratchman SI. Present status and future directions: Surgical endodontics. *International Endodontic Journal*; 2022; 4:1020-1058

Secretaría de Salud de México. (2020, 17 enero). Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucles SIVEPAB 2018. Informes SIVEPAB 2018.

Simon J. The apex: how critical is it? *General Dentistry*, 1994;42:330 – 4.

Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA, et al. Correlative bacteriologic and microcomputed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *Journal of Endodontics*, 2013;39:1044– 1050.

Siqueira JF Jr, Araujo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of Endodontics*, 1997;23:499 –502.

Spoleti, Pablo Bases biológicas para la endodoncia: segunda edición / Pablo Spoleti; Francisco Blotta; editado por Pablo Spoleti; 2a ed. Rosario: Pablo Spoleti, 2019.

Spratt DA, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *International Endodontic Journal*, 2001;34:300 –7.

Topcu KM, Karatas E, Ozsu D, Ersoy I. Efficiency of the Self Adjusting File, WaveOne, Reciproc, ProTaper and hand files in root canal debridement. *European Journal of Dentistry*, 2014; 8(3):326-9.

Üreyen Kaya B, Erik CE, Sesli Çetin E, Köle M, Maden M. Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *International Endodontic Journal*, 2019; 52(1):77-85.

Varela-Patiño P, Ibáñez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *Journal of Endodontics*, 2010; 36(1):157-9.

Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. *Journal of Endodontics*, 2013; 39(8):1060-6.

Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 1988; 14(7):346-51.

Weine F. *Terapia de Endodoncia*. 5a. ed. St. Louis: Mosby 1996: 243-3

Weine F, Kelly R, Lio P. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of Endodontics*, 1975; 1: 262–266.

Weine F, Kelly R, Bray K. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *Journal of Endodontics*, 1976; 2: 298–203.

Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 1995;79:492– 6.

Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 2008;41:339–44.

Zaia AA, Ferraz CCR, Yoshinari GH, de Souza Filho FJ. A simple method for the analysis of root canal preparation. *Journal of Endodontics*, 2000; 3:172-4.