



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

TESIS

ANÁLISIS TOPOGRÁFICO Y QUÍMICO PUNTUAL
DE XP-ENDO FINISHER

Que para obtener el grado de Especialista en Endodoncia
presenta:

C.D. ESPERANZA GARCÍA NAVA

Asesor: C.D.E.E. Benigno Miguel Calderón Rojas.

Coasesor: M.C. Héctor Ruiz Reyes.

Coasesor: M.C. Jesús Manuel Ortiz Madrigal

MORELIA, MICHOACÁN
MÉXICO
AGOSTO 2018

Dedicatoria

A mis padres, por su apoyo incondicional durante todo este trayecto de formación. Gracias a ustedes ha sido posible llegar hasta aquí, les debo lo que soy.

A Dios, a la vida.

A mi familia.

Agradecimientos

A mi asesor de tesis, Dr. Benny gracias por la infinita paciencia, dedicación y disposición al acompañarme en este proyecto haciendo de este proceso un trayecto verdaderamente agradable.

Al Mtro. Héctor por su buena vibra y por siempre transmitir esa inquietud por el nuevo conocimiento.

Al Dr. Manuel por su accesibilidad y disposición de ayudar siempre.

A mi novio, por darle esa chispa a mi vida y por su continua motivación para concluir esta tesis.

A mis amigos EndoTeam; May, Mel, Yunny, Yeri, Jimie, Arge, Any, Chanty, Zai, Carlos, y Richie. Sin ustedes este camino definitivamente no habría sido tan divertido y memorable, aún cuando intentamos buscar mejoras para nuestro posgrado.

A mis profesores de la especialidad con el verdadero gusto por la docencia, gracias por nutrir esta semilla creciente con sus conocimientos compartidos.

ÍNDICE.

Resumen.....	6
Abstract.....	7
1. Introducción.....	8
2. Marco teórico.....	9
2.1 Antecedentes generales.....	9
2.1.1 Definición y objetivos de la irrigación.....	9
2.1.2 Soluciones de irrigación en endodoncia.....	10
2.1.2.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl).....	10
2.1.2.2 Clorhexidina (CHX).....	12
2.1.2.3 Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).....	13
2.1.3 Nuevas técnicas y dispositivos de irrigación y desinfección.....	14
2.1.3.1 Activación ultrasónica.....	14
2.1.3.2 Irrigación activada con láser - PIPS®.....	15
2.1.3.3 Irrigación sónica - Endoactivator®.....	16
2.1.3.4 CanalBrush™.....	17
2.1.3.5 XP-endo Finisher®.....	18
2.2 Antecedentes específicos.....	21
3. Planteamiento del problema.....	27
3.1 Pregunta de investigación.....	27
4. Justificación.....	28
5. Hipótesis de trabajo.....	29
6. Objetivos.....	29

6.1 Objetivo general.....	29
6.2 Objetivos específicos.....	29
7. Material y métodos.....	30
7.1 Universo de estudio.....	30
7.2 Clasificación del estudio.....	30
7.3 Criterios de elegibilidad.....	30
7.3.1 Criterios de inclusión.....	30
7.3.2. Criterios de no inclusión.....	30
7.4 Selección de muestras.....	31
7.5 Procedimiento metodológico.....	31
7.6 Fase de análisis del Grupo I (instrumentos XP-endo Finisher® en condiciones de recibido).....	32
7.7 Fase de preparación y análisis del Grupo II (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en incisivos laterales inferiores de un conducto).....	34
7.7.1 Caso clínico 1 correspondiente al Grupo II.....	34
7.7.2 Caso clínico 2 correspondiente al Grupo II.....	35
7.8 Fase de preparación y análisis del Grupo III (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en primeros molares inferiores de tres conductos).....	37
7.8.1 Caso clínico 1 correspondiente al Grupo III.....	37
7.8.2. Caso clínico 2 correspondiente al Grupo III.....	38
7.9 Evaluación de las imágenes obtenidas mediante MEB de los Grupos I, II y III.....	40
7. 9.1 Análisis bioestadístico.....	41
8. Resultados	42

8.1 Resultados del análisis topográfico del Grupo I (instrumentos XP-endo Finisher® en condiciones de recibido).....	42
8.2 Resultados del análisis topográfico del Grupo II (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en incisivos laterales inferiores de un conducto).....	43
8.3 Resultados del análisis topográfico del Grupo III (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en primeros molares inferiores de tres conductos).....	44
8.4 Resultados del análisis bioestadístico.....	45
9. Discusión.....	46
10. Conclusiones.....	47
11. Referencias.....	48
12. Anexos.....	56

RESUMEN

Introducción: La lima XP-endo Finisher® es un instrumento reciente presentado como una alternativa auxiliar en la limpieza final durante el tratamiento de conductos. Manufacturado con una aleación exclusiva de FKG Dentaire SA denominada NiTi MaxWire, XP-endo Finisher® es altamente flexible y reacciona al aumento de temperatura modificando su forma inicial.

Objetivo: Comparar las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido y posterior a su empleo siguiendo las indicaciones que marca el fabricante.

Material y métodos: Estudio experimental, descriptivo y comparativo. Se incluyeron 6 limas nuevas XP-endo Finisher®, las cuales se dividieron en tres grupos de evaluación: G1= dos limas XP-endo Finisher® en condiciones de recibido, G2= dos limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento de una pieza de un conducto, G3= dos limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento de una pieza de tres conductos. El análisis topográfico y químico-puntual de las limas XP-endo Finisher® de todos los grupos de evaluación se realizó mediante microscopio electrónico de barrido (modelo JEOLJSM-7600F), obteniendo imágenes a 40x, 100x y 250x. La evaluación de las imágenes fue realizada mediante una encuesta aplicada a especialistas en endodoncia.

Resultados: El análisis estadístico muestra que no se presentó diferencia estadística significativa al evaluar los desgastes, rugosidades y grietas en el tercio medio y en la punta del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido y posterior a su empleo. El análisis químico-puntual muestra porcentajes variables de níquel y titanio en diferentes zonas del instrumento.

Conclusión: Las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® no presentaron cambios significativos al compararse en condiciones de recibido y posterior a su uso clínico. Palabras Claves: endodoncia, limpieza, final, Xp-endo, Finisher.

ABSTRACT

Introduction: The XP-endo Finisher® file is a recent instrument presented as an auxiliary alternative in the final cleaning during the root canal treatment. Manufactured with an exclusive FKG Dentaire SA alloy called NiTi MaxWire, XP-endo Finisher® is highly flexible and reacts to the temperature increase by modifying its initial shape.

Aim: To compare the topographic characteristics of the XP-endo Finisher® instrument before and after its use under the manufacturer's guidelines.

Material and methods: Experimental, descriptive and comparative study. Six new XP-endo Finisher® files were included, which were divided into three evaluation groups: G1 = two new XP-endo Finisher® files, G2 = two XP-endo Finisher® files used each one of them in the treatment of a single root canal tooth, G3 = two XP-endo Finisher® files used each one of them in the treatment of a molar with three root canals. The topographic and chemical analysis of the XP-endo Finisher® files in all the evaluation groups was carried out by scanning electron microscopy (JEOL JSM-7600F model) obtaining images at 40x, 100x and 250x. The evaluation of the images was carried out by a survey applied to specialists in endodontics.

Results: The statistical analysis shows no significant differences among the wear, roughness and cracks in the middle third and the tip of the XP-endo Finisher® instrument before and after its use. The chemical analysis shows variable percentages of nickel and titanium in different areas of the instrument.

Conclusion: The topographic characteristics of the XP-endo Finisher® instrument did not show significant changes when the comparison of its receipt conditions and after its clinical use was done.

1. INTRODUCCIÓN

La terapia endodóntica se fundamenta en los principios de limpieza, conformación y obturación de los conductos radiculares (1). Dentro de la compleja anatomía del sistema de conductos, es posible encontrar conductos laterales, colaterales, secundarios, accesorios, recurrentes, deltas apicales, istmos, curvaturas, concavidades e irregularidades intraconducto, lo cual representa un gran reto en los procedimientos de limpieza y desinfección (2), (3), (4). La presencia de microorganismos y restos pulpares remanentes dentro de espacios inaccesibles a la instrumentación pueden derivar en el fracaso el tratamiento endodóntico (5).

La infección del conducto radicular es un proceso dinámico en el que factores como la disponibilidad de nutrientes, el nivel de oxígeno, el pH y la competencia o cooperación entre microorganismos determinan la microbiota de la zona (6). Las bacterias involucradas dentro de las infecciones endodónticas son capaces de organizarse en biofilm, el cual se define como una comunidad polimicrobiana compleja que se desarrolla en una matriz de exopolisacáridos sobre una superficie (7) formando una red de protección a las bacterias contra el propio sistema inmune y agentes desinfectantes (8). La persistencia de biofilm puede actuar como una fuente de toxinas y causar un proceso de reinfección, produciendo una serie de signos y síntomas clínicos leves o imperceptibles, creando un cuadro clínico de avance lento y de difícil erradicación en tratamientos aparentemente correctos (9).

Es por ello que el objetivo del tratamiento de conductos es prevenir o eliminar la periodontitis apical, para lograrlo son determinantes la instrumentación mecánica y la irrigación mediante agentes antimicrobianos (10). Gracias a los avances tecnológicos, en la actualidad es posible encontrar diversas alternativas que buscan coadyuvar en la eliminación de microorganismos y la prevención de la reinfección del conducto radicular. Una de estas alternativas es XP-endo Finisher®, un instrumento suizo de reciente lanzamiento en el mercado, el cual está diseñado como un auxiliar para la limpieza final del tratamiento de conductos. Este instrumento es innovador por su

exclusiva aleación NiTi MaxWire que le brinda capacidad para modificar su forma a cambios de temperatura lo cual le permite realizar movimientos de expansión y compresión que facilitan su trabajo aún en morfologías complejas (11).

Diversos estudios han evaluado distintos aspectos sobre XP-endo Finisher® tales como su capacidad de remoción de barrillo dentinario (12), (13), (14), hidróxido de calcio (15), (16), (17), (18) y la disminución de carga bacteriana intraconducto (19), (20), (21) entre otros aspectos, sin embargo, hasta la fecha la literatura consultada en bases de datos como Pubmed no presenta estudios sobre la morfología del instrumento nuevo y después de su uso. Por ello, el objetivo del presente estudio fue comparar las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido y posterior a su empleo clínico siguiendo las indicaciones que marca el fabricante.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales

2.1.1 Definición y objetivos de la irrigación

De acuerdo con el Glosario de Términos Endodónticos de la Asociación Americana de Endodoncia (22) la irrigación se define como un lavado por una corriente de fluido, este riego intracanal facilita la remoción física de los materiales que se encuentran en el conducto y la introducción de agentes químicos que ejercen actividad antimicrobiana, de desmineralización, disolución de tejido, blanqueo, desodorización y control de hemorragias. La irrigación también se ha definido como el lavado de una cavidad o herida corporal con agua o un líquido medicado (23).

Soares y Goldberg (24) señalan que los objetivos de la irrigación son:

- a. Limpieza mediante el arrastre mecánico o disolución de los restos orgánicos e inorgánicos presentes dentro del conducto radicular.

- b. Reducción de la carga bacteriana intraconducto por el efecto mecánico de lavado y las propiedades antimicrobianas de los agentes químicos empleados.
- c. Lubricación de las paredes dentinarias para facilitar la instrumentación.

Por su parte, Boutsoukis y Van der Sluis (25) proponen clasificar los objetivos de la irrigación considerando su actividad química y su efecto mecánico. En cuanto al enfoque químico se debe considerar la desintegración y eliminación de biofilm, la eliminación de microorganismos y la inactivación de sus endotoxinas, así como la disolución de los restos de tejido pulpar, debris y barrillo dentinario. La acción mecánica deseada durante la irrigación se relaciona con el desprendimiento y remoción del biofilm, restos pulpares y debris dentinario.

2.1.2 Soluciones de irrigación en endodoncia

Las características ideales que se esperan de un irrigante en endodoncia son: amplio espectro antimicrobiano, capacidad de disolución del tejido pulpar vital y necrótico, no ser tóxico, prevenir la formación de barrillo dentinario, eficacia germicida y fungicida, permanecer estable en solución, tener acción antimicrobiana de largo plazo, mantenerse activo en presencia de sangre, suero y proteínas derivadas de los tejidos, presentar baja tensión superficial, no interferir en la reparación de los tejidos periapicales, no pigmentar la estructura dentaria, no alterar las propiedades físicas de la dentina, no tener efectos adversos en la obturación, facilidad de uso y almacenamiento, bajo costo, vida útil adecuada, acción rápida, ser incoloro, inodoro y de sabor neutro (26), (10), (23). En la actualidad diversos agentes químicos son empleados como irrigantes para la desinfección del sistema de conductos, a pesar de que no cumplan con todas las propiedades anteriormente mencionadas. De entre esta diversidad de soluciones destacan el hipoclorito de sodio (NaOCl), la clorhexidina (CHX) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

2.1.2.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl)

Inicialmente producido en Francia en forma de solución acuosa clorada por Claude Louis Berthollet y más tarde industrializado bajo el nombre "Eau de Javel", poco a

poco se le fueron encontrando usos dentro de las áreas textil, alimentaria y de salud como medio para desinfectar alimentos y heridas. Durante la Primera Guerra Mundial fue sugerido su uso en el área médica por Henry Dakin, quien lo propuso como antiséptico en heridas a una concentración de 0.5%, posteriormente en 1919 Coolidge introdujo el NaOCl al campo de la endodoncia (27), (28). Hasta la fecha ha sido el irrigante más ampliamente utilizado en el área de la práctica endodóntica debido a sus propiedades, entre las que destacan la capacidad de disolución de tejido orgánico, su efecto antimicrobiano y antifúngico (28), (29), (30), sin embargo, es un irrigante citotóxico por lo que debe emplearse con precaución y evitar su extrusión a través del foramen apical ya que en contacto con tejido vital causa hemólisis, ulceraciones, daño endotelial afectando a los fibroblastos pudiendo terminar en daños neurológicos irreversibles (31).

Este compuesto presenta un pH > 11. Tiene una serie de reacciones que proporcionan un equilibrio mediante la siguiente fórmula:



En cuanto a su mecanismo de acción, el NaOCl actúa como un degradante de ácidos grasos y materia orgánica transformándolos en sales de ácido graso y glicerol, con lo cual se reduce la tensión superficial de la materia por medio de saponificación, posteriormente el NaOCl neutraliza aminoácidos por formación de agua y sal, desencadenando una reacción de neutralización dando origen al ácido hipocloroso (HOCl), el cual junto un hidrogeno de la sal del aminoácido produce un intercambio con el cloro formando cloraminas más agua, estas cloraminas conducen a un proceso de degradación de aminoácidos e hidrólisis, interfiriendo en el efecto antimicrobiano actuando en el metabolismo celular, específicamente en las enzimas y puentes sulfhidrilo ubicados en la membrana plasmática (32).

El empleo de NaOCl en endodoncia puede variar en concentraciones que van del 1% al 6% (33). El incremento en la concentración y la temperatura del NaOCl se asocia con una mayor capacidad de disolución de tejido pulpar (34), (35), sin embargo,

concentraciones bajas también logran disolver el tejido aunque requieren más tiempo (26).

2.1.2.2 Clorhexidina (CHX)

Es un antiséptico desarrollado en la década de 1940's en Inglaterra, su uso clínico fue inicialmente en el año de 1954 en el área médica mientras que en odontología se introdujo hasta 1970 (36). Años después, Delany, Patterson, Miller y Newton (37) sugieren que debido a su capacidad antimicrobiana la clorhexidina al 0.2% podría ser un agente irrigante en la terapia de conductos.

La CHX es un fármaco antiséptico derivado del clorofenilbiguanídico de carga positiva, posee acción antimicrobiana de amplio espectro ya que actúa contra bacterias Gram-positivas, Gram-negativas y levaduras (38). La capacidad antimicrobiana de la CHX se relaciona con su pH el cual oscila alrededor de 5.5 y 7, además en su forma de sal este compuesto es fácilmente soluble en agua volviéndose una solución muy estable (39). Otra de las ventajas de la CHX es que presenta actividad antimicrobiana de largo plazo aun posterior a su aplicación local, propiedad a la que se denomina sustantividad (40), (41).

A pesar de las bondades que presenta, la CHX no puede emplearse como irrigante principal en endodoncia debido a que carece de la capacidad para disolver materia orgánica (42). Otro de los aspectos a considerar al emplear la CHX son los productos de su interacción con otros agentes irrigantes como el NaOCl, los cuales se ha sugerido podrían ser citotóxicos y afectar la calidad de la obturación (43), (44).

El mecanismo de acción de la clorhexidina se explica por la carga positiva de este compuesto que interactúa con los grupos fosfato de carga negativa en la pared celular microbiana, en altas concentraciones tiene una acción bactericida ya que penetra y desestabiliza las membranas bacterianas causando precipitación del citoplasma y conduciendo a la muerte celular. Por otro lado, en bajas concentraciones tiene una acción bacteriostática causando que compuestos de bajo peso molecular como lo son

fósforo y potasio se eliminan de la membrana celular pero sin causar un daño permanente en la misma. La CHX altera el equilibrio osmótico de la membrana celular en mayor o menor medida dependiendo de su concentración (45).

2.1.2.3 Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

El EDTA fue introducido en endodoncia por Nygaard-Ostby en 1957 a una concentración de 15% y un pH de 7.3 con una composición de sal disódica de EDTA (17.00g), agua destilada (100.00ml) e hidróxido de sodio (9.25 ml). El propósito de su empleo en endodoncia es ayudar en la instrumentación de conductos estrechos y calcificados gracias a su propiedad quelante que da al tejido dentinario una textura más suave por un efecto de desmineralización (46).

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es un ácido poliaminocarboxílico, con una presentación físicamente incolora, sólida y soluble en agua. Su reacción quelante se basa en la atracción de iones metálicos como Ca^{2+} y Fe^{3+} presentes en la estructura dentinaria, los cuales permanecen en solución pero muestran una reactividad disminuida formando quelatos de calcio solubles (47).

Inicialmente los quelantes fueron empleados en presentación líquida, más tarde en 1969 surgió la primera presentación en pasta bajo el nombre de RC-Prep (Premier Dental; Philadelphia, PA, USA) (46). Diversos estudios han sugerido el empleo de EDTA en su presentación líquida debido a que no incrementa el torque durante la instrumentación (48), reduce el riesgo de fractura de los instrumentos rotatorios (49) y ayuda en la eliminación de la capa de barrillo dentinario previo a la obturación (50).

A pesar de las ventajas que presenta el EDTA debe tenerse cuidado con su empleo debido a que puede causar daño al tejido dentinario. Al respecto, De-Deuss y cols. (51) realizaron un estudio sobre el efecto que presentan las soluciones quelantes en la microdureza dentinaria, observando que no hay diferencia estadística significativa entre la dureza inicial y al minuto de contacto, sin embargo si la dentina es expuesta

a EDTA durante dos o tres minutos si se presenta disminución de la microdureza dentinaria.

2.1.3 Nuevas técnicas y dispositivos de irrigación y desinfección

2.1.3.1 Activación ultrasónica

Introducidos en endodoncia por Richman en 1957 (52), los dispositivos ultrasónicos funcionan por medio de vibraciones con un movimiento oscilatorio en un rango generalmente que va de 20 a 40 khz (53).

A partir de su introducción en la endodoncia, se han vuelto cada vez más útiles en el tratamiento de casos difíciles, ayudando en el acceso a los conductos radiculares, limpieza, conformación, remoción de materiales u obstrucciones intraconducto. Ha sido prometedor en cuanto a resultados de limpieza en anatomías complejas, ya que al ser activado el irrigante empleado se produce un efecto de cavitación provocando una microcorriente acústica y aumentando la temperatura del irrigante lo cual se ve reflejado en una mejor limpieza (54).

Dentro de la literatura han sido descritas tres técnicas de irrigación por este método: la irrigación ultrasónica (IU) que combina instrumentación e irrigación simultáneamente, la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) en la cual se coloca el irrigante intraconducto y posteriormente es activado por sistemas ultrasónicos, así como una tercera llamada irrigación ultrasónica continua (CUI) donde al momento de ser depositado el irrigante es agitado ultrasónicamente (55).

Diversos estudios han demostrado las ventajas de emplear sistemas ultrasónicos durante la irrigación. Sabins, Johnson & Hellstein (56) reportan que el uso de sistemas sónicos o ultrasónicos, aún por periodos de 30seg, reduce significativamente los niveles de debris en comparación con una técnica de irrigación manual. Estos resultados coinciden con Chen y cols. (57) quienes reportan que la irrigación ultrasónica mejora la limpieza de las paredes obteniendo menor cantidad de debris, más túbulos dentinarios abiertos y mayor permeabilidad de conductos laterales.

2.1.3.2 Irrigación activada con láser

Weichman introdujo el láser al campo endodóntico en 1971, una década después de su invención, mediante su trabajo *“Laser use in endodontics: a preliminary investigation”* en el cual se mencionaban los posibles usos que podría tener esta herramienta en el tratamiento de conductos, destacando la posibilidad de ser usado para sellar el orificio del ápice con láser de dióxido de carbono de alta potencia (58).

Las longitudes de ondas láser disponibles en el área médica comprenden una banda corta de espectro electromagnético que va de ultravioleta (UV) hasta infrarrojo medio (IR). El láser es una herramienta altamente precisa y selectiva ante tejidos biológicos gracias a su longitud de onda única, fotones en fase, divergencia de luz muy baja e intensidad (59).

Dentro del área endodóntica el láser ha tenido diversos usos como por ejemplo: tratar hipersensibilidad dentinaria, para realizar recubrimiento pulpar, pulpotomías, desinfección intraconducto, conformación y obturación de conductos, en apicectomías, entre otros (60). Su mecanismo de acción en el conducto radicular se basa en la absorción de sus ondas por componentes biológicos y cromóforos como agua y minerales de apatita. Su mecanismo de acción en el conducto radicular se basa en la absorción de sus ondas por componentes biológicos y cromóforos como agua y minerales de apatita convirtiendo la energía laser en energía térmica para producir cambios dentro del tejido (61).

Las longitudes de onda del láser descritas para la limpieza y desinfección el sistema de conducto radicular son; erbio: aluminio itrio granate (Er: YAG), 2940 nm; erbio, cromo: itrio escandio galio granate (Er, Cr: YSGG), 2780 nm; neodimio: granate de aluminio y itrio (Nd: YAG), 1064 nm; diodo, 635 a 980 nm; fosfato de titanio y potasio (KTP), 532 nm; dióxido de carbono (CO₂), 9600 y 10 600nm (59).

La técnica láser de Corriente Fotoacústica Inducida por Fotones conocida como PIPS, por sus siglas en inglés, se basa en el láser Erbio:YAG (62). Su acción se debe a que

cada impulso crea una fuerte corriente en el líquido localizado dentro del conducto radicular favoreciendo una limpieza tridimensional sin un aumento de temperatura (63). La punta de PIPS se caracteriza por un diseño de 600 micrones de diámetro y 9 milímetros de longitud, los últimos tres milímetros de la punta no presentan revestimiento lo cual facilita una mayor emisión lateral de energía. PIPS no requiere que su punta se introduzca al interior del conducto radicular, basta con que se coloque en la cámara pulpar, por lo cual es una alternativa menos invasiva ya que a diferencia de otras técnicas no se requiere de una preparación más amplia (64). Un protocolo en el cual se emplee PIPS e NaOCl ha demostrado ser una alternativa eficaz en la remoción de biofilm (65) y en la erradicación de *E.faecalis* in vitro (66), (67), (68).

2.1.3.3 Irrigación sónica – Endoactivator

Por definición un sistema sónico sería cualquier sistema de trabajo con una frecuencia dentro del rango auditivo humano. Los dispositivos sónicos realizan su función en una baja frecuencia que va de 1-6 khz, como resultado de esta baja frecuencia el patrón oscilatorio es diferente y produce menor tensión de corte al que se presenta en sistemas ultrasónicos (69).

Entre los dispositivos sónicos más empleados se encuentra EndoActivator® (Dentsply Tulsa Dental Specialties) el cual consiste en una pieza de mano portátil que mediante movimientos sónicos logra la oscilación y vibración de una punta no cortante de polímero dentro del conducto radicular, produciendo así un efecto hidrodinámico del irrigante que mejora la penetración y circulación del irrigante sin provocar desgaste dentinario (70), (71). Las puntas se encuentran disponibles en 3 tamaños diferentes (15/.02, 25/.04, 35/.04) (72) y su activación puede ser alta 10,000 cpm, media 6,000cpm o baja 2,000 cpm (71). La frecuencia recomendada para la remoción de la capa de barrillo dentinario y biofilm es de 10,000cpm por un período de 30-60s por conducto colocando la punta a 2 mm de la longitud de trabajo (71).

Jensen y cols. (73) al comparar la eficacia que la irrigación ultrasónica y la irrigación sónica tienen sobre la limpieza del conducto radicular concluyen que ambas técnicas

son exitosas sin diferencia estadística significativa entre ellas. Sabins y cols. (56) señalan que la irrigación ultrasónica o sónica ofrece mejores resultados en la remoción de debris en comparación con una técnica convencional, sin embargo los resultados con Endoactivator fueron menores relacionados a los obtenidos con una técnica ultrasónica. Por su parte, Elnaghy y cols (13) reportan mayor limpieza en canales curvos empleando Xp-endo Finisher o Endoactivator, siendo estos superiores a técnicas de irrigación con agitación manual. Una de las desventajas de Endoactivator es que las puntas no presentan radiopacidad, y en caso de la separación de una porción se dificultará la identificación radiográfica (69).

2.1.3.4 CanalBrush™

Canal Brush es un instrumento delgado con forma de cepillo muy flexible a base de polipropileno disponible en 3 tamaños (S-chico, M-mediano y L-grande), puede utilizarse manualmente o mediante un dispositivo rotatorio a una velocidad máxima de 600 rpm, puede ser esterilizado a 134°C después de su uso, es útil para eliminar impurezas dentro del conducto radicular durante el tratamiento endodóntico brindando seguridad ya que debido a su flexibilidad y tamaño es difícil de que se atasque en el conducto radicular (74).

CanalBrush ha demostrado ser tan eficiente como la irrigación ultrasónica pasiva en la remoción de debris y barrillo dentinario (75). Sin embargo, estudios como el realizado por Protogerou (76) muestran que este instrumento es incapaz de remover el barrillo dentinario del conducto radicular. En relación a la capacidad que CanalBrush tiene para remover $\text{Ca}(\text{OH})_2$, autores como Markovic, Booth y Zimmer (77) reportan que su uso en conductos rectos se traduce en una mayor remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. En contraste, trabajos como el realizado por Gorduysus Yilmaz, Gorduysus, Atila, y Oransal (78) muestran que en vez de remover el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto radicular CanalBrush lo empaqueta en el tercio apical.

2.1.3.5 XP-endo Finisher®

La lima XP-endo Finisher® fue presentada en marzo del 2015 en el International Dental Show en Alemania por la empresa FKG Dentaire SA como un instrumento auxiliar en la limpieza final durante el tratamiento de conductos (79). Debe su nombre a su principal característica, la expansión (80).

Se comercializa en un blíster estéril con 3 instrumentos de uso único, diámetro ISO 25 sin conicidad (25/.00) en presentación de 21mm y 25mm. Es manufacturado con una aleación exclusiva de FKG Dentaire SA denominada NiTi MaxWire (electropulido austenítico-martensítico–fleX) la cual es altamente flexible y reacciona al aumento de temperatura adoptando una forma previamente inducida. La lima es recta en su fase M (martensítica) a una temperatura de 20°C, una vez que es introducida al conducto radicular y alcanza una temperatura de 35°C cambia a su fase A (austenítica) en la cual la porción final de la lima adopta una curvatura en forma de cuchara con 1.5mm de profundidad (11) (Figura 1). Debido a esta forma, cuando XP-endo Finisher® se encuentra en rotación es posible apreciar en sus últimos 10mm una forma de bulbo de aproximadamente 3mm de diámetro (Figura 2 y 4). Al estar la lima en un espacio reducido, como lo es el conducto radicular, la forma de bulbo se comprime y ello provoca que el movimiento de la punta de la lima sea de expansión, estos movimientos particulares que presenta XP-endo Finisher® hacen que llegue a zonas inaccesibles a instrumentos rectos, su pequeño núcleo metálico la hace extremadamente resistente a la fatiga cíclica y su punta raspa las paredes sin causar deformación.

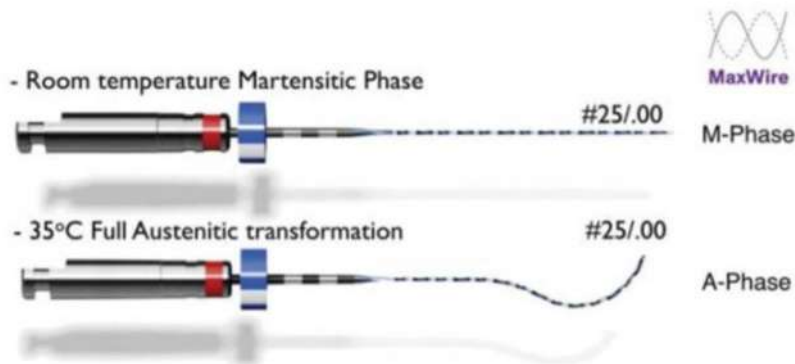


Figura 1. XP- endo Finisher® bajo diferentes condiciones de temperatura. Imagen tomada de Debelian y Trope, 2015. (81)



Figura 2. Medidas en parte activa de XP- endo Finisher®
Imagen tomada de Debelian y Trope, 2015. (81)

Gracias a estas características, XP- endo Finisher® posee múltiples ventajas como:

1. Limpieza mecánica del conducto en áreas imposibles de alcanzar con instrumentos rectos y su alcance de hasta 6mm de diámetro,
2. Alta resistencia a la fatiga cíclica debido a su conicidad cero lo cual se traduce en mínima masa metálica.
3. Se adapta fácilmente a morfologías complejas conservando tejido dentinario.
4. Remoción de residuos por el efecto de agitación producido.
5. Remueve medicación intraconducto o residuos de material de obturación en retratamientos por efecto de arrastre durante su rotación.
6. Puede emplearse en conductos preparados a un diámetro ISO 25 o mayor.

XP-endo Finisher® se comercializa en presentación de blíster estéril con tres instrumentos de un solo uso (cada instrumento puede ser utilizado en un diente de hasta cuatro conductos). Los instrumentos son almacenados dentro de un tubo de plástico que permite mantener o restablecer su forma recta y determinar la longitud de trabajo. El fabricante (11) sugiere seguir las siguientes indicaciones para utilizar la lima XP-endo Finisher®:

1. Emplear la lima XP-endo Finisher® después de haber realizado una preparación mecánica del conducto radicular de por lo menos un diámetro #25.
2. Colocar la lima XP-endo Finisher® en el contra-ángulo de trabajo.
3. Ajustar la longitud de trabajo utilizando para ello el tubo de plástico que protege a la lima XP-endo Finisher®.
4. Enfriar con un spray frío la lima XP-endo Finisher aun dentro del tubo de plástico.

5. Activar el movimiento rotatorio para retirar la lima XP-endo Finisher® del tubo de plástico, es importante que la lima se retire mediante un movimiento lateral para asegurar que permanezca recta.
6. La superficie del tubo de plástico debe tocarse únicamente a nivel del logo de FKG en el extremo del tubo.
7. Llevar la lima XP-endo Finisher® al conducto radicular, una vez que la punta de la lima este dentro del conducto activar el movimiento rotatorio y llevar la lima a longitud de trabajo, la cavidad de acceso deberá llenarse con irrigante únicamente después que la lima este en el conducto.
8. Usar XP-endo Finisher® por aproximadamente un minuto a una velocidad de 800rpm y un torque de 1 Ncm realizando movimientos longitudinales lentos y suaves con una amplitud aproximada de 7-8mm asegurándose de permanecer dentro del conducto.
9. Después de un minuto, remover aún en movimiento la lima XP-endo Finisher® del conducto radicular.
10. Irrigar el conducto radicular para remover los residuos.
11. En una pieza multiradicular después de haber trabajado inicialmente el conducto más amplio, la lima XP-endo Finisher® se limpia y se coloca nuevamente dentro del tubo de plástico. Para continuar con la limpieza en un conducto más estrecho se utiliza nuevamente la lima XP-endo Finisher® siguiendo las indicaciones desde el paso 3 antes señalado.
12. Al finalizar la limpieza de todos los conductos la lima XP-endo Finisher® se desecha y se continúa con la obturación.

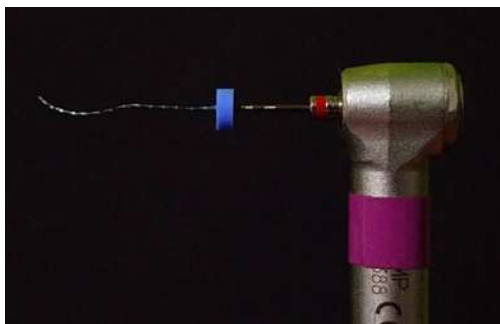


Figura 3. XP- endo Finisher® montada en contra-ángulo.

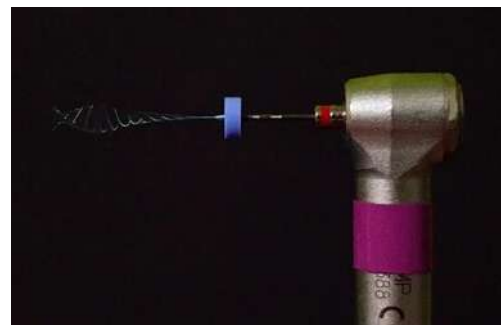


Figura 4. XP- endo Finisher® montada en contra-ángulo bajo rotación.

2.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

El primer reporte sobre XP-endo Finisher® fue dado por Zivkovic y cols. (12) quienes mediante microscopía electrónica de barrido analizaron su eficacia en la limpieza de las paredes de los conductos radiculares. Una vez instrumentadas con el sistema BioRace e irrigadas con NaOCl 2% las 30 piezas unirradiculares se dividieron en dos grupos siguiendo dos protocolos finales de limpieza, en el primero de ellos se utilizó XP-endo Finisher® y se irriego con NaOCl 2%, mientras que en el segundo grupo únicamente se irriego con NaOCl 2%. La cantidad de barrillo dentinario presente finalizadas la instrumentación y limpieza final fue determinada por dos examinadores siguiendo la escala de Hulsman. Los resultados demostraron una diferencia significativa entre los dos grupos, siendo menor la presencia de barrillo dentinario en las paredes de los conductos tratados con XP-endo Finisher®.

Leoni y cols. (14) mediante tomografía microcomputarizada evaluaron la capacidad de remoción que cuatro sistemas de irrigación final tienen sobre el debris dentinario en istmos de raíces mesiales mandibulares. Se incluyeron 40 raíces con istmos en donde los conductos mesiobucal y mesiolingual se estuvieran comunicando. Después de instrumentarse los conductos con el sistema WaveOne sin el uso de agentes irrigantes - con la finalidad de acumular debris en las paredes dentinarias- las piezas fueron divididas en cuatro grupos en los que se aplicó un protocolo final de irrigación durante 2 minutos con 5.5ml de NaOCl 2.5% seguido de una de las siguientes opciones de irrigación final: presión positiva apical (APP), irrigación ultrasónica pasiva (PUI), self-adjusting file (SAF) y XP-endo Finisher® (XPF). En todos los grupos se redujo la presencia de debris dentinario, los mejores resultados se reportaron con el uso de PIU (94.1%), seguido de XP-endo Finisher® (89.7%), la irrigación convencional (45.7%) y SAF (41.3%). Al realizar un análisis comparativo por tercios, XP-endo Finisher® presentó los mejores resultados en el tercio apical.

Azim y cols. (19) compararon in vitro la viabilidad bacteriana después de emplear cuatro métodos de irrigación final: irrigación convencional, Endoactivator, XP-endo Finisher® y PIPS. Para ello, 60 conductos de piezas unirradiculares previamente

esterilizados e instrumentados a un diámetro 25.04 fueron inoculados con *E. faecalis* (ATCC® 47077™). Se realizó el estudio mediante microscopía confocal de barrido en los tercios cervical, medio, y apical a profundidades de 50µm, 100µm y 150µm utilizando técnicas colorimétricas de viabilidad y densidad bacteriana para poder identificar el efecto de los métodos de irrigación final. Los resultados muestran que a una profundidad de 50µm en los tercios coronal, medio y apical la reducción bacteriana fue mayor al utilizar XP-endo Finisher®. Sin embargo, a mayor profundidad PIPS reporta los mejores resultados.

Elnaghy y cols. (13) evaluaron *in vitro* la remoción de barrillo dentinario en conductos curvos con diferentes sistemas de irrigación. Seleccionaron 75 raíces mesiales de molares inferiores con una curvatura radicular mayor a 20°. Los conductos se instrumentaron a un diámetro apical #35/0.04 utilizando BT-Race (FKG) bajo constante irrigación con NaOCl 2.5% y se distribuyeron en 5 grupos (n=15) aplicando un protocolo de irrigación final diferente en cada uno de ellos. Los protocolos fueron: 1) control positivo sin irrigación adicional, 2) irrigación únicamente con EDTA 17%, 3) EDTA 17% agitado con la lima BT2 #35/.00, 4) EDTA 17% agitado con XP-endo Finisher® y 5) EDTA 17% agitado con Endoactivator. Después de la agitación de EDTA, los grupos 2-5 fueron irrigados por 60 segundos con 1ml de NaOCl 2.5% seguido de 5ml de solución salina estéril. Las muestras se cortaron longitudinalmente y llevadas al microscopio electrónico de barrido, la evaluación de las imágenes a nivel coronal, medio y apical fue realizada a simple ciego por 2 examinadores basados en una escala del 1 (sin barrillo dentinario) al 5 (cobertura total con una capa gruesa de barrillo dentinario). Los resultados mostraron los niveles más bajos de barrillo dentinario con XP-endo Finisher® y Endoactivator aunque en ningún grupo de evaluación se obtuvo puntuación 1. En todos los grupos fue mayor la presencia de barrillo dentinario en el tercio apical en comparación con los tercios coronal y medio.

Wiggler y cols. (15) compararon *in vitro* la eficacia de XP-endo Finisher®, la irrigación ultrasónica pasiva y la irrigación convencional en la remoción de hidróxido de calcio Ca(OH)₂. Se incluyeron 68 incisivos inferiores de conducto único instrumentados con

Mtwo a un diámetro 40/0.04. Cada incisivo fue seccionado longitudinalmente, en una de las mitades de cada pieza se realizó una ranura a nivel apical de 3mm de longitud, 0.2mm de ancho y 0.5mm de profundidad. Cada ranura se rellenó con una mezcla de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y solución salina, enseguida las mitades fueron ensambladas y almacenadas por una semana a 37°C en 100% de humedad. Las muestras se dividieron aleatoriamente en dos grupos control y tres de estudio, al grupo control positivo (n=4) se aplicó $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pero no se retiró y al grupo control negativo (n=4) no se aplicó $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Los grupos de estudio correspondieron a la limpieza final empleada, G1: XP-endo Finisher® activado por 60 seg (n=20), G2: irrigación ultrasónica pasiva en 3 intervalos de 20 seg (n=20) y G3: irrigación convencional con jeringa y aguja bajo flujo continuo del irrigante (n=20). En todos los grupos se irrigó con 10ml de NaOCl 4%. Las piezas fueron nuevamente separadas y dos especialistas evaluaron la ranura mediante microscopio óptico utilizando la siguiente escala: 0-ranura vacía, 1- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en menos de la mitad de la ranura, 2- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en más de la mitad de la ranura y 3- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en toda la ranura. Los resultados mostraron que ninguno de los métodos de limpieza empleados logró remover completamente el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de la ranura, sin embargo, XP-endo Finisher® y la irrigación ultrasónica pasiva mostraron mejores resultados en comparación con la irrigación convencional.

Alves y cols. (82) evaluaron la capacidad de XP-endo Finisher® para remover restos residuales de material de obturación después de usar sistemas de desobturación en conductos curvos. El estudio incluyó 20 raíces mesiales con conductos independientes y curvaturas entre 30° y 40°. Inicialmente las muestras fueron obturadas previa instrumentación a un diámetro 25/0.06 a 1mm del ápice. Enseguida, se almacenaron 14 días para posteriormente eliminar el material de obturación mediante los sistemas de desobturación Mtwo (grupo 1) y Reciproc (grupo 2). En cada raíz se emplearon los dos sistemas, la selección del conducto a trabajar se realizó de manera aleatoria hasta completar 10 conductos mesiolinguales y 10 conductos mesiobucales por sistema. La evaluación de la remoción de material de obturación, mediante microtomografía computarizada (microCT), mostró 17 conductos que contenían una media de material residual equivalente a 0.16mm³. En estos conductos

se realizó una limpieza adicional con NaOCl 2.5% calentado a 37°C y la lima XP-endo Finisher® activada por 1 minuto a 1000 rpm a longitud de trabajo. Las muestras se llevaron nuevamente a la microCT. Los resultados señalan una reducción del 69% del material de obturación después del empleo de XP-endo Finisher®, lo cual según los autores podría deberse a la expansión de esta lima al estar a temperatura corporal y a sus movimientos helicoidales en el conducto.

Alves y cols. (20) evaluaron con tomografía microcomputarizada y criopulverización la desinfección lograda en molares inoculados con *E. faecalis* después de la preparación químico-mecánica seguida de irrigación ultrasónica pasiva (PUI) o XP-endo Finisher®. Se incluyeron 22 molares inferiores inoculados con *E. faecalis*, instrumentados con BT RaCe e irrigados con NaOCl 2.5%. Las muestras se dividieron en dos grupos: G1-limpieza final con PUI, G2-limpieza final con XP-endo finisher®. Muestras bacteriológicas fueron tomadas con puntas de papel estériles después de la inoculación, otra al finalizar la preparación químico-mecánica y la última después de PUI o XP-endo Finisher®. Debido a la dificultad para tomar muestras con puntas de papel en zonas de difícil acceso anatómico, se optó por realizar un análisis complementario mediante criopulverización. Para ello los conductos se volvieron a inocular y se sometieron al mismo protocolo de preparación químico-mecánica señalado anteriormente, de cada pieza se tomaron fragmentos de istmos mesiales y los 5mm apicales de los conductos distales. Los resultados muestran que tanto la irrigación ultrasónica pasiva como el uso de XP-endo Finisher® lograron reducir la carga bacteriana intraconducto, sin embargo, solamente XP-endo Finisher® mostró una diferencia estadísticamente significativa.

Keskin y cols. (17) compararon in vitro la capacidad que XP-endo Finisher®, Endoactivator, la irrigación ultrasonica pasiva y CanalBrush tienen para remover $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Un total de 100 incisivos maxilares uniradiculares estandarizados a una longitud de 18mm fueron instrumentados a un diámetro 50.05 e irrigados con NaOCl 5.25% seguido de agua destilada y EDTA 17%. Enseguida, cada muestra se dividió en dos partes y en cada mitad se creó una cavidad de 0.8mm de profundidad a 5mm

del ápice, estos surcos se rellenaron con Ca(OH)_2 mezclado con agua destilada en relación 1:1.5. Las mitades se reensamblaron utilizando cianoacrilato, la cavidad de acceso fue sellada con Cavit G y cada pieza fue almacenada por una semana en un molde de silicón. De las muestras 5 sirvieron como control positivo, 5 como control negativo y las 90 restantes fueron distribuidas en 5 grupos de estudio: G1 irrigación convencional (SI), G2 XP-endo Finisher® (XP), G3 Endoactivator (EA), G4 irrigación pasiva ultrasónica (PUI) y G5 CanalBrush (CB). En cada grupo se irriego con 5ml de NaOCl 5.25% por 1 minuto seguido de 5ml de EDTA 17% por otro minuto y 5ml de agua destilada. Las piezas fueron separadas y evaluadas por dos clínicos, estudio simple ciego, mediante un estereomicroscopio. La eliminación de Ca(OH)_2 se determinó mediante la escala de puntuación propuesta por Van der Sluis y cols (2007). Los resultados indican que en ninguno de los grupos se logró una completa remoción de Ca(OH)_2 , sin embargo, hubo una remoción significativamente mayor en los grupos en donde se utilizó XP y PUI en comparación con el uso de SI, EA y CB.

Bao y cols. (21) evaluaron la eficacia que XP-endo Finisher®, la irrigación convencional y la irrigación ultrasónica pasiva tienen en la remoción de biofilm. Un total de 54 premolares unirradiculares con ápice maduro y de 19mm de longitud fueron seccionados longitudinalmente, en cada conducto radicular a 2,3,4 y 5mm del ápice se realizaron muescas de 3mm de longitud, 0.2mm de amplitud y 0.8mm de profundidad. Las piezas se inocularon con placa dentobacteriana subgingival de un paciente donador, se almacenaron por 4 semanas a 37°C para estimular el crecimiento bacteriano y enseguida fueron reensambladas para irriegarse con NaOCl 3% e instrumentarse con Vortex Blue (Dentsply) a un diámetro #40.06. Enseguida las piezas fueron separadas en 6 grupos (n=8), en donde se aplicó un protocolo de irrigación final diferente: G1-irrigación convencional con jeringa y aguja mediante flujo continuo, G2-irrigación convencional con jeringa y aguja mediante flujo dividido en 3 ciclos de 30seg, G3-irrigación ultrasónica pasiva mediante flujo continuo, G4-irrigación ultrasónica pasiva mediante flujo dividido, G5-irrigación final con XP-endo Finisher® mediante flujo continuo y G6-irrigación final con XP-endo Finisher® mediante flujo dividido. En todos los grupos se utilizaron 1.5ml de NaOCl 3% por 1.5 minutos. Las

piezas se llevaron al microscopio electrónico de barrido. Dos examinadores independientes evaluaron 1728 imágenes. Los resultados indican que los grupos en donde se empleó la irrigación convencional con jeringa y aguja mostraron menor remoción de biofilm, mientras que la mayor remoción de biofilm se logró en las piezas en donde se utilizó XP-endo Finisher® mediante flujo dividido.

Kfir y cols. (83) en un estudio ex vivo evaluaron la extrusión de debris dentinario posterior a la instrumentación de conductos ovals empleando los sistemas de limpieza SAF y XP-endo Finisher®. Incluyeron 60 muestras, 30 en total por grupo. En cada grupo la instrumentación se llevó a cabo en las siguientes etapas: Grupo A se utilizó SAF y se dividió en la etapa A1 en la cual se emplearon instrumentos PRE-SAF y etapa A2 en la que se utilizó del sistema SAF; en el Grupo B se empleó XP-endo Finisher® después de realizar un camino guía e instrumentar con Protaper Next, en este grupo se consideró como etapa B1 el primer paso que consistió en realizar un camino guía empleando Proglider, a la instrumentación con Protaper Next se le denominó etapa B2 y en la etapa B3 se utilizó XP-endo Finisher®. Se realizó recolección de posible debris en cada etapa de cada grupo enjuagando la superficie radicular de la pieza evaluada con 1ml de agua destilada en un tubo eppendorf, de esta manera el debris quedó suspendido dentro de los tubos, los cuales se almacenaron por 5 días a 70°C para obtener una muestra de debris seco. Para obtener el peso neto de debris extruido, se restó el peso del tubo eppendorf sin muestra al peso obtenido con la muestra de debris seco. Los resultados indican diferencia estadísticamente significativa, donde el grupo B (XP-endo Finisher®) tuvo mayor extrusión de debris dentinario en comparación con el grupo A (sistema SAF).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La finalidad de la terapia endodóntica es evitar la periodontitis apical eliminando el tejido pulpar inflamado y disminuyendo la carga bacteriana intraconducto mediante la instrumentación e irrigación. Producto de la instrumentación se forma barrillo dentinario que se adhiere a las paredes del conducto radicular. El barrillo dentinario se conforma por tejido dentinario, restos de tejido pulpar y bacteriano. La presencia de esta capa de barrillo dentinario previene o retrasa la penetración de medicamentos intraconducto, irrigantes y agentes antimicrobianos en las irregularidades del sistema de conductos radiculares y los túbulos dentinarios, a su vez también evita la adaptación completa de los materiales de obturación a las superficies de los conductos radiculares preparados exponiendo el tratamiento a un posible fracaso por microfiltración apical (84), (85). Se ha demostrado que mediante la instrumentación mecánica solo en el 40% al 60% de los casos se puede obtener un cultivo bacteriano negativo, es por ello la necesidad de mejorar la desinfección del conducto mediante técnicas de irrigación (86).

XP-endo Finisher® es un instrumento de NiTi, recomendado para la limpieza final del sistema de conductos, ha sido introducido al mercado recientemente como un instrumento rotatorio capaz de eliminar en su mayoría la capa de barrillo dentinario de una manera controlada y sin deformación en la dentina (11). En la actualidad la literatura ofrece poca información respecto a las características estructurales, funcionales y de desgaste del instrumento XP-endo Finisher®.

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué características topográficas y metalográficas presenta el instrumento XP-endo Finisher® en calidad de empaquetado y después de su uso clínico?

4. JUSTIFICACIÓN

Uno de los mayores retos en la práctica endodóntica es lograr la desinfección del sistema de conductos para propiciar una correcta cicatrización de los tejidos periodontales (87). Se ha comprobado que alrededor del 35% de las paredes de los conductos radiculares no son tocadas por la instrumentación mecánica (88) debido a la compleja anatomía del sistema de conductos que ha sido descrita en diversos estudios (89), (90), (91). En particular los conductos ovales y acintados, la presencia de istmos, conductos accesorios y deltas apicales representan un gran reto para el clínico (92). Es por ello que se requiere del empleo de agentes químicos como soluciones de irrigación con la finalidad de mejorar la limpieza y desinfección (93).

Actualmente en endodoncia existen diversas alternativas para la irrigación que intentan llevar las soluciones irrigantes a esas zonas anatómicamente inalcanzables para la instrumentación mecánica (69). Una de esas alternativas es XP-endo Finisher®, un instrumento recientemente introducido en el mercado, fabricado a base de una aleación exclusiva de FKG el NiTi MaxWire (Electropulido Austenítico-Martensítico - FleX). Este instrumento altamente flexible, presenta un diámetro ISO 25 sin conicidad y modifica su forma al alcanzar la temperatura corporal asemejándose a una cuchara que llega a adaptarse por efecto de compresión-expansión en diversas complejidades anatómicas (11), (80).

El presente estudio es innovador debido a la poca información que la literatura presenta sobre las características topográficas y metalográficas del instrumento XP-endo Finisher®. Es relevante para el clínico conocer las características de este instrumento con la finalidad de hacer un uso adecuado del mismo.

5. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El instrumento XP-endo Finisher® presenta distintas características topográficas en calidad de recibido y después de su uso clínico según las indicaciones del fabricante.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Comparar las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido y posterior a su empleo siguiendo las indicaciones que marca el fabricante.

6.2 Objetivos específicos:

1. Evaluar las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido.
2. Evaluar las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® posterior a su empleo siguiendo las indicaciones que marca el fabricante.
3. Determinar el análisis químico puntual del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1 Universo de estudio

Limas XP-endo Finisher® nuevas y usadas de la empresa FKG Dentaire S.A.

7.2 Clasificación del estudio

Experimental, descriptivo y comparativo.

7.3 Criterios de elegibilidad

7.3.1 Criterios de inclusión

- Blíster con limas XP-endo Finisher® nuevas.
- Limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento endodóntico de una pieza uniradicular de un solo conducto.
- Limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento endodóntico de una pieza multiradicular de tres conductos.

7.3.2 Criterios de no inclusión

- Limas XP-endo Finisher® utilizadas en prácticas en figurado.
- Limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento endodóntico de dos conductos radiculares.
- Limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento endodóntico de cuatro o más conductos radiculares.

7.4 Selección de muestras

Se incluyeron en el estudio 6 limas nuevas XP-endo Finisher® de dos lotes diferentes: CI02 y EC14 (Figura 5 y 6).



Figura 5. XP-endo Finisher® lote CI02.



Figura 6. XP-endo Finisher® lote EC14 .

7.5 Procedimiento metodológico

Las muestras se dividieron en tres grupos de evaluación conformados cada uno de ellos por dos limas, una del lote CI02 y otra del lote EC14. Los grupos se describen a continuación:

- **Grupo I:** Conformado por dos limas XP-endo Finisher® en calidad de recibido.
- **Grupo II:** Conformado por dos limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento endodóntico de un incisivo lateral inferior de un conducto.
- **Grupo III:** Conformado por dos limas XP-endo Finisher® utilizadas cada una de ellas en el tratamiento endodóntico de un primer molar inferior de tres conductos.

7.6 Fase de análisis del Grupo I (instrumentos XP-endo Finisher® en condiciones de recibido).

El análisis de las muestras se realizó mediante el microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL JSM-6400 en el Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Figura 7).



Figura 7. Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales (UMSNH)

Para el análisis en el MEB se seleccionaron una lima XP-endo Finisher® lote EC14 y una lima XP-endo Finisher® lote CI02, ambas limas fueron retiradas del blíster sellado al momento del estudio (Figuras 8 y 9). A las limas les fue retirado el tope de goma con un bisturí con la finalidad de que la muestra fuera 100% conductora y para evitar la presencia de impurezas como resultado de deslizar el tope a lo largo de la lima.

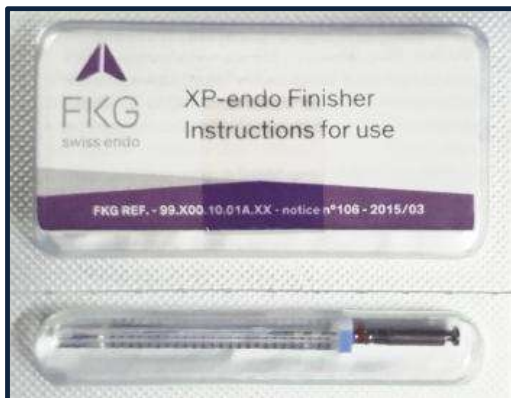


Figura 8. XP-endo Finisher® dentro de blíster nuevo.

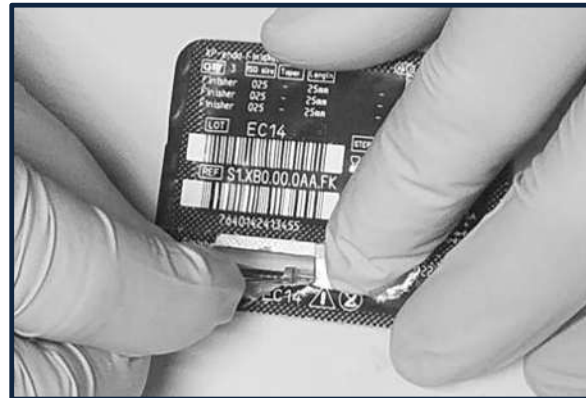


Figura 9. Apertura de blíster y recolección de muestra.

Se colocaron los instrumentos en el portamuestras de Al-Cu-Zn tomándolos con pinzas a nivel del mango a fin de evitar la alteración de la parte activa de la lima. Para mantener los instrumentos sin movimiento se sujetaron con cinta eléctricamente conductora de carbón con pegamento de doble cara al portamuestras (Figura 10).

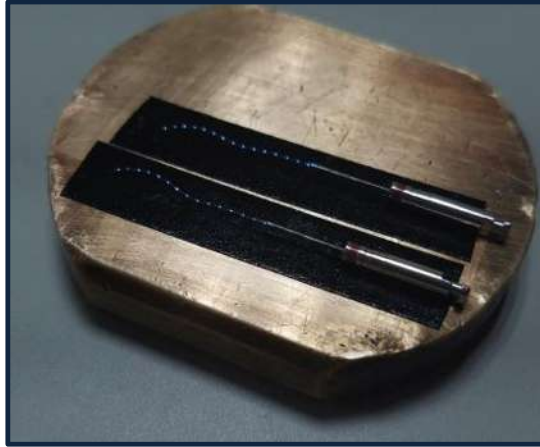


Figura 10. Montaje de limas XP-endo Finisher® nuevas en el portamuestras.

Una vez montadas las limas rotatorias XP-endo Finisher®, el portamuestras se introdujo a la cámara del MEB, en donde se genera un vacío con nitrógeno puro con la finalidad de eliminar partículas del ambiente que puedan interferir con la lectura del haz de electrones sobre la muestra a analizar.

Se obtuvieron imágenes a magnitudes de 40x, 100x, 250x, 500x, y 1000x en distintas zonas del instrumento en el modo de electrones secundarios y electrones retrodispersados. Debido al carácter conductor de las limas rotatorias XP-endo Finisher® no fue necesario aplicar recubrimiento alguno para la observación de la superficie.

Complementario al estudio topográfico de las limas, se determinaron mediante análisis químico-puntual la composición de las limas rotatorias XP-endo Finisher®, empleando la técnica de dispersión de electrones (EDS).

7.7 Fase de preparación y análisis del Grupo II (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en incisivos laterales inferiores de un conducto)

En este grupo previo al análisis topográfico y químico-puntual en el MEB una lima XP-endo Finisher® del lote EC14 y una lima XP-endo Finisher® del lote CI02 se utilizaron cada una de ellas, de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del fabricante, para la limpieza final del conducto radicular en un incisivo lateral inferior de un conducto. A continuación se describen los casos clínicos en los que fueron empleadas las limas XP-endo Finisher®:

7.7.1 Caso clínico 1 correspondiente al Grupo II

Paciente masculino de 53 años de edad acudió a consulta para tratamiento de conductos en pieza 32 por motivos protésicos (Figura 11). Una vez realizada la historia clínica, bajo aislamiento absoluto se inició acceso cameral con fresa bola de carburo #3, posteriormente las paredes del acceso coronario fueron alisadas con fresa EndoZ (Dentsply Maillefer). Se verificó la permeabilidad del conducto y se tomó conductometría con lima K #10 la cual se determinó que presentaba una longitud de 17mm. Enseguida se emplearon fresas Gates Glidden Dentsply Maillefer #4, #3 y #2 en secuencia descendente hasta tercio medio, una vez finalizado el acceso radicular se realizó una preparación apical de forma manual utilizando limas FlexoFile® #15, #20, y #25 a longitud total y se comenzó con la instrumentación rotatoria empleando limas NiTi ProTaper NEXT® X2, X3 y X4 a longitud total, el irrigante utilizado durante el tratamiento fue NaOCl 5.25%.



Figura 11. Imagen clínica de diagnóstico pieza 32.

Finalizada la instrumentación se realizó la limpieza final del conducto con la lima XP-endo Finisher® (lote CIO2) siguiendo las recomendaciones del fabricante por lo cual la longitud de trabajo se fijó mediante el tubo de plástico que cubre al instrumento ajustando para ello el dique de goma, se aplicó Endo Ice® Hygenic® sobre el tubo, enseguida la lima se retiró del blíster sujetándolo por el mango y se llevó directamente al contra-ángulo de trabajo. Se colocó la punta del instrumento sin rotación en la entrada del conducto inundado con NaOCl 2.5%, se introdujo en el conducto y se accionó solo hasta que la punta había entrado en su totalidad al conducto. La lima XP-endo Finisher® se utilizó a una velocidad de 800rpm con 1ncm de torque durante un minuto aplicando movimientos verticales de aproximadamente 7-8mm combinado con ligeros movimientos de presión laterales, finalmente el instrumento aun en rotación se retiró del conducto (Figura 12).

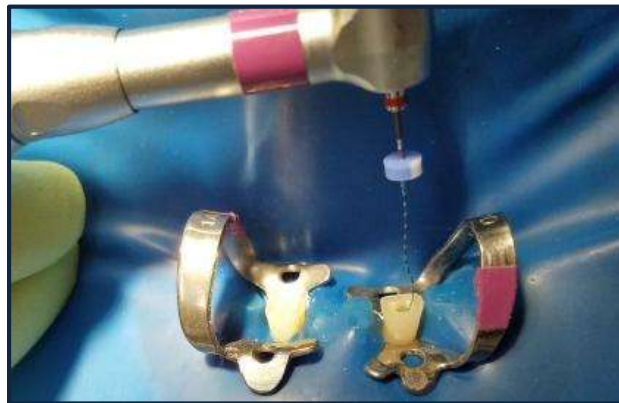


Figura 12. Limpieza final con lima XP-endo Finisher ®.

7.7.2 Caso clínico 2 correspondiente el Grupo II

El mismo paciente masculino del caso clínico uno acudió a consulta para tratamiento de conductos en pieza 42 por motivos protésicos (Figura 13). Después de completar la historia clínica y aislar la pieza se realizó el acceso coronario con fresa de bola de carburo #3, posteriormente las paredes del acceso coronario fueron alisadas con fresa EndoZ (Dentsply Maillefer). Se verificó la permeabilidad del conducto y se tomó conductometría con una lima K #10, la longitud de trabajo fue de 16.5 mm. Para el acceso radicular se utilizaron fresas Gates Glidden (Dentsply Maillefer) #4, #3 y #2 en secuencia descendente hasta tercio medio, una vez finalizado el acceso radicular

se realizó la preparación apical de forma manual utilizando limas FlexoFile® #15, #20, y #25. El conducto se instrumentó empleando las limas rotatorias de NiTi ProTaper NEXT® (Dentsply Maillefer) X2, X3 y X4 a longitud total, el irrigante utilizado durante el tratamiento fue NaOCl 5.25%.



Figura 13. Imagen clínica de diagnóstico pieza 42

Terminada la instrumentación se realizó la limpieza final del conducto usando XP-endo Finisher® (lote EC14) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Una vez utilizadas en los casos clínicos 1 y 2 las limas XP-endo Finisher® fueron colocadas en un recipiente con alcohol al 70% por 10 minutos como método de sanitización (Figura 14). Para enseguida ser almacenadas dentro del tubo de plástico y guardadas en el blíster correspondiente de acuerdo al lote de fabricación para su transportación y análisis en el MEB.



Figura 14. Sanitización de las limas XP-endo Finisher® en alcohol al 70%.

7.8 Fase de preparación y análisis del Grupo III (instrumentos Xp-endo Finisher® utilizados en primeros molares inferiores de tres conductos)

En este grupo previo al análisis topográfico y químico-puntual en el MEB una lima Xp-endo Finisher® del lote EC14 y una lima XP-endo Finisher® del lote CI02 se utilizaron cada una de ellas, de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del fabricante, para la limpieza final de los conductos radiculares en un primer molar inferior de tres conductos. A continuación se describen los casos clínicos en los que fueron empleadas las limas XP-endo Finisher®:

7.8.1 Caso clínico 1 correspondiente al Grupo III

Paciente femenina de 42 años de edad acudió a consulta por dolor intenso en la pieza 46. Después de realizarse las pruebas de vitalidad pulpar e historia clínica se determinó un diagnóstico de pulpitis irreversible, por lo que se inició con el tratamiento de conductos. Posterior al aislamiento, se realizó acceso coronario con bola de carburo #4 y alisado de las paredes camerales con fresa EndoZ (Dentsply Maillefer), se verificó la permeabilidad del conducto y se tomó conductometría con lima K #10 determinando las siguientes longitudes: conducto mesiovestibular 20mm, conducto mesiolingual 19.5mm y conducto distal 21mm. En el acceso radicular se emplearon fresas Gates Glidden (Dentsply Maillefer) en secuencia descendente #4, #3 y #2 hasta tercio medio, terminado el acceso radicular se realizó una preparación apical manual utilizando limas FlexoFile® #15, #20, #25 seguida de la instrumentación rotatoria con limas rotatorias de NiTi ProTaper NEXT® X2, X3 y X4 a longitud total. Todo esto empleando como irrigante NaOCl 5.25%.

Terminada la instrumentación rotatoria se realizó la limpieza final del conducto usando XP-endo Finisher® (lote EC14) de la misma manera que en los casos clínicos 1 y 2 correspondientes al grupo II (Figura 16), a diferencia que al tratarse de una pieza multiradicular, terminando el uso de XP-endo Finisher® en el conducto distal fue colocado de nuevo en el tubo plástico de empaque para fijar la longitud de trabajo del siguiente conducto, se aplicó Endo-Ice® y se inició con el trabajo en el conducto

mesiovestibular. Se siguió el mismo procedimiento para la limpieza final en el conducto mesiolingual.



Figura 15. Inicio acceso endodóntico pieza 46.



Figura 16. Limpieza final con lima XP-endo Finisher®.

7.8.2 Caso clínico 2 correspondiente al Grupo III

Paciente masculino de 41 años de edad acudió por dolor espontáneo intenso en pieza 36, posterior a las pruebas térmicas de vitalidad pulpar e historia clínica se determinó un estado pulpar inflamatorio irreversible por lo que se procedió al tratamiento de conductos. Después del aislamiento absoluto, se realizó acceso coronario con bola de carburo #4 seguido del uso de fresa EndoZ (Dentsply Maillefer) para alisar las paredes camerales, se verificó la permeabilidad del conducto y se realizó la conductometría con lima K #10 determinando las siguientes longitudes: conducto mesiolingual 18mm, conducto mesiovestibular 19.5m y conducto distal de 22mm. Se inició el acceso radicular mediante fresas Gates Glidden (Dentsply Maillefer) en secuencia descendente #4, #3 y #2 hasta tercio medio seguido de una ampliación apical manual utilizando limas manuales FlexoFile® #15, #20, #25 y finalmente se instrumentó con limas rotatorias de NiTi ProTaper NEXT® X2, X3 y X4 a longitud total empleando como irrigante NaOCl 5.25%.

Terminada la instrumentación se empleó el instrumento XP-endo Finisher® (lote CI02) bajo las indicaciones mencionadas por el fabricante, descritas en caso clínico 1 correspondiente al grupo III (Figura 17). De igual manera, al terminar su uso se colocó en un recipiente con alcohol al 70% por 10 minutos con fines de sanitización.

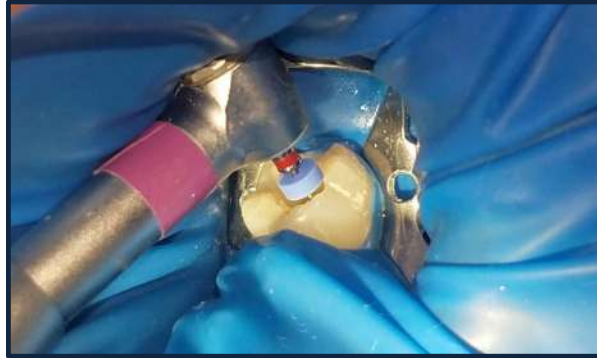


Figura 17. Limpieza final con lima XP-endo Finisher®.



Figura 18. Radiografía de diagnóstico de la pieza 36.



Figura 19. Pieza 36 posterior a tratamiento de conductos con uso clínico de XP-endo Finisher.

Los instrumentos utilizados en los casos clínicos 1 y 2 de los grupos II y III se guardaron dentro del tubo plástico a fin de evitar su deformación (Figura 20) y realizar una transportación segura para su análisis en el MEB (Figuras 21 y 22).

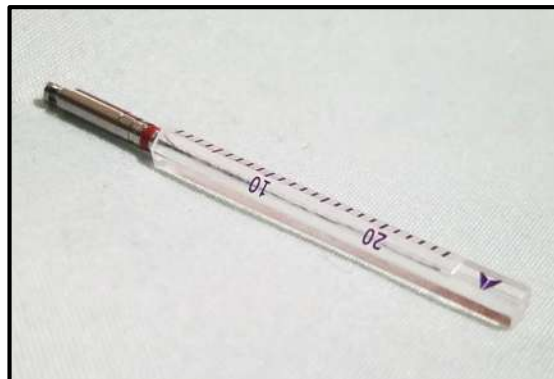


Figura 20. Imagen de lima XP-endo Finisher® dentro de tubo plástico lista para transportación.



Figura 21. Sesión de examinación de muestras clínicas por medio de MEB.

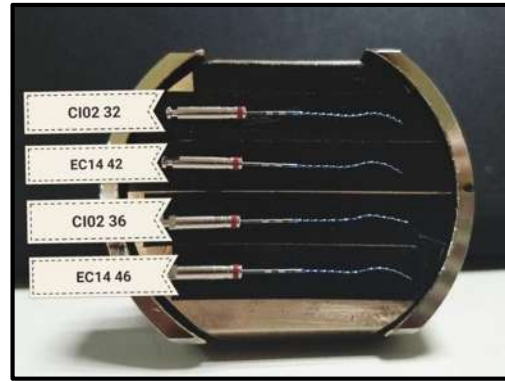


Figura 22. Limas XP-endo Finisher® con uso clínico montadas en portamuestra.

7.9 Evaluación de las imágenes obtenidas mediante MEB de los Grupos I, II y III.

Por medio de microscopía electrónica de barrido JEOLJSM-7600F fueron obtenidas imágenes a 40x, 100x y 250x de distintas zonas del instrumento XP-endo Finisher®. Para evaluar las imágenes se realizó una encuesta (Anexos I y II) que contenía 6 imágenes a 250x, dos imágenes por grupo de estudio, donde se pidió evaluar la cantidad de desgaste, rugosidad o grietas apreciadas de acuerdo a una escala de cruces: – (nada), + (casi nada), ++ (poco), +++ (bastante), ++++(mucho) (Figuras 23 y 24). La encuesta fue aplicada a 20 especialistas en endodoncia.

ESCALA DE CRUCES		
-	0%	(nada)
+	25%	(casi nada)
++	50%	(poco)
+++	75%	(bastante)
++++	100%	(mucho)

Figura 23. Imagen de escala de cruces para evaluación de imágenes en encuesta.

Ejemplo:

	-	+	++	+++	++++
Desgaste					

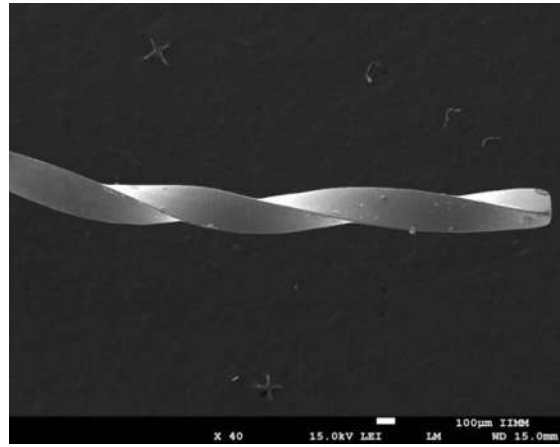
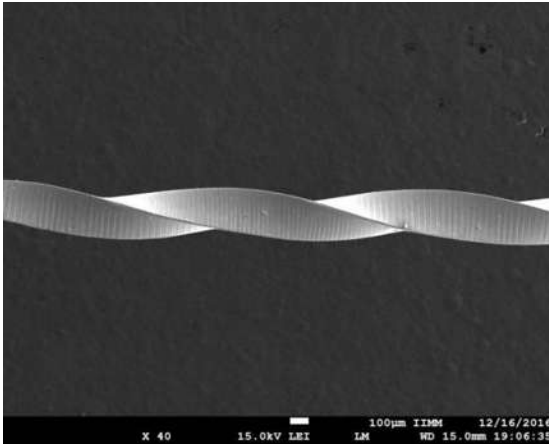
Figura 24. Ejemplo de respuesta a encuesta.

7.9.1 Análisis bioestadístico.

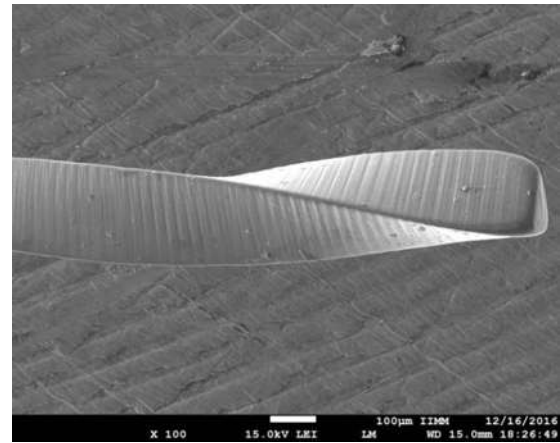
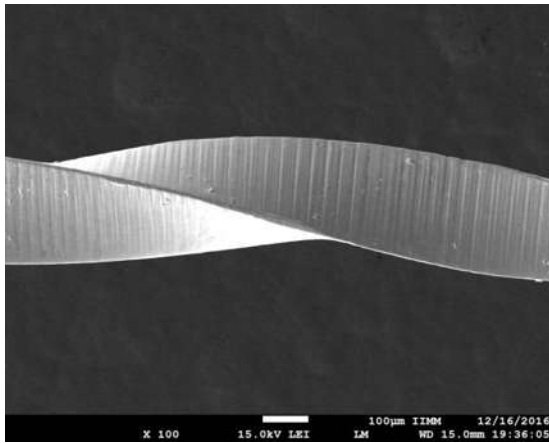
Se utilizó estadística descriptiva (media aritmética y desviación estándar) para procesar los datos provenientes del ensayo químico-puntual y poder determinar el porcentaje en peso de elementos que conforman la aleación del instrumento XP-endo Finisher®. Además se realizó una prueba paramétrica de T Student a IC de 95% y $\alpha/2 = 0.05$. Para el procesamiento de estos datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20.0.

8. Resultados

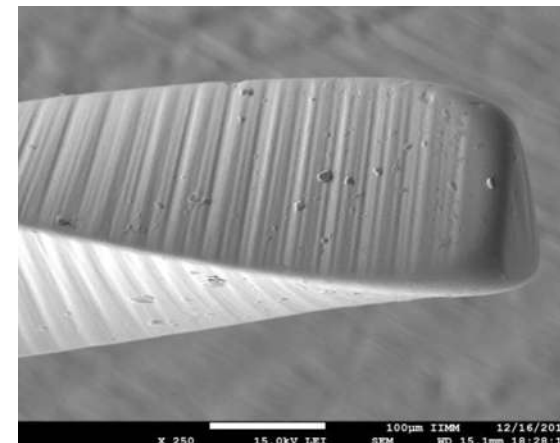
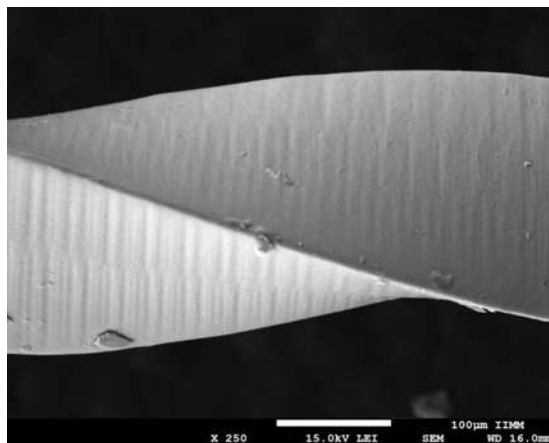
8.1 Resultados del análisis topográfico del Grupo I (XP-endo Finisher® en condiciones de recibido).



Figuras 25 y 26. Lima XP-endo Finisher® en condiciones de recibido a magnitud de 40x.

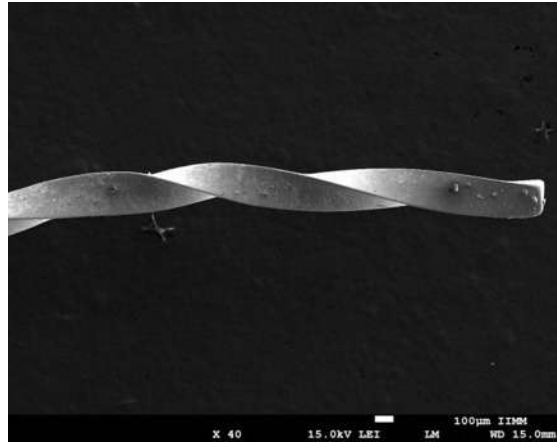
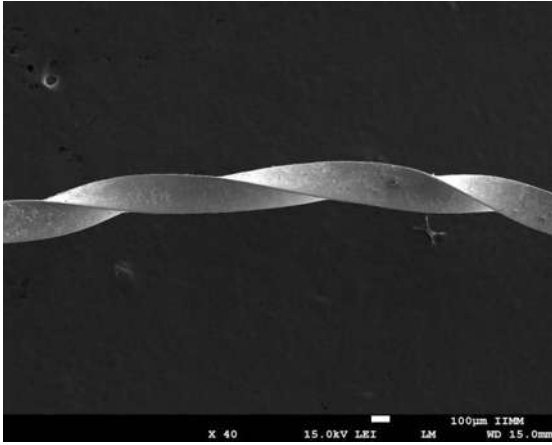


Figuras 27 y 28. Lima XP-endo Finisher®.en condiciones de recibido a magnitud de 100x.

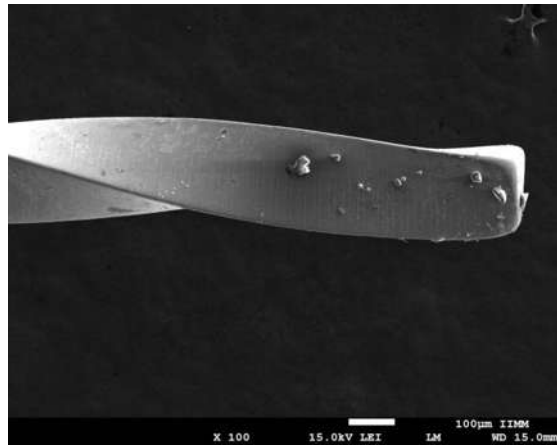
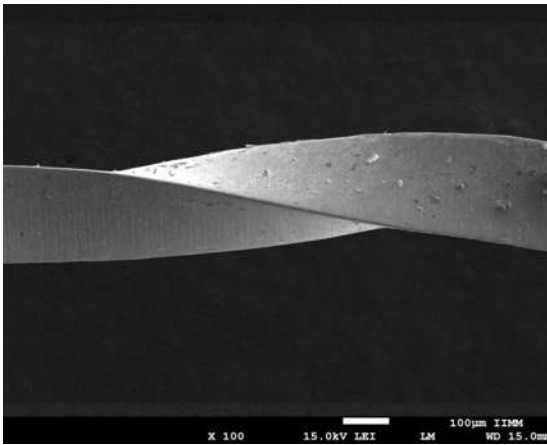


Figuras 29 y 30. Lima XP-endo Finisher®.en condiciones de recibido a magnitud de 250x.

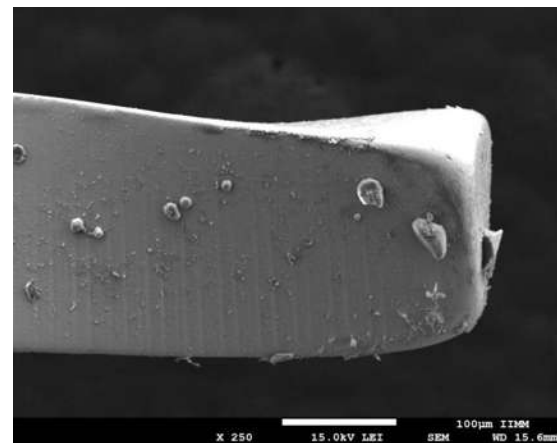
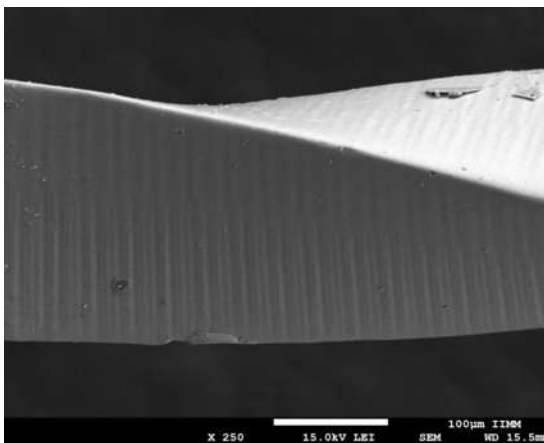
8.2 Resultados del análisis topográfico del Grupo II (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en incisivos laterales inferiores de un conducto).



Figuras 31 y 32. Lima XP-endo Finisher® con uso clínico en un conducto a magnitud de 40x.

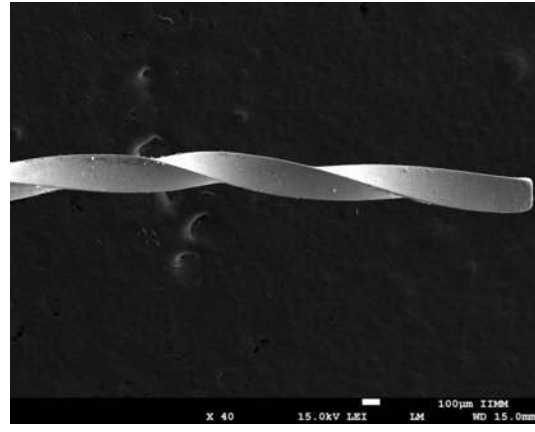
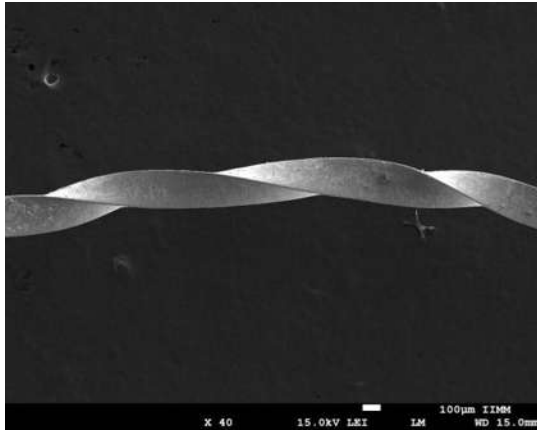


Figuras 33 y 34. Lima XP-endo Finisher® con uso clínico en un conducto a magnitud de 100x

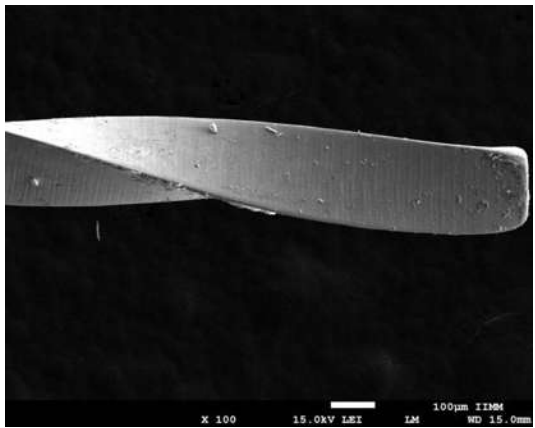
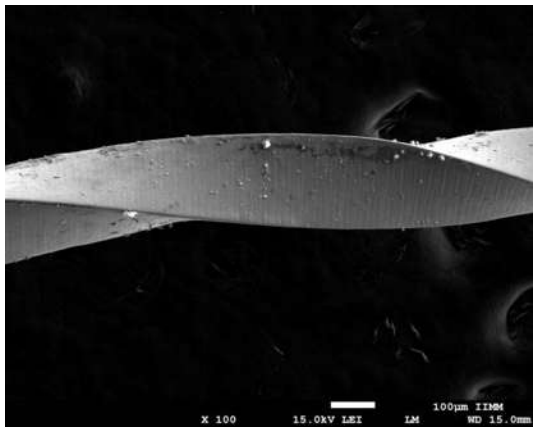


Figuras 35 y 36. Lima XP-endo Finisher® con uso clínico en un conducto a magnitud de 250x

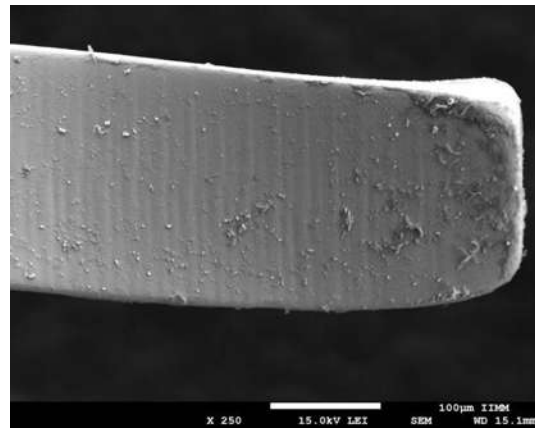
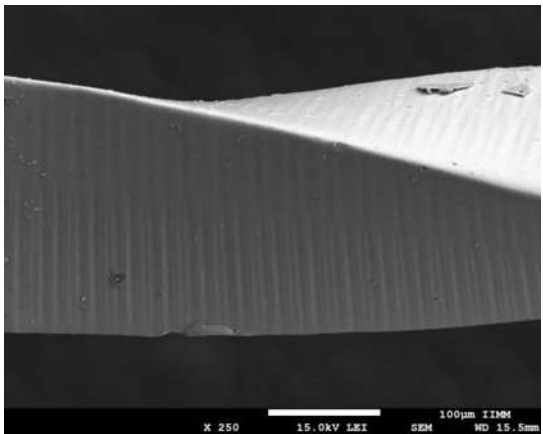
8.3 Resultado del análisis topográfico del Grupo III (instrumentos XP-endo Finisher® utilizados en primeros molares inferiores de tres conductos).



Figuras 37 y 38. Lima XP-endo Finisher® con uso clínico en tres conductos a magnitud de 40x



Figuras 39 y 40. Lima XP-endo Finisher® con uso clínico en tres conductos a magnitud de 100x



Figuras 41 y 42. Lima XP-endo Finisher® con uso clínico en tres conductos a magnitud de 250x

8.4 Resultados del análisis bioestadístico.

Tabla I. Representa los elementos en peso de Titanio y Niquel presentes en el instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido.

ELEMENTO	DATO MAX	DATO MIN	RANGO	MEDIA	DESVEST
TITANIO	50.87	1.12	49.75	23.47	17
NIQUEL	51.92	1.2	50.72	22.63	18

Tabla II. Representa los elementos en peso de Titanio, Niquel Y Cloro presentes en el instrumento XP-endo Finisher® posterior a su uso clínico.

ELEMENTO	DATO MAX	DATO MIN	RANGO	MEDIA	DESVEST
TITANIO	11.58	11.41	0.17	11.49	1.34
NIQUEL	9.4	0.56	8.84	6.27	5.2
COLORO	33.25	0.56	32.69	12.75	8.53

Tabla III. Representa el procesamiento de los datos obtenidos de la encuesta aplicada sobre la apreciación de desgaste, rugosidad y grietas a nivel de la punta de trabajo de XP-endo Finisher®.

Variable	chi 2 calculada	Chi 2 crítica	Valor de P	Significancia
Desgaste	4.2	15.51	P > 0.05	No sig.
Rugosidad	5.7	15.51	P > 0.05	No sig.
Grietas	1.38	15.51	P > 0.05	No sig.

Tabla IV. Representa el procesamiento de los datos obtenidos de la encuesta aplicada sobre la apreciación de desgaste, rugosidad y grietas a nivel de tercio medio de XP-endo Finisher®.

Variable	chi 2 calculada	Chi 2 crítica	Valor de P	Significancia
Desgaste	7.96	15.51	P > 0.05	No sig.
Rugosidad	8.05	15.51	P > 0.05	No sig.
Grietas	5.42	15.51	P > 0.05	No sig.

Al realizar la prueba de correlación de χ^2 mediante tablas de contingencia entre datos esperados y datos observados se determina que no se presentó una diferencia estadísticamente significativa a una significancia de $p > 0.05$.

9. Discusión

El objetivo del presente estudio fue comparar las características topográficas del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido y posterior a su empleo siguiendo las indicaciones que marca el fabricante. Los resultados muestran que no se presentó una diferencia estadística significativa al evaluar el desgaste, la rugosidad y grietas en la zona media y a nivel de la punta de trabajo del instrumento XP-endo Finisher® en condiciones de recibido y posterior a su empleo. Estos resultados permiten considerar a XP-endo Finisher® como un instrumento seguro durante su empleo en el tratamiento de conductos ya que posterior a su uso clínico se puede observar que mantiene su estructura sin un desgaste significativo, comparada por ejemplo con dispositivos para limpieza final como CanalBrush el cual durante la limpieza mecánica va perdiendo parte de las proyecciones de polipropileno que conforman su estructura (94).

De acuerdo a estudios publicados sobre XP-endo Finisher® su eficacia en cuanto a limpieza es comparable con los resultados obtenidos empleando irrigación ultrasónica. Sin embargo, en la zona de apical que es de mayor interés por la complejidad y dificultad de acceso (95), XP-endo Finisher® ha demostrado mejores resultados lo cual podría deberse a que este instrumento se emplea a longitud de trabajo y su punta logra un efecto de limpieza por arrastre a lo largo de todo el conducto (14).

Con la técnica de irrigación ultrasónica (PUI) el instrumento vibrante debe trabajar de manera libre y holgada dentro del conducto, si se llega a activar el ciclo de vibración cuando el instrumento se encuentra en contacto con la pared dentinaria se produce un efecto de corte lo cual puede provocar complicaciones indeseables como lo son desviaciones del conducto, perforaciones o escalones apicales (95). En cambio, XP-endo Finisher®, gracias a su forma de trabajo rotacional y su poca masa metálica, realiza su trabajo de limpieza sin alterar la estructura dentinaria siendo una opción segura de limpieza final durante el tratamiento de conductos curvos o rectos (11).

PIPS es otra alternativa que presenta muy buenos resultados, su mecanismo de acción es por medio de láser y no emplea fricción para realizar su trabajo lo cual evita riesgos de fractura o desgaste. Sus resultados son similares a los reportados con XP-endo Finisher® (19) aunque este último tiene como ventaja su bajo costo en comparación con PIPS.

En este trabajo de investigación también se propuso analizar las características químico puntual del instrumento XP- endo Finisher®. Los EDS obtenidos en distintas zonas del instrumento permiten observar una discrepancia entre los elementos en peso de Níquel y Titanio por cada punto analizado. Esta diferencia en la presencia de estos elementos podría ser uno de los factores que favorecen las propiedades tan particulares que presenta el instrumento Xp- Endo Finisher®.

10. Conclusiones

Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que XP-endo Finisher® no presentó cambios estadísticamente significativos en cuanto a desgaste, rugosidad y grietas entre un instrumento nuevo e instrumentos sometidos a uso clínico. Ya que no se aprecia una deformación plástica evidente que ponga en riesgo el uso de este instrumento se puede considerar a XP-endo Finisher® una opción segura para utilizar en la limpieza final durante el tratamiento de conductos.

11. Referencias

1. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian Dental Journal*. 2007; 52: p. S52-S63.
2. José SI, Goldberg F. *Endodoncia Técnica y fundamentos* Buenos Aires Argentina : Médica Panamericana; 2002.
3. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic topics*. 2005; 10(1): p. 3-29.
4. Degerness RA, Bowles WR. Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. *Journal of endodontics*. 2010; 36(6): p. 985-989.
5. Hilú R, Balandrano F. El éxito en endodoncia. *Endodoncia*. 2009; 27(3): p. 131-138.
6. Sundqvist G, Figdor D. Life as an endodontic pathogen. *Endodontic Topics*. 2003; 6(1): p. 3-28.
7. del Carpio-Perochena AE, Bramante CM, Duarte MA, et. al. Biofilm dissolution and cleaning ability of different irrigant solutions on intraorally infected dentin. *Journal of endodontics*. 2011; 37(8): p. 1134-1138.
8. Stojicic S, Shen Y, Haapasalo M. Effect of the source of biofilm bacteria, level of biofilm maturation, and type of disinfecting agent on the susceptibility of biofilm bacteria to antibacterial agents. *Journal of endodontics*. 2013; 39(4): p. 473-477.
9. Sirvent EF, García BE. Biofilm. Un nuevo concepto de infección en Endodoncia. *Endodoncia*. 2010; 28(4): p. 241-256.
10. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian Dental Journal*. 2007; 52(s1): p. S52-S63.
11. FKG Dentaire SA. [Online]. [cited 2018 Abril 20. Disponible en: http://www.fkg.ch/sites/default/files/201610_fkg_xp_endo_finisher_brochure_v2_en_web.pdf
12. Živković S, Nešković J, Jovanović-Medojević M et. al. XP-Endo FINISHER: A new solution for smear layer removal. *Serbian Dental Journal*. 2015; 62(3): p. 122-129.
13. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology*. 2017; 105(2): p. 178-183.
14. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, et. al. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *International endodontic journal*. 2017; 50(4): p. 398-406.

15. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *International endodontic journal*. 2017; 50(7): p. 700-705.
16. Uygun AD, Gündoğdu EC, Arslan H, Ersoy İ. Efficacy of Xp-endo finisher and Trushape 3d conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. *Australian Endodontic Journal*. 2017; 43(2): p. 89-93.
17. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz Ö. Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. *Journal of endodontics*. 2017; 43(1): p. 126-130.
18. Kfir A, Blau-Venezia N, Goldberger T, Abramovitz I, Wigler R. Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. *Australian Endodontic Journal*. 2017.
19. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GTJ. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *Journal of endodontics*. 2016; 42(6): p. 928-934.
20. Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF et al. Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. *Journal of endodontics*. 2016; 42(11): p. 1667-1672.
21. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *Journal of endodontics*. 2017; 43(2): p. 321-325.
22. Endodoncia. AAd. Glossary of endodontic terms. 9th ed. Chicago: American association of endodontists; 2015.
23. Cohen S, Hargreaves K. *Vías de la pulpa*. 10th ed. Barcelona: Elsevier.
24. Goldberg F, Soares I. *Endodoncia técnica y fundamentos* Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002.
25. Boutsoukis C, van der Sluis LW. Syringe irrigation: blending endodontics and fluid dynamics. In *Endodontic Irrigation*. 2015;: p. 45-64.
26. Zhender M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics*. 2006; 32(5): p. 389-398.
27. Coolidge ED. The diagnosis and treatment of conditions resulting from diseased dental pulps. *The Journal of the National Dental Association*. 1919; 6(4): p. 337-349.

28. Mohammadi Z. Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal*. 2008; 58(6): p. 329-341.
29. Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1971; 31(1): p. 96-103.
30. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International endodontic journal*. 1997; 30(5): p. 335-342.
31. Witton R, Henthorn K, Ethunandan M, Harmer S, Brennan PA. Neurological complications following extrusion of sodium hypochlorite solution during root canal treatment. *International Endodontic Journal*. 2005; 38(11): p. 843-848.
32. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian dental journal*. 2002; 13(2): p. 113-117.
33. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *Journal of Endodontics*. 1995; 21(10): p. 513-515.
34. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*. 1981; 7(8): p. 376-377.
35. Stojcic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of endodontics*. 2010; 36(9): p. 1558-1562.
36. Balandrano- Pinal F. Soluciones para irrigación en endodoncia: hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina. *Revista Científica Odontológica*. 2010; 3(1).
37. Delany GM, Patterson SS, Miller CH, Newton CW. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1982; 53(5): p. 518-523.
38. Maya JJ, Ruiz SJ, Pacheco R, Valderrama SL, Villegas MV. Papel de la clorhexidina en la prevención de las infecciones asociadas a la atención en salud. *Infectio*. 2011; 15(2): p. 98-107.
39. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. *Journal of periodontology*. 1986; 57(6): p. 370-377.
40. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *Journal of endodontics*. 1997; 23(4): p. 229-231.

41. Rosenthal S, Spångberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2004; 98(4): p. 488-492.
42. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JAP. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *International endodontic journal*. ; 37(1): p. 38-41.
43. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of endodontics*. 2007; 33(8): p. 966-969.
44. Basrani BR, Manek S, Fillery E. Using diazotization to characterize the effect of heat or sodium hypochlorite on 2.0% chlorhexidine. *Journal of endodontics*. 2009; 35(9): p. 1296-1299.
45. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International endodontic journal*. 2009; 42(4): p. 288-302.
46. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic journal*. 2003; 36(12): p. 810-830.
47. Mohammadi Z, Shalavi S, Jafarzadeh H. Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. *European journal of dentistry*. 2013; 7(1): p. S135.
48. Peters OA, Boessler C, Zehnder M. Effect of liquid and paste-type lubricants on torque values during simulated rotary root canal instrumentation. *International endodontic journal*. 2005; 38(4): p. 223-229.
49. Shantiaee Y, Dianat O, Sharifi F, Nahvi G, Ahari GK. The Impact of Three Different Canal Lubricants on Fracture, Deformity and Metal Slivering of ProTaper Rotary Instruments. *Iranian endodontic journal*. 2014; 9(2): p. 127.
50. Cheng G, Chang YC. Effects of liquid-and paste-type EDTA on smear-layer removal during rotary root-canal instrumentation. *Journal of Dental Sciences*. 2011; 6(1): p. 41-47.
51. De-Deus G, Paciornik S, Mauricio MHP. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *International Endodontic Journal*. 2006; 39(5): p. 401-407.
52. MJ R. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med*. 1957; 12: p. 12-18.
53. Walmsley AD. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *International Endodontic Journal*. 1987; 20(3): p. 105-111.
54. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of endodontics*. 2007; 33(2): p. 81-95.

55. García Delgado A, Martín-González J, Castellanos-Cosano L, Martín Jiménez M, SeguraEgea JJ. Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. *Avances en odontoestomatología*. 2014; 30(2): p. 79-94.
56. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*. 2003; 29(10): p. 674-678.
57. Chen S, Liu J, Dong G. Comparison between ultrasonic irrigation and syringe irrigation in clinical and laboratory studies. *Journal of oral science*. 2016; 58(3): p. 373-378.
58. Weichman JA., Johnson FM. Laser use in endodontics: a preliminary investigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1971; 31(3): p. 416-420.
59. Jurič IB, Anić I. The Use of Lasers in Disinfection and Cleanliness of Root Canals: A Review. *Acta stomatologica Croatica*. 2014; 48(1): p. 6.
60. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *International Endodontic Journal*. 2000; 33(3): p. 173-185.
61. George R, Walsh LJ. Laser fiber-optic modifications and their role in endodontics. *Journal of Laser Dentistry*. 2012; 20(1): p. 24-30.
62. Plotino G, Cortese T, Grande NM et. al. New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian dental journal*. 2016; 27(1): p. 3-8.
63. David Jaramillo. Irrigation of the root canal system by laser activation: PIPS Photon-Induced Photoacoustic Streaming. In Basrani B. *Endodontic Irrigation.*: Springer; 2015. p. 237-253.
64. Pathak SD, Gite S, Bansode P, Khedgikar S, Wavdhane M, Ahire C. Photon Induced Photo-Acoustic Streaming-Conquering the Enemy within-A Review. *Journal of Dental and Medical Sciences*. 2016; 15(1): p. 28-32.
65. Al Shahrani M, DiVito E, Hughes CV, Nathanson D, Huang GTJ. Enhanced removal of *Enterococcus faecalis* biofilms in the root canal using sodium hypochlorite plus photon-induced photoacoustic streaming: an in vitro study. *Photomedicine and laser surgery*. 2014; 32(5): p. 260-266.
66. Olivi G, DiVito E, Peters O, et al. Disinfection efficacy of photon-induced photoacoustic streaming on root canals infected with *Enterococcus faecalis*: an ex vivo study. *The Journal of the American Dental Association*. 2014; 145(8): p. 843-848.
67. Cheng X, Chen B, Qiu J, et al. Bactericidal effect of Er: YAG laser combined with sodium hypochlorite irrigation against *Enterococcus faecalis* deep inside dentinal tubules in experimentally infected root canals. *Journal of medical microbiology*. 2016; 65(2): p. 176-187.

68. Jaramillo, D. E., Aguilar E, Arias A, Ordinola-Zapata R, Aprecio RM, Ibarrola JL. Root canal disinfection comparing conventional irrigation vs photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) using a buffered 0.5% sodium hypochlorite solution. *Evidence-Based Endodontics*. 2016; 1(1): p. 6.
69. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi K K, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*. 2009; 35(6): p. 791-804.
70. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Journal of endodontics*. 2010; 36(2): p. 308-311.
71. Ruddle CJ. Endodontic disinfection: Tsunami irrigation. *Saudi Endodontic Journal*. 2015; 5(1): p. 1.
72. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of endodontics*. 2009; 35(4): p. 545-549.
73. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*. 1999; 25(11): p. 735-738.
74. CanalBrush™. Coltenewhaledent. [Online]. [cited 2018 04 2. Disponible en: <http://www.coltenewhaledent.bj.cn/upload/files/20140801095653959.pdf>
75. Al-Ali M, Sathorn C, Parashos P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *International endodontic journal*. ; 45(10): p. 898-906.
76. Protogerou E, Arvaniti I, Vlachos I, Khabbaz MG. Effectiveness of a canal brush on removing smear layer: A scanning electron microscopic study. *Brazilian dental journal*. ; 24(6): p. 580-584.
77. Markovic L, Booth F, Zimmer S. Use of the CanalBrush improves removal of calcium hydroxide paste from instrumented straight root canals. *Journal of Dental Sciences*. 2015; 10(3): p. 233-239.
78. Gorduysus M, Yilmaz Z, Gorduysus O, Atila B, Karapinar SO. Effectiveness of a new canal brushing technique in removing calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. ; 15(4): p. 367.
79. Antúnez M, Olguín C. Xpendo Shaper: Crece la Familia Xpendo. *Canal Abierto*. 2017;(35): p. 12-14.
80. Yamettl N. XP- endo Finisher: desbridamiento 3D. *Canal abierto*. 2015; 32: p. 49-50.

81. Debelian G, Trope M. Cleaning the third dimension. *Endodontic Practice*. 2015; 8(6): p. 22-24.
82. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single-or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *Journal of endodontics*. 2016; 42(7): p. 1114-1119.
83. Kfir A, Moza-Levi R, Herteanu M, Weissman A, Wigler R. Apical extrusion of debris during the preparation of oval root canals: a comparative study between a full-sequence SAF system and a rotary file system supplemented by XP-endo finisher file. *Clinical oral investigations*. 2018; 22(2): p. 707-713.
84. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, et. al. A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*. 2003; 29(3): p. 170-175.
85. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*. 2002; 94(6): p. 658-666.
86. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca (OH) 2. *Journal of Endodontics*. ; 31(5): p. 359-363.
87. Fabricius L, Dahlén G, Sundqvist G, Happonen RP, Möller ÅJ. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *European journal of oral sciences*. 2006; 114(4): p. 278-285.
88. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*. 2001; 34(3): p. 221-230.
89. Hess W, Zürcher E, Dolamore WH. The anatomy of the root-canals of the teeth of the permanent dentition. J. Bale, sons & Danielsson, ltd. 1925.
90. Skidmore AE, Bjorndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 1971; 35(5): p. 778-784.
91. FJ V. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1984; 58(5): p. 589-599.
92. FJ V. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic topics*. 2005; 10(1): p. 3-29.
93. M. Z. Root Canal Irrigants. *Journal of endodontics*. 2006; 32(5): p. 389-398.

94. Protogerou E, Arvaniti I, Vlachos I, Khabbaz MG. Effectiveness of a canal brush on removing smear layer: A scanning electron microscopic study. Brazilian dental journal. 2013; 24(6): p. 580-584.
95. Hilú R, Balandrano F. El éxito en endodoncia. Endodoncia. 2009; 27(3): p. 131-138.

12. Anexos

Anexo I. Encuesta aplicada para evaluar las imágenes obtenidas mediante MEB del tercio medio de XP-endo Finisher® en los Grupos I, II y III.

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA - UMSNH

Los datos recabados en el presente cuestionario serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Análisis Topográfico y Químico Puntual de XP-endo Finisher" de la C.D. Esperanza García Nava de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Por favor determine el porcentaje de desgaste, rugosidad y grietas que aprecie en las siguientes imágenes del instrumento XP-endo Finisher rellenando el espacio asignado para ello tomando como referencia para su evaluación la escala de cruces.

Ejemplo:

	-	+	++	+++	++++
Desgaste					

ESCALA DE CRUCES

- 0% (nada)

+ 25% (casi nada)

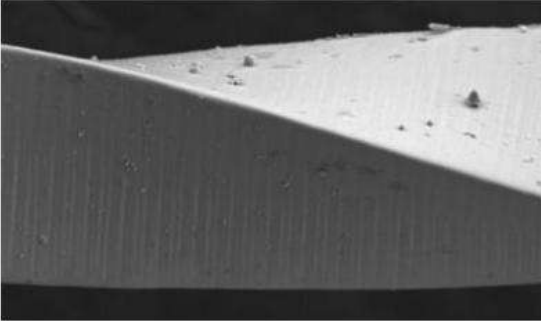
++ 50% (poco)

+++ 75% (bastante)

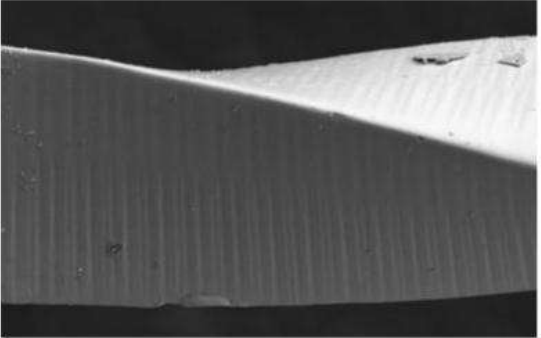
++++ 100% (mucho)

Definiciones:

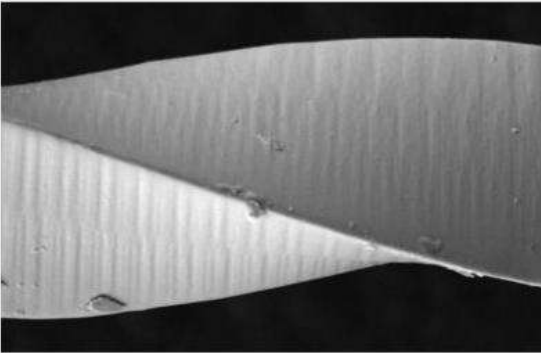
- **Desgaste:** adelgazamiento gradual de una materia por su uso.
- **Rugosidad:** superficie abundante en asperezas.
- **Grieta:** Hendidura alargada que amenaza la solidez o unidad de un cuerpo.



	-	+	++	+++	++++
Desgaste					
Grietas					
Rugosidad					



	-	+	++	+++	++++
Desgaste					
Grietas					
Rugosidad					



	-	+	++	+++	++++
Desgaste					
Grietas					
Rugosidad					

Anexo II. Encuesta aplicada para evaluar las imágenes obtenidas mediante MEB de la punta de XP-endo Finisher® en los Grupos I, II y III.

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA - UMSNH

Los datos recabados en el presente cuestionario serán utilizados para fines del desarrollo del trabajo de tesis "Análisis Topográfico y Químico Puntual de XP-endo Finisher" de la C.D. Esperanza García Nava de la Especialidad en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Por favor determine el porcentaje de desgaste, rugosidad y grietas que aprecie en las siguientes imágenes del instrumento XP-endo Finisher relleno el espacio asignado para ello tomando como referencia para su evaluación la escala de cruces.

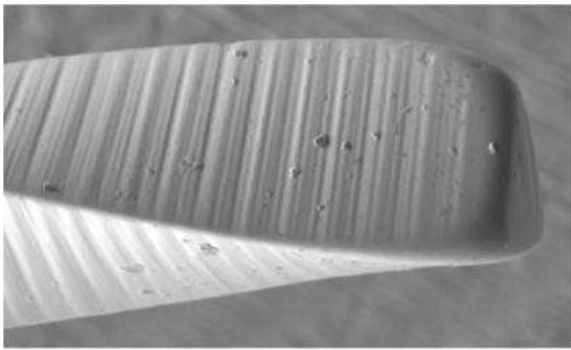
Ejemplo:

	-	+	++	+++	++++
Desgaste					

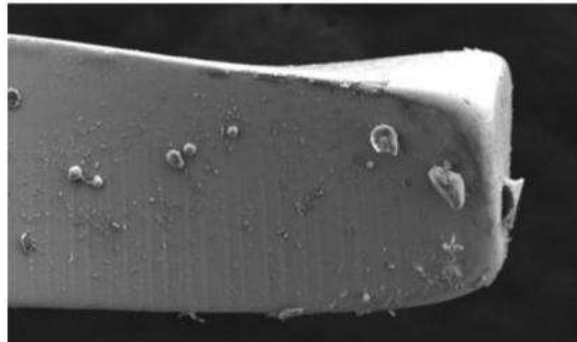
ESCALA DE CRUCES	
-	0% (nada)
+	25% (casi nada)
++	50% (poco)
+++	75% (bastante)
++++	100% (mucho)

Definiciones:

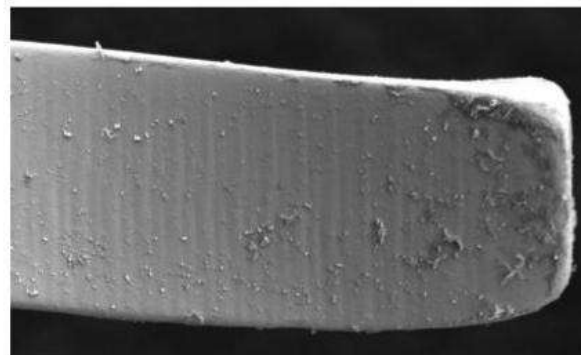
- **Desgaste:** adelgazamiento gradual de una materia por su uso.
- **Rugosidad:** superficie abundante en asperezas.
- **Grieta:** Hendidura alargada que amenaza la solidez o unidad de un cuerpo.



	-	+	++	+++	++++
Desgaste					
Grietas					
Rugosidad					



	-	+	++	+++	++++
Desgaste					
Grietas					
Rugosidad					



	-	+	++	+++	++++
Desgaste					
Grietas					
Rugosidad					

Anexo III. De derecha a izquierda: C.D.E.E. Benigno Miguel Calderón Rojas, C.D. Esperanza García Nava y M.C. Héctor Ruiz Reyes.

