



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad de Endodoncia

Tema:

Evaluación en la remoción de cemento biocerámico después del retratamiento de conductos radiculares, usando dos sistemas complementarios de limpieza y activación de irrigantes.

Tesis para la obtención del Título de Especialista en Endodoncia

Presentada por:

Adriana Licet Verdugo Balcázar

Tutor:

Dra. Karol Carrillo

Quito, Septiembre 2025

Resumen

La introducción de cementos biocerámicos ha permitido obtener propiedades como biocompatibilidad, bioactividad y capacidad de sellado, esto debido a la interacción del sellador con la dentina radicular formando como subproducto la hidroxiapatita. Por lo tanto, la capacidad de penetración del cemento en los túbulos dentinarios, es una característica que debe tomarse en cuenta para el retratamiento, así como también contar con estrategias de retratamiento eficaces que permitan abordar estos desafíos clínicos de manera adecuada. Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de dos técnicas diferentes de limpieza y activación de irrigantes (XP-Endo Finisher y AF Max 1), para la remoción del cemento biocerámico NEOSEALER FLO (ZARC) durante el retratamiento de conductos radiculares, analizado mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Materiales y métodos: se realizó un estudio *In vitro*, se seleccionaron 25 raíces de premolares uniradiculares, utilizando protocolo de desinfección, la instrumentación se realizó con limas RECIPROC BLUE 25 y se obturaron mediante técnica hidráulica con cono único y cemento biocerámico NeoSealer Flo (ZARC). Después de 3 semanas, se realizó el retratamiento con limas del sistema AF Retreatment Rotary (FANTA Shanghái, China), para posteriormente dividir las muestras aleatoriamente en dos grupos de 12 raíces y un grupo de 1 raíz. Grupo 1: (grupo control negativo) no se utilizó sistema complementario, grupo 2: se utilizó XP-Endo Finisher y grupo 3: se utilizó AF Max 1. Las muestras fueron observadas por tercios, mediante MEB. Se utilizó el sistema estadístico Rstudio con la prueba Kruskal–Wallis y Mann–Whitney. Resultados: la prueba Kruskal–Wallis C vs XP vs AF, por tercio, cervical: $H = 5.882$, $p = 0.053$, $\varepsilon^2 = 0.176$, medio: $H = 3.710$, $p = 0.156$, $\varepsilon^2 = 0.078$, apical: $H = 0.474$, $p = 0.789$, $\varepsilon^2 \approx 0$. Cuando se realizó comparaciones con Mann–Whitney (XP vs AF, por tercio) se obtuvo: cervical: $p = 0.080$, medio: $p = 0.218$ (XP tiende a mejor), apical: $p = 0.799$. Por tercio, no se

detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas; en cervical aparece una tendencia a favor de XP. Conclusión: las técnicas complementarias de limpieza aumentaron la remoción de cemento biocerámico, sin embargo, ninguna de las técnicas eliminó por completo el material residual de relleno del conducto radicular.

Palabras clave: Cemento biocerámico, Neosealer flo, Xp-endo finisher, AF Max 1, Retratamiento.

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respecto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Nombre: Adriana Licet Verdugo Balcázar

Firma:

Cédula: 1725687907

Dedicatoria

A mis padres, por su dedicación incansable y por enseñarme los valores que me guían todos los días. A mi esposo y mis hijos, gracias por su apoyo incondicional, por caminar a mi lado en cada desafío y celebrar conmigo cada logro. Su paciencia, su fe en mí y su amor constante son el motor que me impulsa a seguir creciendo.

A mis hermanos, gracias por estar presentes en los momentos que más lo necesitaba. Su apoyo ha sido un refugio, su compañía una bendición, y su amor fraternal, una fuerza que me impulsa a seguir adelante. Cada uno de ustedes es parte esencial de mi historia. Gracias por estar, por creer, por amar. Los llevo en cada paso que doy.

A mi tutora por toda la paciencia, orientación y compromiso durante esta investigación.

A mis docentes, gracias por su compromiso, por su pasión, y por ser ejemplo de dedicación. Su impacto es incalculable, y su legado vive en cada uno de nosotros.

Índice

Resumen.....	2
Declaración de aceptación de norma ética y derechos.....	4
Dedicatoria.....	5
Tabla de contenido.....	6
Índice de tablas.....	7
Índice de gráficos.....	8
Evaluación en la remoción de cemento biocerámico después del retratamiento de conductos radiculares, usando dos sistemas complementarios de limpieza y activación de irrigantes.....	9
Resumen.....	9
Abstract.....	11
Introducción.....	13
Metodología.....	17
Hallazgos.....	23
Discusión.....	33
Conclusiones.....	36
Referencias.....	37

Índice de Tablas

Tabla 1. Conteos por tercios.....	25
Tabla 2. Comparación de puntajes entre grupos por tercio (tablas cruzadas y porcentajes).....	30

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Método de Schneider.....	17
Gráfico 2. Panorama general de la limpieza por tercio (cervical, medio y apical).....	23
Gráfico 3. Puntuaciones asignadas a las imágenes SEM.....	24
Gráfico 4. Barras apiladas (%).....	25
Gráfico 5. Mapa de calor (%).....	26
Gráfico 6. Modelo ordinal (regresión logística ordinal).....	27
Gráfico 7. Prueba de Kruskal-Wallis.....	29
Gráfico 8. Análisis bivariado entre grupo y puntaje (resumen por raíz).....	31

Evaluación en la remoción de cemento biocerámico después del retratamiento de conductos radiculares, usando dos sistemas complementarios de limpieza y activación de irrigantes.

Adriana Licet Verdugo Balcázar

adry_nice16@hotmail.com

Resumen

La introducción de cementos biocerámicos ha permitido obtener propiedades como biocompatibilidad, bioactividad y capacidad de sellado, esto debido a la interacción del sellador con la dentina radicular formando como subproducto la hidroxiapatita. Por lo tanto, la capacidad de penetración del cemento en los túbulos dentinarios, es una característica que debe tomarse en cuenta para el retratamiento, así como también contar con estrategias de retratamiento eficaces que permitan abordar estos desafíos clínicos de manera adecuada. Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de dos técnicas diferentes de limpieza y activación de irrigantes (XP-Endo Finisher y AF Max 1), para la remoción del cemento biocerámico NEOSEALER FLO (ZARC) durante el retratamiento de conductos radiculares, analizado mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Materiales y métodos: se realizó un estudio *In vitro*, se seleccionaron 25 raíces de premolares uniradiculares, utilizando protocolo de desinfección, la instrumentación se realizó con limas Reciproc Blue 25 y se obturaron mediante técnica hidráulica con cono único y cemento biocerámico NeoSealer Flo (ZARC). Después de 3 semanas, se realizó el retratamiento con limas del sistema AF Retreatment Rotary (FANTA Shanghai, China), para posteriormente dividir las muestras aleatoriamente en dos grupos de 12 raíces y un grupo de 1 raíz. Grupo 1: (Grupo control

negativo) no se utilizó sistema complementario, grupo 2: se utilizó XP-Endo Finisher y grupo 3: se utilizó AF Max 1. Las muestras fueron observadas por tercios, mediante MEB. Se utilizó el sistema estadístico Rstudio con la prueba Kruskal–Wallis y Mann–Whitney. Resultados: la prueba Kruskal–Wallis C vs XP vs AF, por tercio, cervical: $H = 5.882$, $p = 0.053$, $\varepsilon^2 = 0.176$, medio: $H = 3.710$, $p = 0.156$, $\varepsilon^2 = 0.078$, apical: $H = 0.474$, $p = 0.789$, $\varepsilon^2 \approx 0$. Cuando se realizó comparaciones con Mann–Whitney (XP vs AF, por tercio) se obtuvo: cervical: $p = 0.080$, medio: $p = 0.218$ (XP tiende a mejor), apical: $p = 0.799$. Por tercio, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas; en cervical aparece una tendencia a favor de XP. Conclusión: las técnicas complementarias de limpieza aumentaron la remoción de cemento biocerámico, sin embargo, ninguna de las técnicas eliminó por completo el material residual de relleno del conducto radicular.

Palabras clave: Cemento biocerámico, Neosealer flo, Retratamiento, XP-Endo Finisher, AF Max 1.

Abstract

The introduction of bioceramic sealers has enabled the development of properties such as biocompatibility, bioactivity, and sealing ability, due to the interaction between the sealer and radicular dentin, which results in the formation of hydroxyapatite as a byproduct. Therefore, the ability of the cement to penetrate dentinal tubules is a key factor to consider during retreatment, along with the need for effective retreatment strategies to adequately address these clinical challenges. This study aims to evaluate the efficacy of two different cleaning and irrigant activation techniques (XP-Endo Finisher and AF Max 1) for the removal of the bioceramic cement NEOSEALER FLO (ZARC) during root canal retreatment, analyzed using scanning electron microscopy (SEM). Materials and method: an in vitro study was conducted using 25 single-rooted premolar roots. After disinfection, instrumentation was performed with RECIPROC BLUE 25 files, and obturation was carried out using the hydraulic technique with a single cone and NeoSealer Flo (ZARC) bioceramic cement. After three weeks, retreatment was performed using AF Retreatment Rotary files (FANTA, Shanghai, China), and specimens were randomly divided into two groups of 12 roots and one group of a single root. Group 1 (Negative control): no complementary system used, group 2: XP-Endo Finisher used, group 3: AF Max 1 used. The specimens were examined by thirds using SEM. Statistical analysis was performed in RStudio using the Kruskal–Wallis and Mann–Whitney tests. Results: Kruskal–Wallis test (C vs XP vs AF) by canal third: cervical: $H = 5.882$, $p = 0.053$, $\epsilon^2 = 0.176$, middle: $H = 3.710$, $p = 0.156$, $\epsilon^2 = 0.078$, apical: $H = 0.474$, $p = 0.789$, $\epsilon^2 \approx 0$, Mann–Whitney comparisons (XP vs AF) by third: cervical: $p = 0.080$, middle: $p = 0.218$ (XP tends to perform better), apical: $p = 0.799$. No statistically significant differences were detected between techniques by canal third; however, a trend favoring XP was observed in the cervical

third. Conclusion: complementary cleaning techniques enhanced the removal of bioceramic cement. Nevertheless, none of the techniques completely eliminated the residual filling material from the root canal.

Key words: Bioceramic sealer, Retreatment, XP-Endo Finisher, AF Max 1.

Introducción

La terapia endodóntica primaria suele alcanzar altos índices de éxito 97% (Salehrabi R, Rotstein I. 2004) sin embargo, puede ocurrir fracasos entre el 14-16% de los casos (Torabinejad, Corr, Handysides, & Shabahang, 2009). La persistencia de tejido necrótico o la presencia de microorganismos en el material obturador residual del sistema de conductos radiculares puede comprometer el pronóstico, y derivar en el fracaso del tratamiento endodóntico (Tabassum & Khan , 2016).

El retratamiento endodóntico resulta beneficioso y ha mostrado altas tasas de éxito similares entre el tratamiento de conducto radicular primario (Alakam H, Kim H-C, Jeong JW 2024). El pronóstico favorable del retratamiento esta influenciado por diversos factores, entre ellos, la presencia de radio lucidez periapical así como el tamaño que ésta presente (Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. 2004), el retiro de la restauración coronal y otros como la eliminación de los materiales de obturación de los conductos radiculares (Stabholz A, Friedman S. 1988). Las técnicas de obturación utilizadas para el tratamiento inicial del conducto radicular van a influir en la cantidad de material de relleno restante y esto a su vez influye en el tiempo utilizado en el retratamiento (Athkuri S, Mandava J, Chalasani U, Ravi RC, Munagapati VK, Chennareddy AR. 2019). Los cementos selladores a base de silicato de calcio utilizados para la obturación, forman cristales de hidroxiapatita entre la interfaz dentina-sellador, lo que podría dificultar la remoción del cemento de la pared dentinaria. Aunque la propiedad de penetración en la dentina no es una deficiencia, la profundidad de penetración del cemento biocerámico y el bloqueo de los túbulos dentinarios puede agregar dificultades en el retratamiento del conducto (Hyunsuk, Euseong, Seung-Jong, & Su-Jung, 2015).

Los cementos biocerámicos en endodoncia surgen como materiales que no son sensibles a la humedad ni a la contaminación sanguínea y, por lo tanto, no son sensibles a la técnica de obturación, son estables y se expanden ligeramente (Debelian & Trope, 2016). El primer artículo del siglo XX que presenta cerámicas hidráulicas para odontología presentó un material como, agregado MT, el cual tiempo después se denominó MTA compuesto por: polvo hidrofílico compuesto de “silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato y algunos otros óxidos minerales” (Primus, Tay, & Niu, 2019). Así también los cementos a base de silicato de calcio toman su importancia debido a su biocompatibilidad y bioactividad (Yuan, y otros, 2023). NeoSealer Flo (Avalon Biomed, Houston, TX, EE. UU.) es un sellador biocerámico premezclado constituido por silicato tricálcico (<25%) y silicato dicálcico (<10-15%) como componente bioactivo, y aluminato de calcio (<25%), óxido de calcio y aluminio (grossita) (<6%), aluminato tricálcico (<5%) y tantalita (50%) como radiopacificante, trazas de sulfato de calcio (<1%) (Zamparini, F, y otros, 2022). Según las indicaciones del fabricante, tiene estabilidad dimensional con <0,1% de expansión. Tiene un espesor de película de <50 μm y una radiopacidad de 6 mm, equivalente al aluminio. La resistencia física del sellador biocerámico fraguado es un factor crítico que determina su recuperabilidad en casos de retratamiento, esto difiere en cuanto a marcas, principalmente por las diferentes propiedades de fraguado (Alakam H, Kim H-C, Jeong JW 2024). La recuperabilidad de cementos biocerámicos de fraguado blando es más fácil que en comparación con los selladores de fraguado duro, comparando cementos como EndoSequence BC, EdgeBioceramic y NEOSEALERFlo (NEO), la permeabilidad apical fue significativamente mayor en NEO (Carrillo, y otros, 2022).

La eliminación completa del material de relleno de los conductos radiculares es importante durante el retratamiento para la limpieza y modelado de los conductos radiculares, por lo cual también se debe conocer el sistema de instrumentación que proporcione conductos

radiculares limpios y libre de residuos (Agrawal P, y otros, 2019). Las limas NiTi fabricadas para la preparación del conducto radicular se puede utilizar de forma eficaz y segura para eliminar los materiales de relleno del conducto radicular (Özlek E, Gündüz H. 2021), en la actualidad varias casas dentales comerciales han introducido sistemas de retratamiento rotatorio de NiTi, así el sistema de retratamiento AF Retreatment Rotary (FANTA Shanghai, China), según las indicaciones del fabricante menciona que estos instrumentos han sido diseñados para eliminar los materiales de obturación, incluye 3 limas D1 20.07, D2 25.08, D3 30.09. Estas limas tienen una sección transversal cuadrada.

La lima XP-Endo Finisher (XPF) (FKG Dentaire, Suiza), es una lima no cónica que está fabricada con aleación NiTi MaxWire (Fase Martensitic-Austenitic Electropolish File X). Punta ISO 25/.00, con una expansión hasta 100 x de tamaño de su núcleo. A temperaturas inferiores a 30 °C, esta lima es recta (fase martensítica “fase M”), mientras que la colocación de esta lima dentro del conducto radicular a temperatura corporal puede transformarla en una fase austenítica. En esta fase, la lima adquiere una profundidad de aproximadamente 1,5 mm. Durante el ingreso de esta lima en el conducto radicular, su conversión de fase austenítica y memoria de forma mejoran su eficacia para desplazar y tocar los materiales de obturación radicular (Farrayeh, A 2023).

(Askel, Sucukkaya Eren, & Celik, 2019) compararon la eliminación de obturaciones radiculares utilizando el sistema de retratamiento universal ProTaper seguido de una preparación complementaria con XP-Endo Finisher, concluyendo que la preparación adicional utilizando XP-Endo Finisher después de utilizar el sistema de retratamiento, mejoró la remoción de materiales de relleno de los conductos radiculares. La asociación de protocolos complementarios tales como: activación sónica y ultrasónica, el uso de insertos ultrasónicos, instrumentos del sistema XP-Endo Finisher empleados después de la remoción

del material obturador optimizan la eliminación de estos residuos, mejorando la limpieza y desinfección del conducto radicular (Freitas da Rosa, y otros, 2023).

El instrumento AF Max 1 (FANTA Shanghái, China), de acuerdo a las especificaciones proporcionadas por el fabricante menciona que es una lima para la remoción eficiente del smear layer, limpieza rotativa, reserva máxima de dentina, con movimiento de picoteo: hacia adentro y hacia afuera para una profundidad de 3 mm) hasta alcanzar la longitud de trabajo. El movimiento de la lima es de rotación 800 rpm de velocidad y Torque 1 N.

Frente a lo expuesto, este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de dos técnicas diferentes de limpieza y activación de irrigantes, para la remoción del cemento a base de silicato de calcio durante el retratamiento de conductos radiculares, evaluado a través de microscopía electrónica de barrido (SEM).

Metodología

Se planteó una investigación del tipo experimental *in vitro*, comparativa, en donde por Muestreo no Probabilístico por conveniencia se utilizó 25 raíces de premolares inferiores uniradiculares, siguiendo la metodología de De-Deus, G. y otros 2019.

Criterios de Inclusión: premolares uniradiculares inferiores, extraídos por motivos de ortodoncia y protésico, dientes definitivos y con ápices completamente desarrollados, que permitan realizar patencia apical.

Criterios de Exclusión: dientes con curvas radiculares mayores a 5° según el método de Schneider (1971), que mide el ángulo formado entre el eje longitudinal del diente y la línea formada desde el foramen apical hasta el punto de desviación del conducto, presencia de reabsorción radicular, conductos calcificados, dientes con tratamiento de endodoncia previo

Gráfico 1.

Método de Schneider



Fuente: Schneider S. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals.

La muestra fue distribuida en tres grupos experimentales, según el tipo de protocolo de limpieza complementaria aplicado:

Grupo 1: control negativo, 1 conducto, sin la aplicación de sistemas complementarios de limpieza.

Grupo 2: 12 conductos se empleó el uso de XP-Endo Finisher.

Grupo 3: 12 conductos se empleó el uso de AF Max 1.

La identificación de los grupos se realizó marcando la zona vestibular de la raíz con un rotulador de color negro.

Grupo 1: control negativo con rotulación C1

Grupo 2: XP-Endo Finisher con rotulación XP1, XP2, XP3, XP4, XP5, XP6, XP7, XP8, XP9, XP10, XP11, XP12.

Grupo 3: AF con rotulación AF, AF1, AF2, AF3, AF4, AF5, AF6, AF7, AF8, AF9, AF10, AF11, AF12.

Preparación de las muestras

La limpieza de los dientes se realizó mediante el uso de curetas para eliminar los restos de tejido blando del diente. Seguido, las piezas dentales fueron sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio al 6% para su desinfección. Tras la desinfección, las coronas fueron seccionadas a nivel del límite cemento-dentina empleando discos diamantados (FGM), y pieza recta (NSK, Japón) con irrigación constante, obteniéndose raíces estandarizadas de 13 mm de longitud.

Se verificó la patencia apical mediante limas manuales K #10 (VDW, Múnich, Alemania). La preparación biomecánica se realizó con el sistema Reciproc Blue (VDW,

Múnich, Alemania), utilizando la lima R25 realizando tres movimientos de “picoteos” con avance apical controlado, luego se retiró la lima, se limpió con una gasa con alcohol, se irrigó, se utilizó la lima manual K #10 (VDW, Múnich, Alemania) para permeabilizar, este proceso se repitió hasta alcanzar la longitud de trabajo, utilizando el motor endodóntico Endo Smart A (Woodpecker, China). Como solución irrigadora se empleó 5ml de NaOCl al 2.5%, mediante una aguja NaviTip 30-G (Ultradent, South Jordan, UT) situada a 2 mm menos de la longitud de trabajo. La solución de NaOCl es considerada la solución de irrigación más utilizada para endodoncia, sin embargo, no existe un acuerdo general en cuanto a la concentración óptima recomendada, el uso de estas soluciones de irrigación y su concentración alteran la composición de la dentina, por tanto, su microdureza, el estudio realizado por (Haiping, y otros, 2022) señala que el uso de hipoclorito de sodio al 2.5% mostró una reducción significativa en la resistencia a la fractura. Agarwal, y otros, 2024 mencionan la solución de NaOCl al 2.5 % redujo significativamente la microdureza de la dentina a los 15 min, mientras que al 5% mostró la mayor reducción durante 5 min, afectando al comportamiento clínico de los dientes tratados con endodoncia.

Una vez realizada la preparación biomecánica, se insertó un cono de gutapercha R25 (VDW, Múnich, Alemania), al conducto, para corroborar el ajuste apical del cono. El protocolo de irrigación final, se realizó con 2 ml de Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%, activado mediante ultrasonido (Ultra X, Eighteeth, China), en 1 ciclo de 20 segundos por 1 min, seguido de 5 ml hipoclorito de sodio al 2.5%, también con activación ultrasónica y una solución final de 5 ml de agua destilada, para eliminar los residuos de irrigantes previos y evitar su acción prolongada, finalmente el conducto se seco parcialmente con una punta de succión Capillary Tips (Ultradent, South Jordan, UT) para favorecer el fraguado del sellador con una la presencia de humedad.

La obturación de los conductos se realizó utilizando cemento biocerámico NeoSealer Flo (ZARC, España), aplicando la técnica hidráulica con cono único. De acuerdo con las indicaciones del fabricante, se dispensó directamente de la jeringa en el conducto radicular a menos 4 mm de la longitud de trabajo e insertando el cono de gutapercha lentamente hasta alcanzar la longitud de trabajo para luego cortar la gutapercha en la entrada del conducto, a través de un instrumento caliente (Woodpecker). El sellado del foramen apical fue realizado con resina universal 3M Filtek Z250, esto antes de la obturación.

A nivel cervical, se colocó un ionómero de vidrio fotocurable. Posterior se tomaron radiografías digitales periapicales de las raíces, para verificar una correcta obturación. Después de finalizado este proceso, se realizó una ranura en cada raíz con discos diamantados (FGM) por la pared vestibular y lingual, para facilitar su posterior división, se utilizó placa de cultivo celular de poliestireno, empleando silicona de condensación en cada pozo, y dentro de ella se colocaron las raíces obturadas. En cada pozo se añadió agua destilada para mantener condiciones de humedad constantes durante el periodo de incubación a una temperatura de 37° C, por 20 días para garantizar que el sellador endurezca por completo.

Desobturación de las muestras

La desobturación de las raíces se realizó siguiendo la secuencia del sistema AF Retreatment Rotary (FANTA Shanghái, China), compuesto por tres limas rotatorias. Primero se utilizó el instrumento 30/09, introduciendo de 3-4 mm dentro del conducto radicular, consiguiendo la desobturación del tercio coronal, activado a una velocidad de 300 RPM, Torque 2N. Después se introdujo la lima 25.08, se emplearon movimientos de picoteo hasta enganchar la gutapercha, aplicando una presión leve para alcanzar la longitud de trabajo, activado por el motor Endo Smart A (Woodpecker, China).

Tras la utilización de cada instrumento, se irrigó con 5 ml de NaOCl, la remoción del material de obturación se consideró completa al no observar gutapercha en la parte activa de la lima. A continuación, se comprobó que hubiera patencia apical con una lima manual K #10 (VDW, Múnich, Alemania).

Todas las muestras fueron asignadas de manera aleatoria a los distintos grupos experimentales, cada raíz fue identificadas de acuerdo al grupo experimental al que pertenecía, con un rotulador color negro. Teniendo:

Grupo 1: control negativo, luego de la desobturación con el sistema AF Retreatment Rotary (FANTA, Shanghái, China), no se implementó ningún enfoque complementario de limpieza en este grupo.

Grupo 2: XP-Endo Finisher, se empleo la lima XP-Endo Finisher (FKG-Switzerland), de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se enfrió el instrumento dentro de su envase, se lleva el instrumento al conducto radicular hasta 1 mm antes de la longitud de trabajo con movimientos amplios y suaves durante 1 min, por medio del motor Endo Smart A (Woodpecker, China) con una velocidad de 800 rpm y un torque de 1 N/cm.

Protocolo de irrigación final: 5ml de NaOCl al 2.5%, activándolo en 3 ciclos de 20 segundos cada uno, se irrigó 5 ml de agua destilada, a continuación, se colocó 2 ml de EDTA al 17%, activándolo en 1 ciclo de 20 seg x 1 min, finalizando con 5 ml de agua destilada seguido del uso de puntas de papel absorbentes para secar el interior del conducto.

Grupo 3: AF Max 1, para este grupo se utilizó la lima AF Max 1 25.00 (FANTA Shanghái, China) activado por medio del motor Endo Smart A (Woodpecker, China) a una velocidad de 800 rpm con 1N/cm. El instrumento se llevó al conducto radicular hasta 1 mm antes de la longitud de trabajo con movimientos amplios y suaves durante 1 min.

Protocolo de irrigación final: 5ml de NaOCl al 2.5%, activándolo en 3 ciclos de 20 segundos cada uno, se irrigó 5 ml de agua destilada, a continuación, se colocó 2 ml de EDTA al 17%, activándolo en 1 ciclo de 20 seg x 1 min, finalizando con 5 ml de agua destilada seguido del uso de puntas de papel absorbentes para secar el interior del conducto.

Finalizado el procedimiento con los enfoques complementarios, las raíces se segmentaron longitudinalmente, usando un elevador recto, haciendo presión en la ranura realizada previamente, para su análisis mediante Microscopía Electrónica de Barrido en el laboratorio de la empresa Nano Instrumentos, ubicada en la ciudad de Quito.

Preparación de la muestra para Microscopio de Barrido Electrónico

Las raíces se segmentaron longitudinalmente, se seleccionó el segmento que evidenciaba mejor definición en el corte. Los especímenes fueron analizados mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Phenom XL G2 (Thermo Fisher Scientific, EE.UU) que tiene un haz de electrones ajustables de 4.8 kV voltio hasta 20.5 kilovoltios. Se realizó el proceso de pulverización catódica de oro, para depositar una capa superficial sobre las muestras. Las imágenes se obtuvieron a 10kV.

Se tomaron imágenes de los tercios cervical, medio, y apical, de todas las raíces, a través del microscopio electrónico de barrido (SEM) con un aumento de 2500X. Las imágenes SEM, se puntuaron de acuerdo con el informe de Torabinejad, 2003:

1: Sin capa de barrillo dentinario. Sin capa de barrillo dentinario en la superficie del conducto radicular: túbulos limpios y abiertos.

2: Capa de barrillo dentinario moderada. No hay capa de barrillo dentinario en la superficie del conducto radicular, pero los túbulos contienen detritus.

3: Capa de barrillo dentinario pesada. La capa de barrillo dentinario cubre la superficie y el interior de los túbulos.

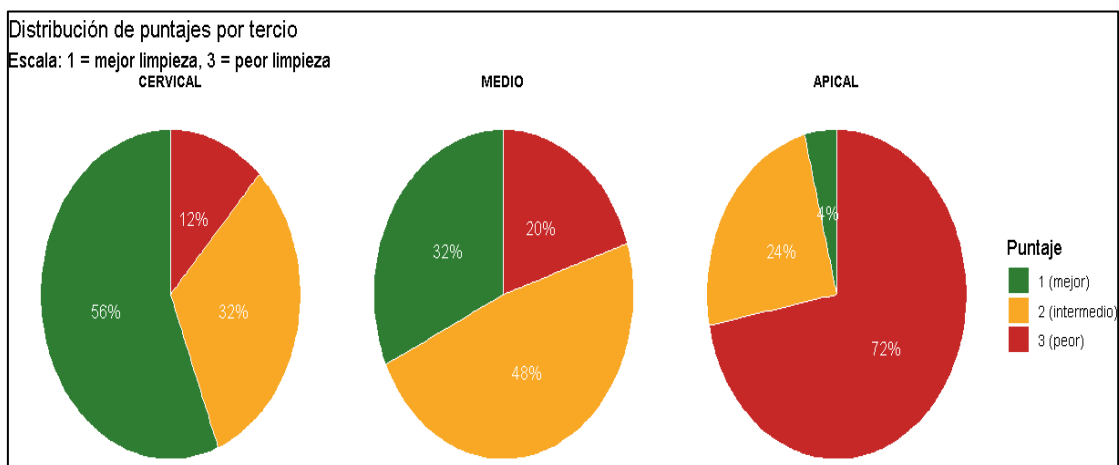
Los resultados obtenidos serán recolectados en una hoja de cálculo elaborado en el programa de Microsoft Excel 2016, para luego ser exportado al programa Rstudio.

Hallazgos

Gráfico 2.

Panorama general de la limpieza por tercio (cervical, medio y apical).

Para cada tercio del conducto radicular, la proporción de puntajes observados en toda la muestra (grupos C, XP y AF). La escala es 1 = mejor limpieza, 3 = peor limpieza.



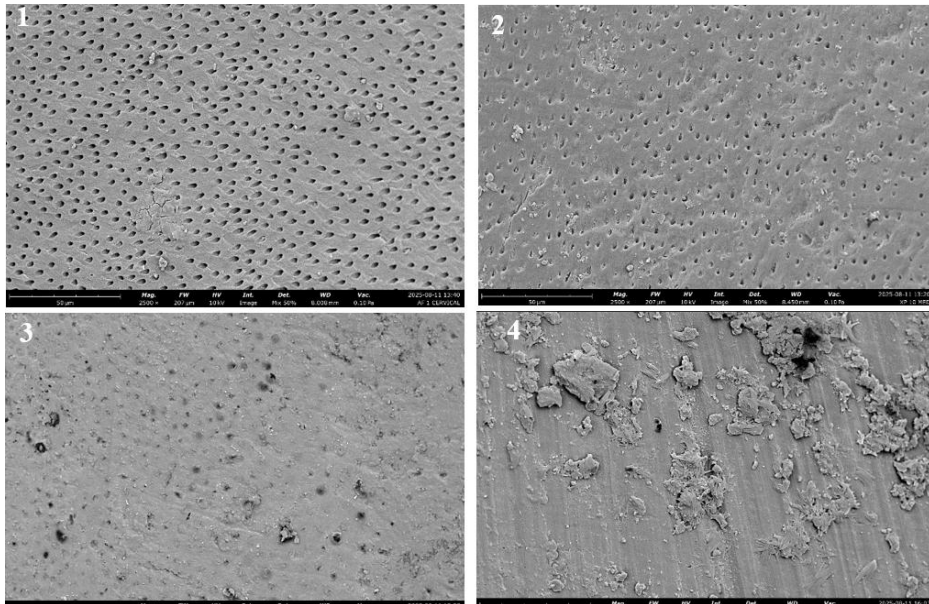
Fuente: Elaboración propia

El patrón es muy claro: cervical concentra los mejores resultados (puntaje 1 = 56%, 2 = 32%, 3 = 12%); el medio se ubica en un nivel intermedio (1 = 32%, 2 = 48%, 3 = 20%); y el apical es, con diferencia, el más desafiante (3 = 72%, 2 = 24%, 1 = 4%).

Gráfico 3.

Puntuaciones asignadas a las imágenes SEM.

1: Sin capa de barrillo dentinario en la superficie del conducto radicular: túbulos limpios y abiertos. 2: Capa de barrillo dentinario moderada. No hay capa de barrillo dentinario en la superficie del conducto radicular, pero los túbulos contienen detritus. 3: Capa de barrillo dentinario pesada. La capa de barrillo dentinario cubre la superficie y el interior de los túbulos. 4. Control



Fuente: Elaboración propia

Análisis descriptivo básico por grupo y tercio

En las tablas se observa la distribución de los puntajes (1 = mejor limpieza, 3 = limpieza deficiente, capa de frotis pesada) según el grupo y el tercio del conducto.

Tabla1.*Conteos por tercio*

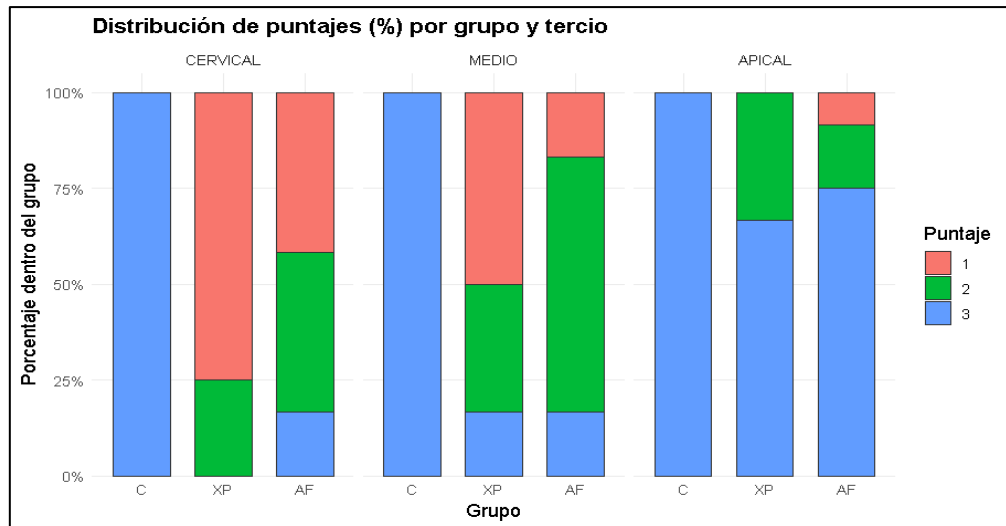
	CERVICAL			MEDIO			APICAL		
CÓDIGO	1	2	3	1	2	3	1	2	3
AF	5	5	2	2	8	2	1	2	9
C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
XP	9	3	0	6	4	2	0	4	8
TOTAL	14	8	3	8	12	5	1	6	18

Fuente: Elaboración propia

- En el tercio cervical, el grupo XP concentra 9 casos en puntaje 1 (75%), mientras que AF está más repartido entre 1 y 2. El control (C) obtuvo puntaje 3.
- En el tercio medio, AF presenta mayoría en puntaje 2 (8 casos) y XP combina puntajes 1 y 2. El control mantiene puntaje 3.
- En el tercio apical, se observa la mayor dificultad de limpieza: tanto XP como AF muestran predominio del puntaje 3 (peor), mientras que el control también se ubica en 3.

Los conteos reflejan que XP logra más limpiezas favorables (puntaje 1) en cervical y medio, mientras que en apical ambos métodos presentan limitaciones.

Gráfico 4.*Barras apiladas (%).*



Fuente: Elaboración propia

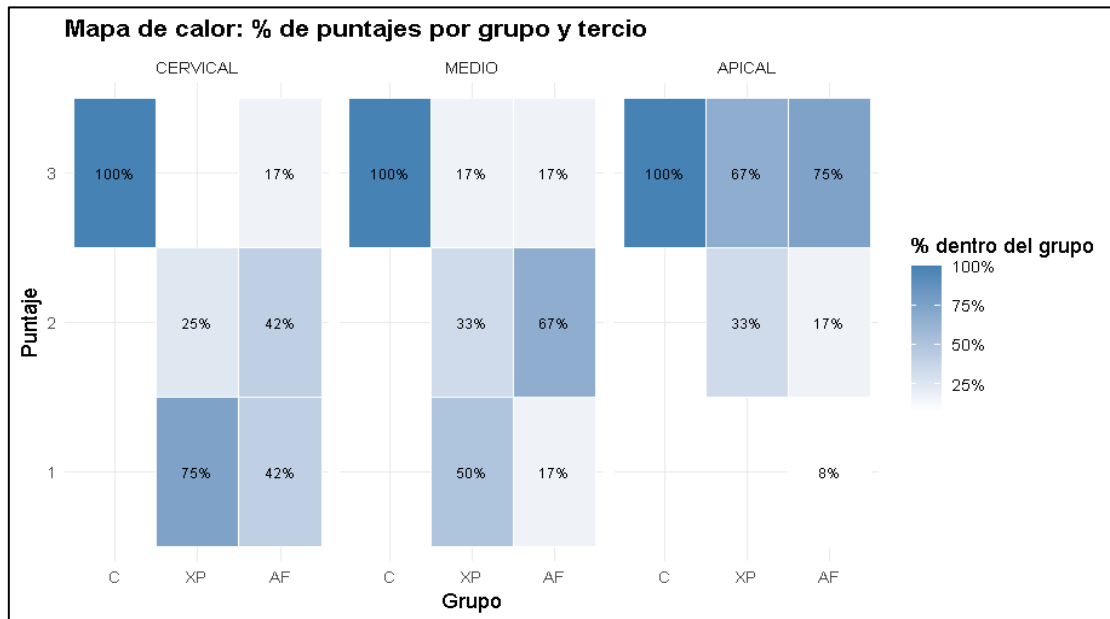
- En el cervical, XP muestra un 75% en puntaje 1, en contraste con AF que se distribuye entre puntajes 1, 2 y 3.
- En el medio, AF destaca con 67% en puntaje 2, mientras XP mantiene 50% en puntaje 1 y 33% en puntaje 2.
- En el apical, ambos grupos se concentran en puntaje 3 (XP 67%, AF 75%), evidenciando menor efectividad en esta zona.

La visualización confirma que XP-Endo tiene mejores resultados en los tercios cervical y medio, pero no logra diferencias en el apical.

Gráfico 5.

Mapa de calor (%).

El heatmap sintetiza las proporciones de cada puntaje. Se aprecia en azul oscuro la concentración en puntaje 1 para XP en cervical y medio, mientras AF se concentra en puntaje 2 en el medio.



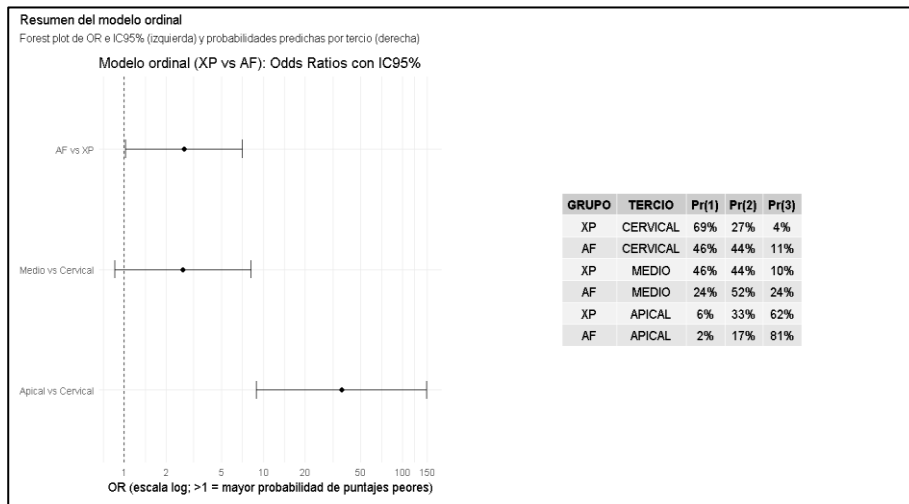
Fuente: Elaboración propia

- En apical, ambos grupos muestran azul intenso en puntaje 3, confirmando que ahí se acumula la mayor capa de frotis.
- El control en todos los tercios mantiene puntaje 3 (100%).

Gráfico 6.

Modelo ordinal (regresión logística ordinal).

Se aplicó un modelo ordinal para comparar los puntajes de limpieza (1=mejor, 3=deficiente) entre las técnicas XP-Endo Finisher y AF Max 1 en los tres tercios del conducto (cervical, medio, apical).



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la izquierda se muestran los odds ratios (OR) con sus intervalos de confianza (IC95%). $OR > 1$ = mayor probabilidad de obtener puntajes peores; $OR < 1$ = mayor probabilidad de puntajes mejores.

Comparación de técnicas: AF Max 1 vs XP-Endo Finisher tuvo $OR=2.68$ (IC95% 1.02–7.06; $p=0.046$).

Usando AF Max 1 hay ~2.7 veces más probabilidad de obtener puntajes peores que con XP-Endo Finisher.

Comparación por tercios (referencia: cervical):

- Medio vs Cervical: $OR=2.65$ (0.86–8.16; $p=0.091$) → tendencia a peores resultados en el tercio medio, no concluyente.
- Apical vs Cervical: $OR=36.45$ (8.92–148.97; $p<0.001$) → el apical es claramente el más difícil de limpiar (mucho peor que cervical).

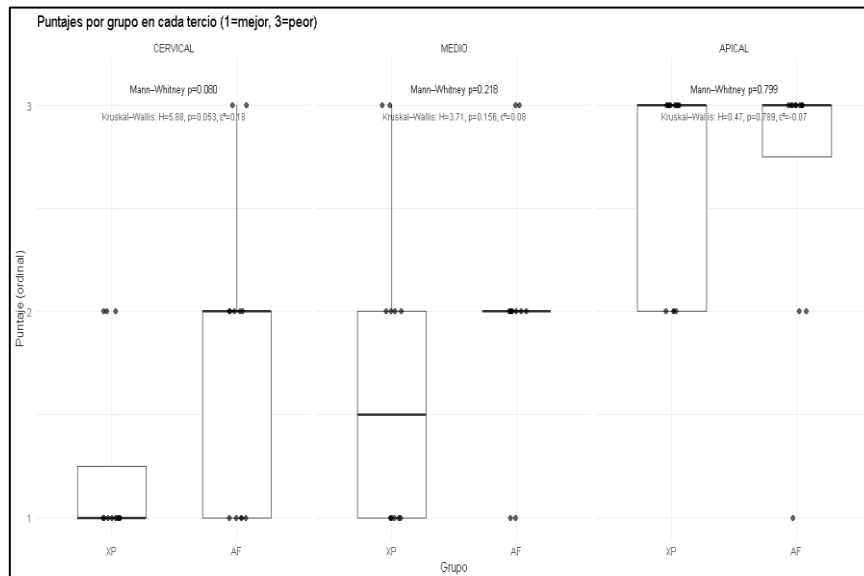
La tabla de la derecha muestra probabilidades predichas por tercio:

- Cervical: XP-Endo Finisher tiene 69% de probabilidad de puntaje 1 (mejor), AF 46%.
- Medio: XP 46% de puntaje 1 vs AF 24% (AF concentra más 2–3).
- Apical: ambos empeoran, pero AF es más desfavorable (Pr(3)=81% vs 62% con XP).

Gráfico 7.

Prueba de Kruskal-Wallis.

Se aplicó Kruskal–Wallis dentro de cada tercio (cervical, medio, apical) para comparar C, XP y AF. Como el grupo control tiene $n=1$ por tercio, la comparación principal entre técnicas se complementó con Mann–Whitney (XP vs AF) en cada tercio. Cuando procedía, se realizaron comparaciones post-hoc de Dunn con ajuste de Holm.



Fuente : Elaboración propia

Kruskal–Wallis (C vs XP vs AF, por tercio)

- Cervical: $H = 5.882$, $p = 0.053$, $\epsilon^2 = 0.176$ → tendencia (no significativo).
- Medio: $H = 3.710$, $p = 0.156$, $\epsilon^2 = 0.078$ → no significativo.

- Apical: $H = 0.474$, $p = 0.789$, $\varepsilon^2 \approx 0 \rightarrow$ no significativo.

Post-hoc Dunn (Holm): ninguna comparación resultó significativa.

Mann–Whitney (XP vs AF, por tercio)

- Cervical: $p = 0.080 \rightarrow$ tendencia a mejores puntajes con XP.
- Medio: $p = 0.218 \rightarrow$ sin diferencias significativas (XP tiende a mejor).
- Apical: $p = 0.799 \rightarrow$ sin diferencias; ambos grupos concentran puntajes altos (peor).

Por tercio, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas; en cervical aparece una tendencia a favor de XP. En apical no hubo diferencias y predominan los puntajes peores en ambos grupos.

Comparación de puntajes entre grupos por tercio (tablas cruzadas y porcentajes)

Tabla 2.

Comparación de puntajes entre grupos por tercio (tablas cruzadas y porcentajes)

Puntajes por grupo y tercio:(n%)									
	Cervical			Medio			Apical		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
C	0 (0.0 %)	0 (0.0%)	1 (100.0 %)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0%)	1 (100.0 %)
XP	9 (75. 0%)	3 (25.0 %)	0 (0.0%)	6 (50.0 %)	4 (33.3 %)	2 (16.7%)	0 (0.0 %)	4 (33.3 %)	8 (66.7%)
AF	5 (41. 7%)	5 (41.7 %)	2 (16.7%)	2 (16.7 %)	8 (66.7 %)	2 (16.7%)	1 (8.3 %)	2 (16.7 %)	9 (75.0%)

Escala: 1 mejor limpieza, 3 limpieza deficiente

Fuente: Elaboración propia

La tabla “Puntajes por grupo y tercio: n (%)” resume, para cada técnica (C, XP, AF) y para cada zona del conducto (cervical, medio, apical), cuántas raíces obtuvieron cada puntaje 1, 2 o 3 y el porcentaje que representan dentro del grupo y tercio correspondiente.

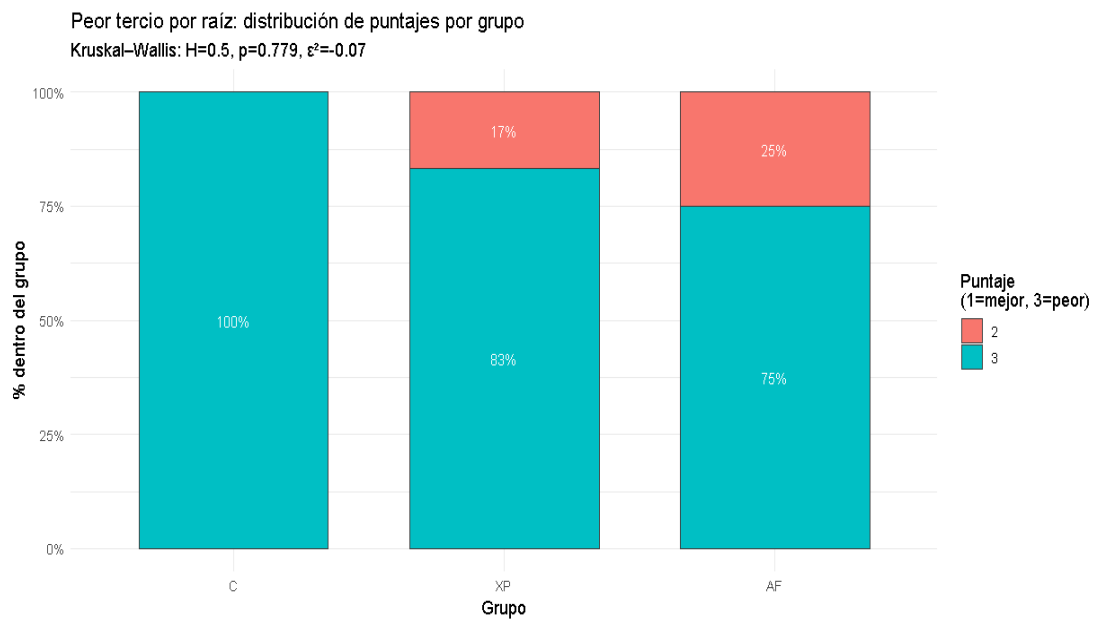
- Cervical: XP concentra las mejores limpiezas (75% con puntaje 1). AF se reparte entre 1 y 2 ($\approx 42\%$ y 42%). El control (C) fue 3 en 100%.
- Medio: XP mantiene la ventaja relativa (50% con 1), mientras que AF tiene mayoría de 2 ($\approx 67\%$), lo que indica limpieza intermedia.
- Apical: ambos grupos se desplazan hacia puntajes peores, pero AF alcanza 75% de 3 frente a 66.7% en XP; es decir, el tercio apical es el más difícil para las dos técnicas.
- Control (C): en los tres tercios aparece 3 (100%), por lo que lo usamos solo como referencia descriptiva.

Las mejores distribuciones de limpieza se ven con XP en cervical y medio, mientras que el apical muestra los peores resultados en ambas técnicas, más marcado en AF.

Gráfico 8.

Análisis bivariado entre grupo y puntaje (resumen por raíz).

Para evitar dependencia entre observaciones, cada raíz se resumió tomando su “peor tercio” (máximo del puntaje observado en cervical/medio/apical; escala 1=mejor, 3=peor). Se compararon los grupos C, XP y AF con la prueba de Kruskal–Wallis, y se aplicó Dunn–Holm como post-hoc.



Fuente: Elaboración propia

La distribución del peor tercio por grupo se muestra en la figura (barras 100% apiladas con porcentajes). El contraste global no fue significativo (Kruskal–Wallis: $H = 0.50$, $gl = 2$, $p = 0.779$), con tamaño de efecto cercano a cero ($\epsilon^2 \approx 0$). Las comparaciones pareadas (Dunn–Holm) fueron no significativas en todos los casos.

Considerando el peor tercio por raíz, no se evidencian diferencias globales entre técnicas XP y AF.

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la eficacia de dos técnicas diferentes de limpieza y activación de irrigantes (XP-Endo Finisher y AF Max 1), para la remoción del cemento biocerámico NEOSEALER FLO (ZARC) durante el retratamiento de conductos radiculares, analizado mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

En la actualidad, existe una ola creciente en el uso materiales bioactivos en endodoncia, y por ende la aparición de nuevas generaciones de cementos biocerámicos y nuevos instrumentos y protocolos complementarios para el retratamiento tales como los instrumentos XP-Endo (Silva, y otros, 2018) así como instrumentos AF Max 1. Debido a la interacción que existe entre los cristales de hidroxapatita en la interfaz dentina y sellador, la remoción de la pared dentinaria podría ser un desafío (Hyunsuk, Euseong, Seung-Jong, & Su-Jung, 2015). En consecuencia, el uso de estos sistemas complementarios para la remoción de cemento biocerámico se debería considerar.

Los hallazgos encontrados muestran que las técnicas complementarias utilizadas promovieron la remoción de cemento biocerámico; sin embargo, el grupo XP-Endo Finisher mostró una limpieza más eficiente que el grupo Control y AF Max 1, estos resultados concuerdan Agarwal y otros, 2024 quienes mencionan en su estudio cuyo objetivo fue evaluar la eficacia de limpieza y la extrusión de residuos de los sistemas de limas suplementarios XP-Endo en el retratamiento endodóntico, observaron que la lima XP-Endo Finisher presentó una mayor eficacia de limpieza en comparación con la XP-endo Finisher R, esto podría deberse a que la XP-Endo Finisher tiene un diámetro de punta más estrecho (#25) en comparación con la XP-Endo Finisher R (#30), lo que permite un mayor rango de movimiento y, por lo tanto, una mejor limpieza. Una limitación observada en las limas de

retratamiento rotatorias radica en la dificultad de alcanzar todas las zonas del conducto radicular.

El desarrollo de este estudio evidencia que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas XP-Endo Finisher y AF Max 1, aunque se observa en el tercio cervical una tendencia a favor de XP a diferencia de lo reportado en el estudio de Valponi, y otros, 2020 en su evaluación microtomográfica computarizada de técnicas de limpieza complementarias para la remoción de sellador biocerámico y gutapercha en conductos ovales mostrando que, la limpieza con el instrumento XP-Endo Finisher tiene una eliminación significativa de residuos de material de relleno en comparación con los otras técnicas.

Al igual que la investigación desarrollada por Shim, y otros, 2025 evaluó la posibilidad de eliminar depósitos minerales residuales de dos tipos de selladores a base de silicato de calcio en comparación con AH Plus Jet, donde obtuvieron que el uso adicional de XPF mejora la eliminación de materiales de relleno y puede ser una buena opción para el retratamiento endodóntico, datos que concuerdan con los encontrados en esta investigación donde concluimos que las dos técnicas complementarias mejoran la remoción de cemento biocerámico sobre todo en los tercios cervical y medio.

Bincelli, y otros, 2022 muestran en su estudio que el empleo adicional de XP-endo Finisher R y la irrigación ultrasónica pasiva eliminaron eficazmente los materiales de obturación radicular obturados con biocerámica, sin embargo ninguna de las técnicas eliminó completamente el material de relleno (Sinsarekul & Hiran-Us, 2022), estos datos también corresponden con los encontrados en este estudio donde se evidenció que independientemente de las técnica utilizadas ninguna eliminó por completo el material residual de relleno del conducto radicular.

En esta investigación se evaluó la eficiencia de limpieza utilizando un método de análisis numérico para imágenes obtenidas por SEM, enfocándose en los tercios coronal, medio, y apical de los conductos, obteniendo así: cervical: XP-Endo Finisher concentra las mejores limpiezas (75% con puntaje 1). AF Max 1 se reparte entre valores 1 y 2 ($\approx 42\%$ y 42%), el control (C) fue 3 en 100%, medio: XP-Endo Finisher mantiene la ventaja relativa (50% con 1), mientras que AF Max tiene mayoría de 2 ($\approx 67\%$), lo que indica limpieza intermedia, apical: ambos grupos se desplazan hacia puntajes peores, pero AF Max 1 alcanza 75% de 3 frente a 66.7% en XP; es decir, el tercio apical es el más difícil de limpiar para las dos técnicas.

La anatomía compleja y el acceso limitado en el tercio apical explican la acumulación de residuos y la persistencia de la capa de frotis. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Hyunsuk, y otros, 2015 menciona que las imágenes obtenidas de microscopía electrónica de barrido evidencian una cantidad significativa de residuos remanentes en las paredes del conducto en ambos grupos.

Debido a que el retratamiento con materiales biocerámicos es un área en desarrollo, la limitada cantidad de estudios y la variabilidad entre ellos resulta comprensible. A pesar de ello, las investigaciones disponibles indican que ninguna de las técnicas evaluadas ni complementarias consigue una limpieza total de los conductos radiculares. Por tanto, se vuelve crucial impulsar nuevas investigaciones, preferiblemente in vivo, que permitan evaluar con mayor profundidad las características biológicas de estos materiales endodónticos.

Conclusiones

Las técnicas complementarias de limpieza aumentaron la remoción de cemento biocerámico, sin embargo, ninguna de las técnicas eliminó por completo el material residual de relleno del conducto radicular.

Las mejores distribuciones de limpieza se ven con XP-Endo Finisher en cervical y medio, mientras que el apical muestra los peores resultados en ambas técnicas, más marcado en AF Max 1.

La eficacia de limpieza disminuye progresivamente desde el tercio cervical hacia el apical, siendo el tercio apical el más difícil de limpiar, independientemente del sistema complementario utilizado.

La activación complementaria mediante XP-Endo Finisher y AF Max 1 mejora la remoción del cemento biocerámico.

La mayor dificultad de limpieza en el grupo control respalda la necesidad de sistemas complementarios durante el retratamiento radicular, especialmente en los tercios cervical y medio, mientras que el tercio apical sigue mostrando limitaciones en todos los sistemas evaluados.

Referencias

- Al Akam, H., & Jeong, J. (2024). Retreatment Strategies for Cases Containing Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers: A Comprehensive Review. *Dent J (Basel)*, 41.
- Askel, H., Sucukkaya Eren, S., & Celik, S. (2019). Micro-CT evaluation of the removal of root fillings using the ProTaper Universal Retreatment system supplemented by the XP-Endo Finisher file. *International Endodontic Journal*.
- Athkuri, S., Mandava, J., Chalasani, U., Munagapati, V., & Chennareddy, A. (2019). Effect of different obturating techniques and sealers on the removal of filling materials during endodontic retreatment. *J Conserv Dent*, 578-582.
- Bincelli Seckler, I. N., Pelegrine, R. A., Stringheta, C. P., De Da Silva, A. S., & Da Silveiro Bueno, C. E. (2024). Comparative evaluation of supplementary cleaning techniques for removal of Bio-C Sealer and AH-Plus from oval root canals: A micro-CT Analysis. *Iranian Endodontic Journal*, 199-207.
- Carrillo, C., Scott, R., & Ji, W. (2022). Retrievability of Calcium Silicate-based Root Canal Sealers During Retreatment: An Ex Vivo Study. *Journal of Endodontics*.
- Debelian, G., & Trope, M. (2016). The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *Science Direct. Sociedad Italiana de endodoncia*.
- Farrayeh, A., Akil, S., Eid, A., Macaluso, V., Mancino, D., Haikel, Y., & Kharouf, N. (2023). Effectiveness of two Endodontic Instruments in Calcium Silicate-Based Sealer Retreatment. *Bioengineering*.

- Farzaneh, M., Abitol, S., & Friedman, S. (2004). Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment . *J Endod*, 627-633.
- Freitas da Rosa, A., Fischer, B., Lima Dias-Junior, L., Costa Serique, A., Bortoluzzi, E., Silveira Teixeira, C., & Roberti García, L. (2023). Effectiveness of different supplementary protocols for remaining filling material removal in endodontic reintervention: an integrative review. *Journal of the Society of the Nippon Dental University*.
- Hyunsuk, K., Euseong, K., Seung-Jong, L., & Su-Jung, S. (2015). Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin–based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*, 2025-2030.
- Kim, H., Kim, E., Lee, S., & Shin, S.-J. (2015). Comparasions of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin.based and Residual Sealer in Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*.
- Primus, C. M., Tay, F. R., & Niu, L.-n. (2019). Bioactive tri/dicalcium silicate cements for treatment of pulpal and periapical tissues. *ELSEVIER*, 35-54.
- Ricucci, D., & Siqueira, J. F. (2020). Biofilms and Apical Periodontitis: Study of Prevalence and Association with Clinical and Histopathologic Findings. *ELSEVIER*.
- Roda, R., Gettleman, B., & Johnson, S. (2022). Retratamiento no quirúrgico. En H. K. Hargreaves, *Cohen. Vías de la Pulpa* (pág. 343). España: Elsevier.
- Salehrabi, R., & Rostein, I. (2004). Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod*, 846-50.

- Shayka, V., Gupta, P., Tikku, A. P., Pathak, A. K., Chandra, A., Yadav, R. K., & Singh, R. K. (2016). An Invitro evaluation of antimicrobial Efficacy and flow characteristics for AH Plus, MTA Fillapex, CRCS and Gutta Flow 2 Root Canal Sealer. . *Journal of Clinical and Diagnostic research*, 104-108.
- Shim, E., Son, J., Kwon, J., Kim, H., H, J., Jang, J., . . . Oh, S. (2025). Retrieval of AH Plus Bioceramic and Ceraseal Versus AH Plus in Endodontic Retreatment. *Clinical Medicine*, 1826.
- Silva, E., Belladonna, F., Zoulo, A., Rodrigues, E., Ehrhardt, I., Souza, E., & De-Deus, G. (2018). Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *Inter Endod J.*, 86-91. doi:10.1111/iej.12788
- Sinsareekul, C., & Hiran-Us, S. (2022). Comparison of the efficacy of three different supplementary cleaning protocols in root-filled teeth with a bioceramic sealer after retreatment-a micro-computed tomographic study. *Clin Oral Investig*, 3515-3521. doi:10.1007/s00784-021-04320-w
- Stabholz, A., & Friedman, S. (1988). Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planing for retreatment . *J Endod*, 607-614.
- Tabassum, S., & Khan, F. (2016). Failure of endodontci treatment: The usual suspects. *Eur J Dent*, 144-147. doi:10.4103/1305-7456.175682
- Toledo, L., & Tanomaru Filho, M. (2017). Non-conventional techniques for root canal obturation: Use of new filling materials. In root canal retreatment. En *Root canal treatment*. Sao Paulo: 2da.

- Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R., & Shabahang, S. (2009). Outcomes of Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: A Systematic Review. *Journal of endodontics*.
- Volponi, A., Pelegri, R. A., Shoji Kato, A., Pessoa Stringheta, C., Tadeu Lopes, R., Sá Silva, A. S., & Silveira Bueno, C. (2020). Micro-computed Tomographic Assessment of Supplementary Cleaning Techniques for Removing Bioceramic Sealer and Gutta-percha in Oval Canals. *Journal of endodontics*.
- Xu, H., Ye, Z., Zhang, A., Lin, F., Fu, J., & Fok, A. (2022). Effects of concentration of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant on the mechanical and structural properties of root dentine: A laboratory study. *International endodontic journal*, 1091-1102.
- Yuan Wang, X., Xiao, Y., Ye, L., & Yang, C. (2023). Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. *Revista de medicina traslacional*, 853.
- Zamparini, F., Prati, C., Taddei, P., Spinelli, A., Di Foggia, M., & Gandolfi, M. (2022). Chemical-Physical Properties and Bioactivity of New Premixed Calcium Silicate-Bioceramic Root Canal Sealers. *Int J Mol Sci*.