

Efectividad de métodos de remoción de barrillo dentinario, mediante microscopio electrónico de barrido

Effectiveness of smear removal methods through scanning electron microscopy

Denisse Naomi Loor Franco ¹ <https://orcid.org/0009-0001-0937-1444>

Javier Andrés López Espinoza ^{1*} <https://orcid.org/0009-0000-4282-3126>

Gabriela Zambrano Manzaba ¹ <https://orcid.org/0000-0001-6724-3216>

Andrea Bermudez Velasquez ¹ <https://orcid.org/0000-0002-2835-5247>

¹Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: Javier.lopez03@cu.ucsg.edu.ec

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La importancia de la irrigación debe ser considerada debido a la imposibilidad de llegar con la instrumentación por completo a las diferentes partes del conducto radicular.

OBJETIVO: Analizar la efectividad usando métodos de activación para la remoción de barrillo dentinario mediante microscopio electrónico de barrido.

MÉTODOS: Muestra de 45 premolares unirradiculares, divididos en 4 grupos experimentales y 1 grupo control. Las piezas fueron instrumentadas con limas mecanizadas Wave One Gold Primary. Se utilizó el mismo protocolo de irrigación para los 4 grupos (NaClO al 5,25%, 2,5 ml de solución salina y EDTA al 17%) y el grupo control solo se utilizó solución salina sin activación. Diferenciando los métodos de activación: Grupo A: Activación sónica con puntas EDDY, Grupo B: Activación sónica con EndoActivator Dentsply Sirona, Grupo C: Activación ultrasónica con IRRI K VDW, Grupo D: Activación ultrasónica con Ultra-X EndoActivator.

RESULTADOS: Los grupos A y D obtuvieron el puntaje más alto, pero sin diferencias significativas entre ellos, indicando una limpieza similar. Se recomienda el EndoActivator como primera opción, ya que logró el puntaje más bajo, destacándose entre los métodos evaluados.

CONCLUSIÓN: Este estudio utilizó un microscopio electrónico de barrido para evaluar la efectividad de diferentes métodos de activación en la eliminación del barrillo dentinario. Los resultados resaltaron la superioridad del EndoActivator, que eliminó el barrillo en el 60% de las muestras, aunque ningún método logró una eliminación completa.

Palabras clave: Barrillo dentinario; irrigación ultrasónica; irrigación sónica; túbulos dentinarios; microscopio electrónico de barrido.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The importance of irrigation should be considered due to the impossibility of completely reaching the different parts of the root canal with instrumentation.

OBJECTIVE: To analyze the effectiveness using activation methods for smear removal by scanning electron microscopy.

METHODS: Sample of 45 uniradicular premolars, divided into 4 experimental groups and 1 control group. The pieces were instrumented with Wave One Gold Primary machined files. The same irrigation protocol was used for the 4 groups (5.25% NaClO, 2.5 ml saline and 17% EDTA) and the control group used only saline without activation. Differentiating the activation methods: Group A: Sonic activation with EDDY tips, Group B: Sonic activation with Dentsply Sirona EndoActivator, Group C: Ultrasonic activation with IRRI K VDW, Group D: Ultrasonic activation with Ultra-X EndoActivator.

RESULTS: Groups A and D scored the highest, but with no significant differences between them, indicating similar cleanliness. The EndoActivator is recommended as the first option, since it achieved the lowest score, standing out among the methods evaluated.

CONCLUSION: This study used a scanning electron microscope to evaluate the effectiveness of different activation methods in the removal of smear smear. The results highlighted the superiority of the EndoActivator, which removed smear in 60% of the samples, although no method achieved complete removal.

Keywords: Smear; ultrasonic irrigation; sonic irrigation; dentinal tubules; scanning electron microscopy.

Recibido: 21/01/2025

Aprobado: 17/03/2025

Introducción

El tratamiento de los conductos radiculares es un procedimiento dental muy común que ofrece una alternativa a la extracción de dientes afectados por caries, pulpitis y necrosis pulpar. Su objetivo es eliminar las infecciones mediante la limpieza y conformación mecánica durante la instrumentación adecuada, así como prevenir infecciones con un sellado adecuado de los conductos radiculares.⁽¹⁾

La desinfección del conducto radicular mediante instrumentación e irrigación es una parte crucial del tratamiento de conductos. La importancia de la irrigación radica en la imposibilidad de que la instrumentación alcance todas las partes del conducto radicular. El hipoclorito de sodio (NaOCl) es un irrigante eficaz debido a su actividad antimicrobiana y su capacidad para degradar el tejido orgánico, en este caso el tejido pulpar remanente, lo cual es esencial durante el desbridamiento del conducto. Para una desinfección adicional, se utiliza el ácido etilendiaminotetracético (EDTA), que se caracteriza por su baja tensión superficial, acción rápida, efecto antimicrobiano y capacidad para disolver tejido inorgánico.⁽²⁾

Para mejorar la desinfección y los resultados del tratamiento de conductos, se propone la irrigación sónica o ultrasónica como una técnica innovadora. La combinación de preparación e irrigación con un sistema vibratorio mejora la limpieza y desinfección del conducto. El ultrasonido, que utiliza energía sonora con frecuencias entre 25 y 40 kHz, se considera uno de los métodos más eficientes debido a su capacidad para generar calor y realizar movimientos lineales de atrás hacia adelante mediante las puntas. Esta técnica proporciona más control y seguridad durante el procedimiento, ya que no produce cortes, evitando escalones, desviaciones del conducto y perforaciones radiculares.⁽³⁾

El ultrasonido produce una microcorriente acústica, que es el movimiento circular rápido del irrigante, en este caso NaOCl, alrededor del instrumento vibratorio. También provoca la cavitación del irrigante, creando burbujas de vapor y contrayendo las

burbujas previamente formadas en el líquido. La activación sónica, que opera a frecuencias de 1-8 kHz (menor que el ultrasonido), también distribuye el irrigante a lo largo del conducto radicular y produce el fenómeno de microcorriente acústica. Sin embargo, no genera cavitación debido a la menor amplitud de movimiento y velocidad insuficiente para crear grandes tensiones en el irrigante.⁽⁴⁾

Para la activación, se utilizó el protocolo de Van Der Sluis⁽⁷⁾ que consiste en realizar 3 ciclos de activación, cada uno de 20 segundos, reemplazando la solución del irrigante entre ciclos. Las limas se colocaron a 1 mm menos de la longitud de trabajo, realizando un movimiento de entrada y salida sin tocar las paredes del conducto.⁽⁵⁾

La causa principal del fracaso endodóntico en muchos tratamientos es la presencia de una capa conocida como barrillo dentinario dentro de los túbulos dentinarios. Es crucial encontrar la solución y el método de irrigación que puedan eliminar la mayor cantidad de barrillo dentinario, especialmente en la región apical, para garantizar el éxito de la terapia endodóntica.⁽⁶⁾

Métodos

Muestra

La muestra de esta investigación está conformada por 45 piezas dentales, se recolectaron 45 premolares unirradiculares, que fueron donados de diferentes consultorios odontológicos privados de la ciudad de Guayaquil. Se verificó, mediante radiografías en los sentidos vestibular y mesial, que las piezas eran efectivamente unirradiculares. Para eliminar tejido orgánico remanente, se utilizó NaOCl 5,25% y se removieron cálculos dentales con una cureta periodontal. La muestra se dividió en 4

grupos de 10 piezas dentales cada uno y un grupo control de 5 piezas dentales para la identificación de los grupos.

Procedimientos

Preparación e instrumentación

La apertura cameral se realizó con una turbina con fresa diamantada redonda pequeña, y la cavidad se conformó adecuadamente utilizando una fresa Endo Z. Se permeabilizó y exploró el conducto con una lima K #10. Una vez que la lima era visible a través del foramen apical, se ajustó la longitud de trabajo restando 0.5 mm de la medida total. Con la LT determinada, se procedió a la instrumentación manual del conducto con limas tipo K #15 y #20, seguidas por la instrumentación mecanizada utilizando limas Wave One Gold Primary con el motor X-Smart Plus. Durante el proceso de instrumentación, se irrigó el conducto con 2,5 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% entre cada lima, utilizando una aguja NaviTip de 29 ga y 27 mm de longitud, colocada a 2 mm de la longitud de trabajo.

Protocolo de irrigación

Una vez separadas las piezas en los distintos grupos, se procedió con el proceso de irrigación siguiendo el protocolo establecido:

Grupos experimentales:

Grupo A: Se preparó 10 piezas dentales con 2,5 ml de hipoclorito de sodio, 2,5 ml de solución salina, 2,5 ml de EDTA al 17 % se deja actuar en el conducto radicular por 1 minuto y se utilizó la activación sónica con puntas EDDY, posterior a esto se secan los conductos con conos de papel.

Grupo B: Se preparó 10 piezas dentales con 2,5 ml de hipoclorito de sodio, 2,5 ml de solución salina, 2,5 ml de EDTA al 17 % se deja actuar en el conducto radicular 1 mm y se utilizó la activación sónica con Endo activador Dentsply Sirona, posterior a esto se secan los conductos con conos de papel.

Grupo C: Se preparó 10 piezas dentales con 2,5 ml de hipoclorito de sodio, 2,5 ml de solución salina, 2,5 ml de EDTA al 17 % se deja actuar en el conducto radicular 1 minuto y se utilizó la activación ultrasónica con IRRI K VDW, posterior a esto se secan los conductos con conos de papel.

Grupo D: Se preparó 10 piezas dentales con 2,5 ml de hipoclorito de sodio, 2,5 ml de solución salina, 2,5 ml de EDTA al 17 % se deja actuar en el conducto radicular 1 minuto y se utilizó la activación ultrasónica con Ultra-X Endo activador Eighteeth, posterior a esto se secan los conductos con conos de papel.

Grupo E: Grupo control está conformado por 5 piezas dentales, irrigado con 2,5 ml de solución salina y posterior a esto se secan los conductos con conos de papel.

Para la activación, se utilizó el protocolo de Van Der Sluis,⁽⁷⁾ que consiste en realizar 3 ciclos de activación de 20 segundos cada uno, con reemplazo del NaClO en cada ciclo. Las puntas se colocaron a 1 mm menos de la longitud de trabajo, realizando un movimiento de entrada y salida sin tocar las paredes del conducto.



Fig. 1. Activación sónica EndoActivator Dentsply Sirona.

Fuente: Autora

Preparación de muestras para Microscopia Electrónica de Barrido

Para observar las muestras bajo un microscopio electrónico de barrido,⁽⁸⁾ se retiraron las coronas de todas las piezas dentales y se seccionaron longitudinalmente hasta el tercio apical con un disco de diamante, usando cortes superficiales. Para dividir por completamente las piezas, se utilizó una espátula de lecrón para evitar la contaminación de las muestras. Se eligió una de las dos mitades de cada pieza para obtener la del corte más limpio y sin defectos.



Fig. 2. Corte longitudinal de la pieza.

Fuente: Autora

Los fragmentos se colocaron en cajas Petri, cada una identificada con el grupo de estudio, y se deshidrataron con soluciones de alcohol etílico al 70°, 80° y 90°. Luego, las muestras se trasladaron al Instituto Nacional de Investigación de Salud Pública e Investigación, donde se introdujeron en un desecador por congelación (JEOL JFD-300).⁽⁸⁾ Posteriormente, se colocaron en portaobjetos, estabilizadas con cinta de carbono doble cara adhesiva, y se marcaron con el grupo de estudio. Se realizó un baño de oro al vacío utilizando un recubridor de muestras (JEOL JF-12000) durante 20 segundos.⁽⁸⁾ El oro, al ser un material conductor electrónico, permite la observación en el microscopio electrónico de barrido (SEM) (JEOL JSM-IT500).⁽⁸⁾



Fig. 3. Recubridor de muestras (JEOL JF-12000).

Fuente: Autora



Fig. 4. Muestras preparadas con recubrimiento de oro.

Fuente: Autora

Análisis de muestras en Microscopio Electrónica de Barrido

En este estudio, se observaron principalmente los túbulos dentinarios de los conductos radiculares en el tercio medio y apical para analizar la limpieza en estas áreas.

Para el siguiente procedimiento en el SEM, se ventiló el equipo para poder abrir la cámara. Se introdujo la muestra y se procedió con la evacuación hasta que la muestra se estabilizara. Al momento de visualizar la muestra, se utilizaron diferentes magnificaciones para mayor nitidez de las imágenes.



Fig. 5. Microscopio Electrónico de Barrido del Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública.

Fuente: Autora

Se realizaron 45 microfotografías de cada pieza dental, las cuales fueron evaluadas para determinar la efectividad de los métodos de activación. Se solicitó la ayuda de 4 endodoncistas para la observación y calificación mediante una escala, empleando un estudio de doble ciego para prevenir el efecto placebo. Con el fin de evitar que los

resultados de la investigación se vean afectados, los observadores no conocían la asignación de cada grupo ni las muestras correspondientes.

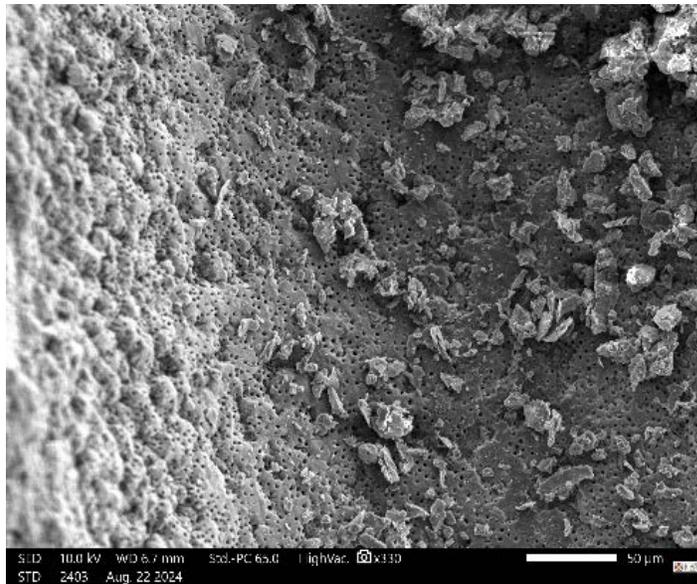


Fig. 6. Microfotografía 330X tercio apical del grupo A.

Fuente: Autora

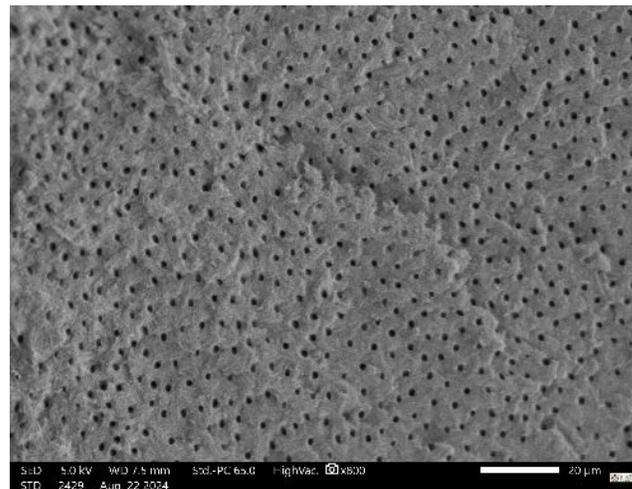


Fig. 7. Microfotografía 800X tercio apical del grupo B.

Fuente: Autora

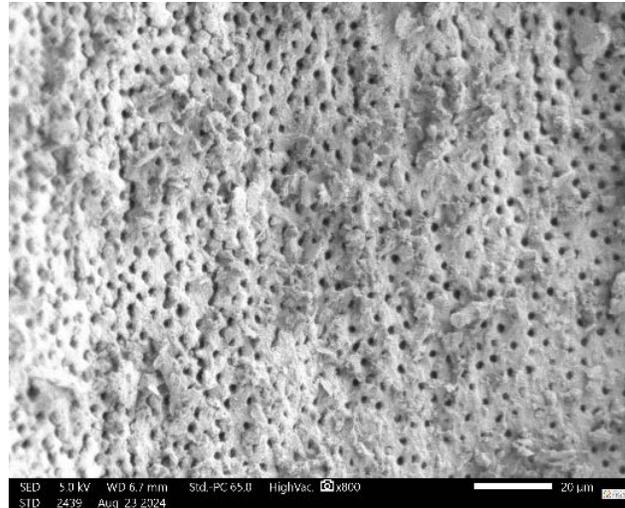


Fig. 8. Microfotografía 800X tercio apical del grupo C.

Fuente: Autora

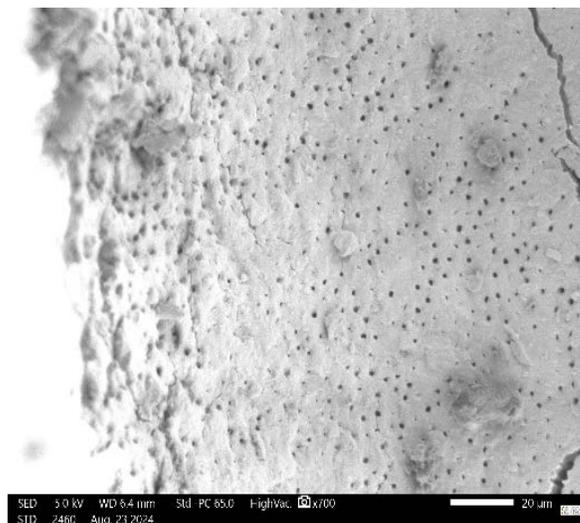


Fig. 9. Microfotografía 700X tercio apical del grupo D.

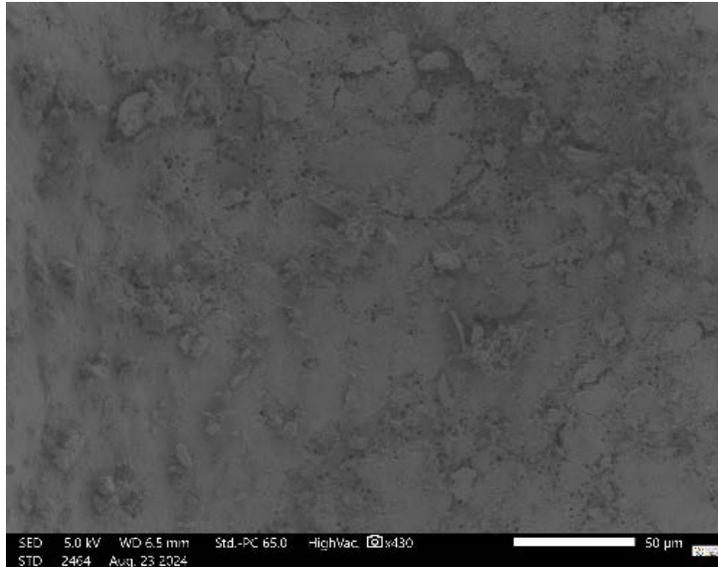


Fig. 10. Microfotografía 430X tercio apical del grupo control.

Análisis de datos

Para la tabulación de los datos, se utilizó el índice codificado de Hülsmann,⁽⁹⁾ en el que se mide el grado de barrillo dentinario. La puntuación consta con cinco criterios:

Puntuación 1: Sin barrillo dentinario:

- El conducto radicular está completamente limpio, sin presencia de barrillo dentinario o residuos.
- Los túbulos dentinarios están abiertos y claramente visibles.

Puntuación 2: Ligera presencia de barrillo dentinario:

- Se observa una capa muy delgada de barrillo dentinario.
- Los túbulos dentinarios son mayormente visibles, aunque pueden estar parcialmente cubiertos por una fina capa de residuos.

Puntuación 3: Moderada presencia de barrillo dentinario:

- Una capa notable de barrillo dentinario cubre la superficie del conducto.
- Los túbulos dentinarios son visibles, pero están prácticamente obstruidos por el barrillo.

Puntuación 4: Abundante barrillo dentinario:

- Una capa gruesa de barrillo dentinario cubre la mayor parte de la superficie del conducto radicular.
- Los túbulos dentinarios están casi completamente obstruidos y son difíciles de distinguir.

Puntuación 5: Conducto obstruido por barrillo dentinario:

- El conducto radicular está completamente cubierto por una gruesa capa de barrillo dentinario.
- Los túbulos dentinarios no son visibles debido a la obstrucción completa por el barrillo.⁹

Se almacenaron y recopilaron los datos y resultados proporcionados por los observadores mediante tablas clasificadoras en el programa de Excel y se continuó con el análisis estadístico.

Resultados

Después de haber obtenido los resultados de los cuatro endodoncistas, se registraron los datos en tablas clasificadoras en Microsoft Excel 2021 para obtener los gráficos estadísticos con los respectivos porcentajes.

GRADO DE LIMPIEZA DE TUBULOS DENTINARIOS CON PUNTAS EDDY

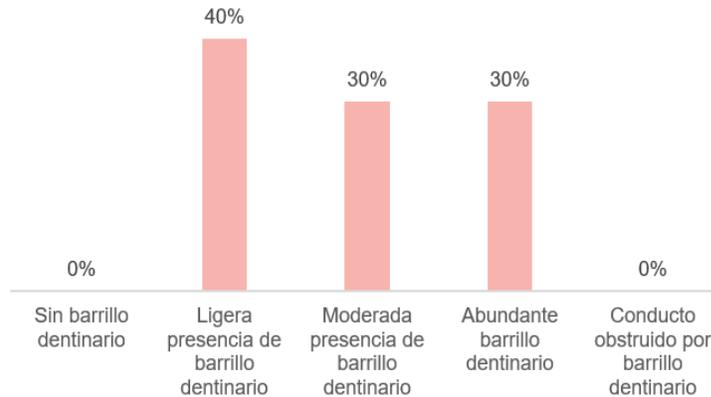


Fig. 11. Porcentaje del grado de limpieza de túbulos dentinarios con activación sónica con puntas EDDY.

Fuente: Autora

Este estudio evaluó el grado de limpieza de los túbulos dentinarios utilizando puntas EDDY, se observó que ninguna muestra quedó completamente libre de barrillo dentinario. El 40 % de las muestras presentó una ligera presencia de barrillo dentinario, mientras que el 30 % mostró una presencia moderada y otro 30 % una presencia abundante. No se reportaron casos con conductos completamente obstruidos por barrillo dentinario. Estos resultados sugieren que, si bien las puntas EDDY tienen una eficacia notable en la reducción del barrillo, no logran una eliminación total del mismo.

GRADO DE LIMPIEZA DE TUBULOS DENTINARIOS CON ENDO ACTIVATOR

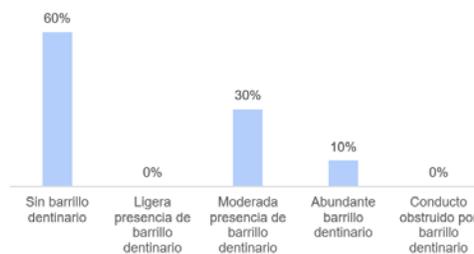


Figura 12

Porcentaje del grado de limpieza de túbulos dentinarios con activación sónica con EndoActivator Dentsply Sirona.

Fuente: Autora

En un análisis del grado de limpieza de los túbulos dentinarios utilizando el EndoActivator, se determinó que el 60 % de las muestras examinadas no presentó barrillo dentinario. En el 30 % de las muestras, se encontró una cantidad moderada de barrillo dentinario, mientras que el 10 % mostró una cantidad abundante. No se detectaron casos con ligera presencia de barrillo dentinario, ni conductos completamente obstruidos por este. Estos datos indican que las puntas EndoActivator son efectivas en la eliminación del barrillo dentinario en la mayoría de los casos, con una mayoría significativa de conductos quedando libres de obstrucción.

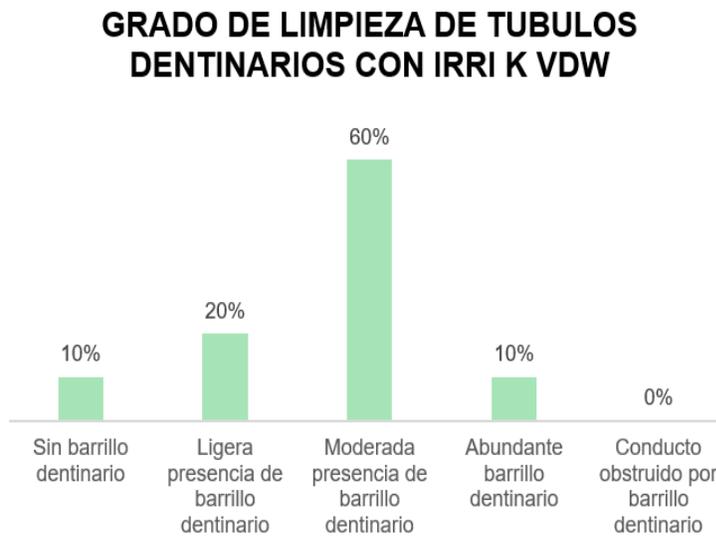


Fig. 12. Porcentaje del grado de limpieza de túbulos dentinarios con activación ultrasónica con IRRI K VDW.

Fuente: Autora

En la evaluación del grado de limpieza de los túbulos dentinarios con irrigación ultrasónica con Irri K VDW, los resultados indicaron que el 10% de las muestras no

presentó barrillo dentinario. Un 20% mostró una ligera presencia de barrillo dentinario, mientras que la mayoría de las muestras (60%) presentó una cantidad moderada de barrillo. Un 10% de las muestras mostró una abundante presencia de barrillo dentinario. No se registraron casos con túbulos obstruidos por barrillo dentinario. Estos hallazgos sugieren que las puntas Irri K VDW logran reducir el barrillo dentinario en una proporción significativa, aunque con una predominancia de casos con presencia moderada.

GRADO DE LIMPIEZA DE TUBULOS DENTINARIOS CON PUNTAS ULTRA X

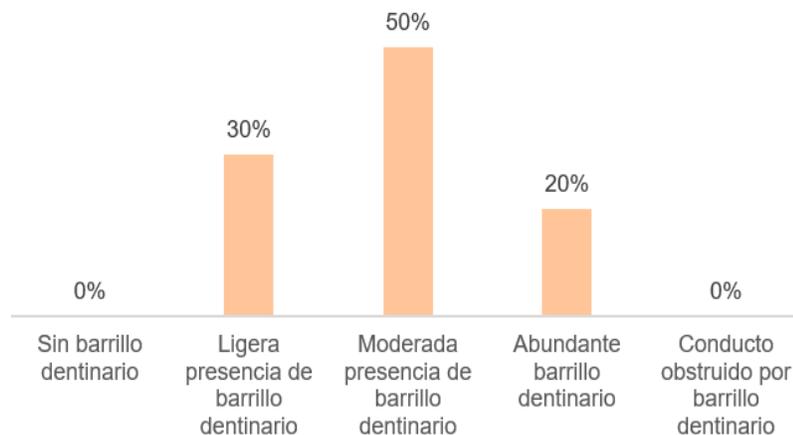


Fig. 13. Porcentaje del grado de limpieza de túbulos dentinarios con activación ultrasónica con Ultra-X EndoActivator Eighteeth.

Fuente: Autora

En esta valoración del grado de limpieza de túbulos dentinarios con activación ultrasónica con Ultra X EndoActivator Eighteeth, se determinó que el 30% de los resultados indican una ligera presencia de barrillo dentinario. El 50% de las muestras mostró una moderada presencia de barrillo dentinario. Un 20% presentó abundante

barrillo. Las muestras no presentaron resultados de túbulos sin barrillo dentinario, ni conducto obstruido por barrillo dentinario.

Tabla 1 - Resumen descriptivo de la puntuación obtenida en cada grupo experimental

Grupo	N	Total	Media	DE	Mínimo	Máximo
A (EDDY)	10	29	2,9	0,9	2	4
B (Endo Activator)	10	9	1,9	1,2	1	4
C (Irri K DVW)	10	27	2,4	0,8	1	4
D (Ultra X)	10	29	2,9	0,7	2	4
Grupo control	5	20	4	1,7	1	5

Fuente: Autora

En la tabla 1 se muestran los resultados de cada grupo. El grupo A obtuvo un total de 29 puntos; el grupo B, con el menor puntaje, alcanzó 19 puntos; el grupo C obtuvo 27 puntos; el grupo D también obtuvo 29 puntos, igualando al grupo A. El grupo control, que incluyó 5 muestras, obtuvo un puntaje de 20 puntos.

Los resultados obtenidos de los grupos experimentales mostraron diferencias significativas en comparación con el grupo control. Aunque el grupo A y D, ambos con 29 puntos, obtuvieron el puntaje total más alto, no se encontraron diferencias significativas entre ellos, lo que sugiere que ambos grupos lograron una limpieza similar. Se recomienda utilizar como primera opción el método de activación con EndoActivator, ya que obtuvo el puntaje más bajo entre los métodos evaluados.

Discusión

Widbiller et al. (2023) evaluaron en 90 dientes unirradiculares la eficacia de diferentes métodos de activación del irrigante en la penetración en los túbulos dentinarios y la

eliminación del barrillo dentinario. La activación sónica demostró ser efectiva, logrando resultados comparables a la activación ultrasónica en términos de limpieza del conducto. Widbiller et al. han señalado que la elección del método de activación debe basarse no solo en la eficiencia de la limpieza, sino también en la preservación de la integridad de la dentina, lo cual es crucial para el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico.⁽¹⁾ En este contexto, la activación sónica, aunque menos agresiva que otros métodos, resultó ser una opción viable para minimizar la desintegración de la superficie dentinaria.⁽¹⁰⁾

Chu et al. (2023) incluyeron estudios in vitro, se observó que la activación sónica mostró una eficacia comparable e incluso superior en algunos casos a la irrigación activada por ultrasonido para la eliminación del barrillo dentinario. La eficacia de la activación sónica es resaltada en varios estudios, donde se encontró que supera significativamente la activación ultrasónica. Por lo tanto, aunque los resultados sugieren que la activación sónica tiene un potencial significativo para mejorar la limpieza del conducto radicular, se necesitan más investigaciones que estandaricen los protocolos de activación para confirmar de manera concluyente la mayor eficacia de la activación sónica en comparación con la ultrasónica.⁽¹¹⁾

Los resultados de esta investigación difieren de algunos estudios en la literatura que destacan las ventajas de los métodos de activación ultrasónica. Por ejemplo, Macedo R, et al. Demostraron que la cavitación no ocurre alrededor de las puntas sónicas, mientras que en las puntas ultrasónicas, la cavitación aumenta significativamente con la potencia, destacando la mayor efectividad de las limas Irrisafe. La cavitación se localiza en puntos específicos de las limas ultrasónicas, coincidiendo con los antinodos, y ocurre incluso en conductos curvos. Esto sugiere que las limas ultrasónicas ofrecen una ventaja en la limpieza de conductos radiculares complejos, extendiendo su acción de limpieza más allá de la longitud de trabajo.⁽¹²⁾

Asimismo, Castro S, Peñaherrera M. refieren que la activación ultrasónica en endodoncia ha demostrado ser más efectiva que la irrigación convencional al mejorar la limpieza del conducto radicular, principalmente a través de la generación de cavitación y el aumento de la eficacia del hipoclorito de sodio. Sin embargo, aunque es superior en la eliminación de biofilm y barro dentinario, sigue sin lograr una remoción completa.⁽¹³⁾

Conclusiones

En este estudio, se empleó el microscopio electrónico de barrido para evaluar las muestras, confirmando su utilidad como herramienta para examinar y comparar la efectividad de los métodos de activación en la eliminación del barrillo dentinario, dado que permite observar las muestras a grandes magnitudes.

Los resultados destacan la efectividad del EndoActivator en la reducción del barrillo dentinario, mostrando una mayor proporción de conductos completamente libres de obstrucción. Este método demostró una mayor eficacia, con el 60 % de las muestras sin barrillo dentinario y solo un 10% con una cantidad abundante. Esto sugiere que el EndoActivator es efectivo en la eliminación del barrillo dentinario en la mayoría de los casos, logrando una mayor proporción de conductos libres de obstrucción. Sin embargo, ninguno de los métodos de activación evaluados logró una eliminación completa del barrillo dentinario.

Agradecimientos

Quiero agradecer por todo el apoyo que he recibido de mis padres, quienes han estado para mí en todo momento, tanto en los momentos difíciles como en los de alegría, y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su amor y sacrificios a lo largo de mi vida han sido la base sobre la que he podido construir mis sueños.

Estoy agradecida con toda mi familia quienes han sido fundamentales en este proceso, sobre todo a mi hermano, Karen, a mi tía Rosa, Ashley, y mi familia que me ha apoyado desde tan lejos, a mi yaya Ana y a mi tía Paola.

Agradezco a Kevin, quien ha estado conmigo desde el pre. Gracias por darme ánimos cuando más lo necesitaba, por abrazarme cada vez que algo me salía mal en la clínica y por siempre estar disponible para mí.

Agradezco a Madelyne, por ser como una hermana para mí, con quien puedo contar en todo momento; y a su mamá, Magdalena, por estar pendiente de mí y tratarme como si fuera una hija más.

A mis amigos Martina, Wladimir, Renato, Marangie, Steven, Lester, Renata y a todos los que hicieron de mis días mas bonitos en la universidad, quiero agradecerles por su apoyo y la amistad que me han brindado durante estos años.

Al Dr. Javier López, estoy muy agradecida por su orientación y apoyo durante el proceso de mi tesis. Su paciencia, conocimiento y dedicación han sido fundamentales para llevar a cabo este trabajo. Gracias por la oportunidad de aprender de usted y hacer que me enamore de la endodoncia. Sin duda, su guía ha sido un pilar en la culminación de este proyecto.

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para llegar hasta aquí. Reconozco que no ha sido fácil, pero estoy orgullosa de lo que he logrado.

Referencias bibliográficas

1. Ibarra De La Vega JF, Maldonado Paredes JE, Nardello Leite LC, Romero Cazares RX. Efectividad antibacteriana entre sistema de irrigación ultrasónica pasiva y continua sobre *Enterococcus faecalis*. Estudio in vitro. RO. el 30 de julio de 2021;23(2):e3272.
2. Jardel Da Silva L, Theodoro De Oliveira T, Candido Dos Reis A. Efecto del ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura. Odontol sanmarquina. el 12 de septiembre de 2019;22(3):187–95.

3. Bravo-Díaz J, Reyes-Mendoza D, Torres-Rosas R, Hernández-Juárez J, Argueta-Figueroa L. Dispositivos empleados en técnicas de irrigación con hipoclorito de sodio para eliminación de lodillo dentinario: Revisión de la literatura. En 2022. p. 87–100.
4. Miguéns-Vila R, Martín-Biedma B, Aboy-Pazos S, Uroz-Torres D, Álvarez-Nóvoa P, Dablanca-Blanco AB, et al. Effectiveness of Different Irrigant Activation Systems on Smear Layer Removal: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Clin Med.* el 15 de febrero de 2022;11(4):1003.
5. Labarta AB, Sierra LG. Remoción del barro dentinario y erosión sobre el sustrato al utilizar diferentes soluciones ácidas. *Odontol sanmarquina.* el 20 de junio de 2018;21(2):103.
6. Ballal NV, Ferrer-Luque CM, Sona M, Prabhu KN, Arias-Moliz T, Baca P. Evaluation of final irrigation regimens with maleic acid for smear layer removal and wettability of root canal sealer. *Acta Odontol Scand.* abril de 2018;76(3):199-203.
7. Ahmad Ali I, Layous K, Alzoubi H. Evaluating the Effectiveness of Different Irrigant Activation Techniques in Removing the Smear Layer and Opening the Dentinal Canals: A Scanning Electron Microscopic Study. *Cureus.* 15(1):e33961.
8. Amano YJ, Díaz L. Introducción a la microscopia electrónica. 1ª ed. 2015.p.203
9. Hülsmann M, Rümmelin C, Schäfers F. (1997) Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *JEndod.*;23(5):301-6. [http://doi.org/10.1016/S0099-2399\(97\)80410-4](http://doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80410-4)
10. Widbiller M, Rosendahl A, Schlichting R, Schuller C, Lingl B, Hiller KA, et al. Impact of Endodontic Irrigant Activation on Smear Layer Removal and Surface Disintegration of Root Canal Dentine In Vitro. *Healthcare (Basel).* el 29 de enero de 2023;11(3):376.
11. Chu X, Feng S, Zhou W, Xu S, Zeng X. Cleaning efficacy of EDDY versus ultrasonically-activated irrigation in root canals: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* el 17 de marzo de 2023; 23:155.

12. Macedo R, Verhaagen B, Rivas DF, Versluis M, Wesselink P, van der Sluis L. Cavitation Measurement during Sonic and Ultrasonic Activated Irrigation. *Journal of Endodontics*. el 1 de abril de 2014;40(4):580–3.

13. Castro-Rentería SP, Peñaherrera-Manosalva MS. Evaluación con microscopía electrónica de la remoción de barrillo dentinario; utilizando Hipoclorito de sodio, Clorhexidina e Hipoclorito de sodio + EDTA con irrigación ultrasónica. *Dominio de las Ciencias*. el 19 de enero de 2017;3(1):298–317.