



Efectividad del ácido etilendiaminotetraacético y ácido cítrico en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares

Effectiveness of edta and citric acid on removal smear layer of the root canal system

Agreda Hernández Morelia Carolina ¹, Jiménez Arias Liliana Coromoto ²,
Hernández Morelia del Pilar ³, Ostos Lerner José Gregorio ⁴

¹ Odontólogo - Especialista en Endodoncia, Profesor de Pregrado de la Cátedra de Endodoncia. Departamento de Medicina Oral de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela. ² Odontólogo - Especialista en Endodoncia, Profesor de Pregrado y Postgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, Valencia - Venezuela. ³ Médico. Ambulatorio Venezuela. Mérida- Venezuela. ⁴ Asistente de Laboratorio del Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC). Valencia - Venezuela. endodoncia21@gmail.com

Recibido: 24/09/2015
Aceptado: 19/11/2015

Resumen

El barrillo dentinario es la capa residual que se desprende durante la instrumentación del sistema de conductos radiculares (SCR), formado por una mezcla de restos de dentina, residuos de tejido pulpar, necrótico y microorganismos en casos de dientes infectados. Para eliminarla se utiliza hipoclorito de sodio (NaOCl) combinado con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) (15-17%) o combinado con ácido cítrico (AC) (10-50%) en el protocolo de irrigación final. La presente investigación in vitro tuvo como objetivo determinar la efectividad del EDTA y AC en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares. Esta investigación fue de tipo explicativa, diseño experimental, con muestreo no probabilístico intencional, constituido por 70 premolares monorradiculares con un solo conducto, a las que se les aplicó NaOCl al 5.25% combinado con EDTA al 17% e NaOCl al 5.25% combinado con AC al 10%. Se observó a través del microscopio electrónico de barrido (MEB) que los dientes irrigados con EDTA presentó menor cantidad de barrillo dentinario en comparación con los irrigados con AC, en todos los tercios radiculares, encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($p=0.000$). El tratamiento con EDTA fue estadísticamente más efectivo en la remoción del barrillo dentinario que el AC, en todos los tercios radiculares, encontrándose mayor número de túbulos dentinarios abiertos.

Palabras clave: EDTA, ácido cítrico, barrillo dentinario, sistema de conductos radiculares.

Summary

The smear layer is released during the mechanical preparation of the root canal system (RCS), formed by a mixture of residual dentine, waste pulp tissue, necrotic and microorganisms in cases of infected teeth. To remove sodium hypochlorite (NaOCl) combined with 15-17% EDTA or in combination with 10-50% citric acid (CA) in the final rinse protocol is used. The aim of the present in vitro study was to investigate the effectiveness of EDTA and CA on removal smear layer of the root canal system. This research was explanatory type, experimental design, intentional non-probability sampling, seventy single-rooted premolars freshly-extracted with one canal, the final irrigation sequence was 5.25% NaOCl combined with 17% EDTA and 5.25% NaOCl combined with 10% CA. Were observed through scanning electron microscopy (SEM) teeth rinse with EDTA showed fewer smear layer compared with rinse with CA in all root thirds, with statistically significant difference ($p = 0.000$). Treatment with EDTA was statistically more effective in removing the smear layer with the CA, in all root thirds and more open dentinal tubules

Key words: EDTA, citric acid, smear layer, root canal system.

Introducción

En la actualidad, la terapia endodóntica está enfocada en el desbridamiento minucioso del sistema de conductos radiculares (SCR), cuyo objetivo principal es eliminar los microorganismos responsables de las patologías pulpares y periapicales presentes en las unidades dentarias de pacientes que presentan o no sintomatología clínica. Sin embargo, realizar un desbridamiento completo por medios mecánicos en las irregularidades anatómicas entre ellas,

istmos, conductos accesorios y deltas apicales es imposible, por lo tanto la desinfección química a través de la irrigación juega un rol significativo en endodoncia.

Las infecciones endodónticas son polimicrobianas, por lo general dominado por bacterias gramnegativas y grampositivas anaerobias estrictas y facultativas. Estas comunidades microbianas pueden sobrevivir en los restos de tejido orgánico pulpar e invadir las paredes dentinarias a través de los túbulos dentinarios, principalmente los que se encuentran en el tercio apical¹. Es por ello que la erradicación de estos microorganismos durante el tratamiento endodóntico depende de una instrumentación efectiva, irrigación con sustancias químicas y el uso de medicaciones intraconducto².

En la terapia endodóntica, en la fase de la preparación biomecánica, grandes áreas de las paredes del conducto podrían permanecer sin ser tocadas por los instrumentos. Dutner et al., señalan que más de un 35% de la superficie del conducto radicular puede quedar sin instrumentar después del tratamiento endodóntico, siendo necesario irrigar rigurosamente el SCR³. Por otra parte, el conocimiento de las variaciones anatómicas del SCR es un requisito básico para el éxito en endodoncia, ya que la presencia de un conducto no tratado puede ser una razón para el fracaso endodóntico⁴. Mientras que, para la desinfección química del SCR, diferentes irrigantes son utilizados en la remoción del tejido pulpar, tejido necrótico y de la capa residual de barrillo dentinario. Durante más de cuatro décadas el hipoclorito de sodio (NaOCl) ha sido el irrigante de primera elección y comúnmente usado en endodoncia; este irrigante disuelve tejido orgánico y es un agente antimicrobiano efectivo contra muchas bacterias, hongos, protozoarios, virus (incluyendo el VIH) y esporas bacterianas^{5,6}. Sin embargo, el NaOCl

por sí solo no remueve el barrillo dentinario producto de la instrumentación⁷.

En la instrumentación de los conductos radiculares se desprende una capa residual denominada “barrillo dentinario” o “smear layer”, formada por una mezcla de restos de dentina, sangre o líquido extracelular, residuos de tejido pulpar y/o necrótico y microorganismos en caso de dientes infectados. Su espesor puede ser hasta 1,5 micrómetros (μm) y alcanzar hasta 40 μm de profundidad. Este barrillo dentinario se adhiere a la superficie de la pared dentinaria del conducto y ocluye los túbulos dentinarios, convirtiéndose en un obstáculo entre los materiales de obturación y la dentina sana que inhibe la penetración de los irrigantes dentro de los túbulos; además de aumentar la microfiliación de los selladores de uso común disminuyendo la adhesión de los materiales a base de resina⁸. Asimismo, si el barrillo dentinario no se elimina, se estaría permitiendo protección al biofilm adherido a las paredes del conducto radicular; las bacterias presentes en este barrillo pueden sobrevivir, multiplicarse y proliferar en los túbulos dentinarios que sirven como un reservorio de agentes irritantes microbianos pudiendo actuar como un sustrato para las bacterias, permitiendo su penetración más profunda en los túbulos limitando la penetración óptima de agentes antimicrobianos⁹. Para la remoción del barrillo dentinario se han utilizado agentes químicos quelantes, como solución de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en concentraciones que van desde 10 a 17% y el ácido cítrico (AC) de 10 a 50%, con el propósito de lograr la apertura de los túbulos dentinarios permitiendo mayor penetración de las sustancias irrigantes, de las medicaciones intraconducto y de los materiales de obturación¹⁰.

Es por ello que se emplean actualmente protocolos de irrigación para lograr una desinfección química-mecánica eficaz. El protocolo de irrigación consiste en la

combinación secuencial de soluciones antimicrobianas y sustancias quelantes, entre ellas, el NaOCl junto con el EDTA y Clorhexidina (CHX) en la irrigación final luego de la preparación biomecánica^{11,12}. Tanto el EDTA como el AC son compuestos químicos de moléculas grandes de forma compleja, que tienen la capacidad de unirse mediante radicales libres a iones metálicos como al calcio presente en los cristales de hidroxiapatita de la dentina, provocando una descalcificación^{13,14}. Actualmente, se emplean técnicas y sistemas de irrigación para la activación de la solución irrigadora como el uso de dispositivos sónicos y ultrasónicos en la que se logra una mayor desinfección gracias a la cavitación y la corriente acústica del irrigante lo cual contribuye a una actividad química-biológica para un desbridamiento óptimo de las anastomosis, istmos y superficies inaccesibles por la instrumentación^{15,16}.

De acuerdo a lo explícito anteriormente, la presente investigación planteó como hipótesis nula que la remoción del barrillo dentinario es mínima con el uso del EDTA y AC en el sistema de conductos radiculares, mientras que como hipótesis alternativas se proyectó en primer orden que el EDTA es más efectivo en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares, en segundo lugar que el AC es menos efectivo en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares. Por tanto, el propósito de este estudio fue determinar la efectividad del EDTA al 17% y AC al 10% en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio *in vitro*, explicativo con un nivel descriptivo, y de diseño experimental puro, corte transversal^{17,18}. La población estuvo constituida por 113 premolares superiores e inferiores (con uno o más conductos y una o más

raíces) extraídos en pacientes que acudieron al área clínica de cirugía bucal de pregrado y ortodoncia de postgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, en Valencia, Edo. Carabobo-Venezuela, en el período Junio-Septiembre 2014, bajo consentimiento informado según los principios bioéticos de Helsinki (2004) ¹⁹ y bajo la autorización de la Comisión de Bioética y Bioseguridad de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo. Se utilizó un tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra estuvo constituida por 70 premolares (segundos premolares superiores y primeros y segundos premolares inferiores monorradiculares y con un solo conducto) extraídos de pacientes mencionados anteriormente en la población.

Para los criterios de inclusión se tomaron en cuenta: dientes premolares monorradiculares y con un solo conducto, con raíces relativamente rectas (con un grado de curvatura radicular <30° de acuerdo a la clasificación de Schneider's), con indicación de exodoncia por enfermedad periodontal o con fines ortodónticos, con raíces completamente formadas y ausencia de caries. Para los criterios de exclusión se tomaron en cuenta: dientes primeros premolares superiores o birradiculares, dientes premolares con más de un conducto, dientes con endodoncias previas y caries dental, dientes con raíces incompletamente formadas, dientes con raíces reabsorbidas o fracturadas. El estudio se llevó a cabo en cuatro fases:

Fase I. Preparación de la muestra: una vez extraídos los premolares se procedió a la desinfección de los mismos con instrumento sónico (scaler) a fin de no dañar la superficie radicular, con el propósito de remover todo el cálculo y tejido orgánico restante, luego se lavaron con solución fisiológica. Posteriormente se tomó radiografías periapicales con equipo radiovisiógrafo (SATELEC®-modelo Sopix) a los premolares extraídos para la selección de los monorradiculares y excluir el resto. Se realizó la

apertura cameral a cada diente y permeabilización con una lima K N° 10 (Dentsply Maillefer®), hasta visualizar que sobresale la lima de la porción apical 1 mm. Se determinó la longitud de trabajo (método radiográfico), restándole 1 mm a la longitud determinada con la lima N° 10. La longitud promedio de todos los dientes estuvo entre 18.5 y 24.5 mm. Se colocó cera de utilidad alrededor de los ápices dentarios para evitar la extrusión del irrigante a través del foramen. La preparación biomecánica de los conductos se realizó utilizando motor Recipro® (VDW/Silver), y técnica Crown-Down mediante sistema rotatorio Protaper® Universal (Dentsply Maillefer®), con una secuencia en los instrumentos: S1, Sx, S2, F1, F2 y preparación apical hasta F3, con irrigación copiosa manual de 5 ml de NaOCl al 5.25% (SECURE®) entre lima y lima para eliminar el detritus y lubricar el conducto, empleando un total de 30 ml de NaOCl. La aguja de irrigación se colocó a 1 mm del foramen apical del conducto radicular.

La muestra se dividió en cuatro grupos. El grupo 1, estuvo conformado por 30 premolares a los que se les aplicó NaOCl al 5.25% + EDTA al 17% (SECURE®). El grupo 2, estuvo formado por 30 premolares a los que se les aplicó NaOCl al 5.25% + AC al 10% (preparado farmacéutico: 100 cc de agua destilada por 10 gramos de ácido cítrico al 10%). El grupo 3 (control positivo), estuvo formado por 5 premolares a los que se les aplicó NaOCl al 5.25%. Y el grupo 4 (control negativo), estuvo formado por 5 premolares a los que se irrigó con solución fisiológica (Cloruro de Sodio al 0,9%).

Fase II. Irrigación de la muestra: en esta fase se hizo efectiva la irrigación señalada en la fase I, mediante el uso de jeringas desechables estériles de 5 ml y agujas de irrigación Endo-Eze 27G (Ultradent Products®).

El protocolo de irrigación final se describe a continuación: a) Grupo 1: *Irrigación Ultrasónica Pasiva (IUP) con NaOCl al 5.25% 1

minuto con recambios de NaOCl 3 ciclos de 20 segundos cada uno. *Irrigación con solución fisiológica (5 ml). *IUP con EDTA al 17% 1 minuto (5 ml). *Irrigación con solución fisiológica (5 ml). b) Grupo 2: *IUP con NaOCl al 5.25% 1 minuto con recambios de NaOCl 3 ciclos de 20 segundos cada uno. *Irrigación con solución fisiológica (5 ml). *IUP con AC al 10% 1 minuto (5 ml). *Irrigación con solución fisiológica (5 ml). c) Grupo 3 (control positivo): IUP con NaOCl al 5.25% 1 minuto con recambios de NaOCl 3 ciclos de 20 segundos cada uno. d) Grupo 4 (control negativo): Irrigación manual con Cloruro de Sodio al 0,9% (5 ml de solución fisiológica).

Fase III: Preparación de la muestra al MEB:

a continuación se secaron los conductos con conos de papel estériles N° 35, y la entrada de los conductos fueron sellados con torunda de algodón para evitar la entrada de cualquier material hacia el interior del conducto. Los dientes fueron descoronados con dremel y disco de diamante. Posteriormente, se realizó una ranura en sentido vestíbulo-lingual de la raíz, sin dañar o tocar el conducto radicular, para luego seccionar las unidades dentarias en sentido longitudinal empleando cincel de corte frío y martillo, para luego realizar el proceso de fijación de la muestra antes de ser observados al MEB. Este procedimiento del corte de los dientes se llevó a cabo en la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas (UNIMPA) de la Universidad de Carabobo.

El proceso de fijación de la muestra se llevó a cabo en el laboratorio del Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC). Una mitad de cada diente del total de la muestra fue sometida al proceso de fijación, en la cual estuvo inmersa en: a) Solución de fijación mediante el uso de Glutaraldehído al 2% por 12 horas. b) Luego fue lavada en Buffer Fosfato Milloning durante 1 hora. c) Posteriormente se sumergió en alcohol para su deshidratación alcanzando una

concentración de 50%, 75% y 100% por 24 horas. d) La muestra se colocó en una estufa (Desecador) a 60°C por 3 horas.

La muestra fue estudiada en el laboratorio “E” sección “Microscopía Electrónica de Barrido” de la Universidad Simón Bolívar (USB) en Caracas-Venezuela. Se realizó el *sputtering*, técnica que consiste en la deposición de oro o recubrimiento de las muestras, en la que se utiliza una capa fina de oro, que le otorga propiedades conductoras, siendo el oro el mejor conductor. Para esta técnica se emplea un aparato llamado *Recubridor Iónico* marca BALZERS®, que trabaja a una presión de vacío de 0,1 mbar o 10 pascales, a 20 mA de corriente y a 200 voltios, por 3 minutos.

Fase IV: Evaluación al MEB: el equipo utilizado fue un Microscopio Electrónico de Barrido marca JEOL® modelo JSM-6390. Las imágenes obtenidas del MEB son digitales (con magnificación de 1000x), las cuales se guardan mediante un software en un computador específico. La muestra fue analizada bajo el MEB para establecer mediante observación directa la presencia de barrillo dentinario en los diferentes tercios de la superficie radicular, luego del uso de agentes quelantes. Los datos se registraron en la Guía de Observación (diseñada por el investigador) y se categorizó según la Escala por Rome et al.²⁰:

0	No hay barrillo dentinario todos los túbulos dentinarios están abiertos.
1	Capa mínima de barrillo dentinario >50% de túbulos dentinarios visibles.
2	Capa moderada de barrillo dentinario <50% de túbulos dentinarios abiertos.
3	Abundante barrillo dentinario rodeado de túbulos dentinarios obliterados

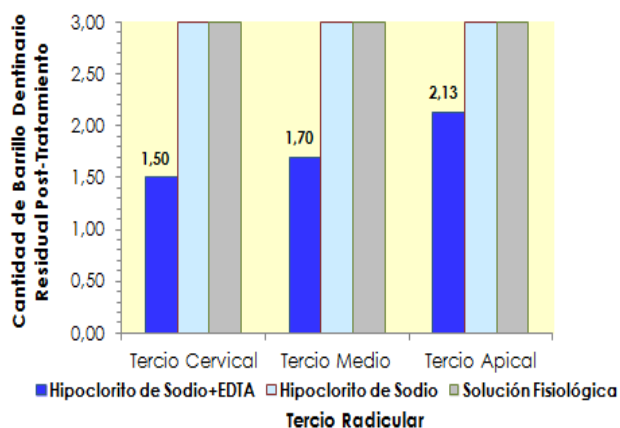
El análisis de los datos se realizó mediante diferentes estadísticos: t de Student; ANOVA y prueba de Tukey. Se consideró que un valor de p

< 0.05 indica diferencias significativas desde el punto de vista estadístico.

Resultados

En el presente estudio in vitro, mediante la observación al MEB (magnificación de 1000x) y el análisis de las microfotografías, se observó que los protocolos de irrigación empleados en el presente estudio removieron parcialmente el barrillo dentinario de la superficie radicular de los dientes estudiados por tercios (cervical, medio, apical). Todas las microfotografías evaluadas del MEB de los grupos control positivo (NaOCl al 5.25%) y negativo (solución fisiológica) evidenciaron abundante barrillo dentinario rodeado de túbulos dentinarios obliterados correspondiente a un nivel 3 de la escala anteriormente descrita. Dado que todas las microfotografías evaluadas en dichos controles obtuvieron un valor de 3, el promedio de la cantidad de barrillo dentinario presente en el SCR para ambos grupos control fue de 3 ± 0 , el cual se representa en los gráficos 1 y 2 con las barras de color azul claro para el control positivo y gris para el control negativo.

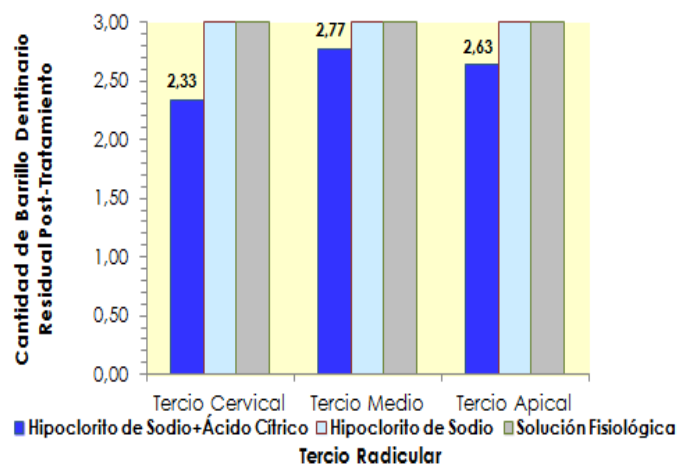
Figura 1. Cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento promedio según el tercio radicular tratado con hipoclorito de sodio al 5.25% combinado con EDTA al 17%



Fuente: Guía de Observación. Agreda, M. (2014).

En la figura 1, se observa la cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento promedio presente en el SCR evaluado por tercios, obtenido de la observación del grupo tratado con hipoclorito de sodio combinado con EDTA (Grupo 1), encontrándose en el tercio cervical un promedio de 1.50 ± 0.78 , en el tercio medio 1.70 ± 0.84 , y en el tercio apical 2.13 ± 0.82 . Al comparar estos valores con los obtenidos en los grupos controles (positivo y negativo) el cual tiene un valor de 3 en todos los tercios, se observa que el protocolo de irrigación con EDTA facilita la remoción del barrillo dentinario. También se puede observar que la cantidad de barrillo dentinario aumenta a medida que se avanza a lo largo del SCR en sentido corono-apical de los dientes. Se encontró diferencias estadísticamente significativas entre la cantidad de barrillo dentinario promedio en el tercio cervical en comparación con el tercio apical, siendo menor la presencia de barrillo dentinario en cervical ($p = 0.012$), como se puede ver en la tabla 1.

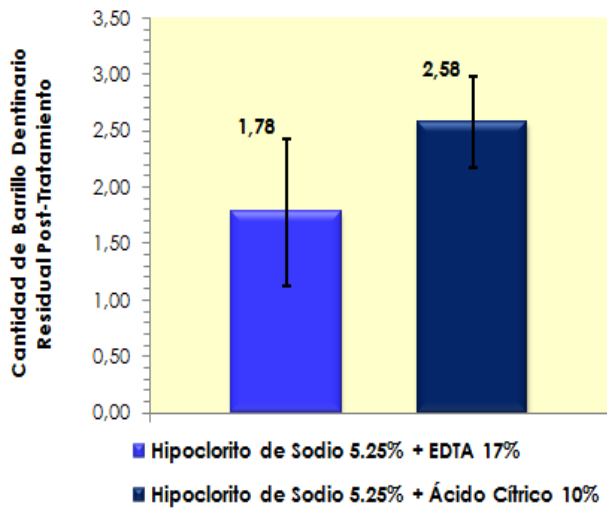
Figura 2. Cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento promedio según el tercio radicular tratado con hipoclorito de sodio al 5.25% combinado con ácido cítrico al 10% (Grupo 2).



Fuente: Guía de Observación. Agreda, M. (2014).

En la figura 2, se observa la cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento promedio presente en el SCR evaluado por tercios, obtenido de la observación del grupo tratado con hipoclorito de sodio combinado con AC (Grupo 2), encontrándose en el tercio cervical un promedio de 2.33 ± 0.76 , en tercio medio 2.77 ± 0.43 , y en tercio apical 2.63 ± 0.61 . Al comparar estos valores con los obtenidos en los grupos controles (positivo y negativo valor de 3), se observa que el protocolo de irrigación con AC, al igual que el protocolo que incluye EDTA, facilita la remoción del barrillo dentinario. En la misma figura se puede observar que la relación de la cantidad de barrillo dentinario es poco dependiente del tercio estudiado, sin embargo, en el tercio cervical se evidencia una cantidad de barrillo dentinario promedio menor que en los otros tercios ($p=0.022$), siendo esta diferencia estadísticamente significativa (Ver tabla 1).

Figura 3. Cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento observado en el SCR según el tratamiento empleado.



Fuente: Guía de Observación. Agreda, M. (2014).

En la figura 3, se observa que, la cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento

promedio observado en el grupo 1 (hipoclorito de sodio combinado con EDTA) fue de 1.78 ± 0.65 , menor al encontrado en el grupo 2 (hipoclorito de sodio combinado con AC) el cual fue de 2.58 ± 0.41 ($p=0.000$), encontrándose diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos; lo que significa que al usar EDTA al 17% se remueve más barrillo dentinario en el SCR, que con el uso del AC al 10%, en el cual queda una capa densa de barrillo dentinario.

Tabla 1. Efectos del tratamiento con EDTA y ácido cítrico en los diferentes tercios del SCR.

Tercio Radicular	N	NaOCl+EDTA		NaOCl+AC		t de Student	P
		□	DS	□	DS		
Cervical	30	1.50	± 0.78	2.33	± 0.76	-4.174	0.000
Medio	30	1.70	± 0.84	2.77	± 0.43	-6.211	0.000
Apical	30	2.13	± 0.82	2.63	± 0.61	-2.680	0.01
F		4.70		4.01			
Var error		0.66		0.38			
p		0.012		0.022			
mds		0.47		0.36			

Fuente: Guía de Observación. Agreda, M. (2014).

En la tabla 1 se muestra la cantidad de barrillo dentinario residual post-tratamiento promedio presente en el SCR de los dientes tratados con EDTA y AC por tercios radiculares (cervical, medio y apical). En dicha tabla se puede observar que, en los tres tercios evaluados, el EDTA fue más efectivo en la remoción del barrillo dentinario que el AC, es decir, el grupo de dientes irrigados con EDTA presentó menor cantidad de barrillo dentinario y mayor número de túbulos dentinarios abiertos en comparación con los dientes irrigados con AC, en todos los tercios radiculares, mostrando diferencias estadísticamente significativas en el tercio cervical ($p=0.000$), medio ($p=0.000$) y apical ($p=0.01$).

Discusión

La complejidad de la morfología del SCR limita de manera significativa la efectividad en la limpieza y conformación de los conductos radiculares, debido a la variabilidad en las formas de los conductos siendo estos irregulares, acintados, estrechos y curvos, lo cual constituye una dificultad en el manejo adecuado de los instrumentos endodónticos, obteniendo como resultado zonas desigualmente tratadas, actuando estas como depósitos de detritus y de barrillo dentinario difíciles de eliminar. Para la desinfección del SCR se han empleado preparaciones biomecánicas mediante el uso de la técnica crown-down, protocolos de irrigación a través de la combinación secuencial de diferentes soluciones irrigadoras y el uso de sistemas de irrigación que facilitan la remoción del detritus, microorganismos, bacterias, productos tóxicos, y sustancias necesarias para el crecimiento bacteriano, en las superficies inaccesibles y no instrumentadas del SCR.

Los resultados obtenidos en la presente investigación *in vitro* identifican la efectividad del EDTA y del AC combinados con hipoclorito de sodio en igual dilución, en la remoción del barrillo dentinario; al comparar los efectos de ambas soluciones en el SCR, bajo el MEB y de acuerdo a las hipótesis planteadas en la investigación, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó las hipótesis alternativas, es decir, el comportamiento del tratamiento con EDTA al 17% fue estadísticamente más efectivo en todos los tercios del SCR que el AC, en cuanto a la cantidad de barrillo dentinario removido en cada grupo experimental ($p=0.000$). Actualmente, es conocimiento universal que el hipoclorito de sodio remueve sólo la materia orgánica del barrillo, más no el componente inorgánico del mismo, producto del corte de la dentina producida por la instrumentación de las paredes del conducto radicular, como es demostrado en

las imágenes obtenidas del MEB del grupo control positivo en esta investigación.

Varios estudios han comparado simultáneamente ambas soluciones; en el caso de Olivieri et al., realizaron un estudio para comparar la eficacia de tres agentes quelantes (EDTA 17%, ácido cítrico 5% y ácido cítrico 10%) con y sin la técnica de irrigación dinámica manual para la remoción de barrillo dentinario, en 60 raíces monorradiculares de dientes extraídos de humano y preparados con sistema rotatorio ProFile (Dentsply®) con un tamaño apical de 40.04, mediante un protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.2%; encontrando que, el ácido cítrico al 5 y 10% combinado con activación dinámica manual fue más eficaz que el EDTA al 17% observándose diferencias desde el punto de vista estadístico²¹. De igual manera, Martinelli et al., investigaron mediante MEB la efectividad de diferentes soluciones irrigantes en base a EDTA al 17% y AC al 10% y 25% obtenidas en el laboratorio de Bioquímica (UdelaR) y se compararon con un producto comercial: Quelant, en 40 dientes monorradiculares (1 ml de quelante por 3 minutos con minuto de agitación con una lima K N° 15, seguido de 2 ml de NaOCl al 2.5%); encontrando que, la irrigación única con NaOCl no elimina el barrillo dentinario, y que tanto el Quelant 17% como el AC combinados con el NaOCl lograron eliminar el barrillo dentinario; en cuanto a la comparación de ambos grupos, el AC mostró mayor efectividad en la remoción del barrillo dentinario, siendo el de mayor concentración al 25% más efectivo que al 10%, obteniéndose mayor cantidad de túbulos dentinarios abiertos²². Estos resultados no coinciden con los obtenidos en esta investigación, en el que evidenció que el AC al 10% remueve muy poco el barrillo dentinario dejando gran cantidad de túbulos dentinarios obliterados, con una capa residual de moderada a densa en todos los tercios radiculares.

Khademi et al., llevaron a cabo un estudio in vitro mediante MEB, para comparar los efectos del EDTA y del AC en la remoción del barrillo dentinario (aplicándoles 5 ml por 5 minutos en cada conducto), por tercios radiculares, específicamente en conductos mesiales de 48 primeros molares mandibulares con coronas intactas, preparados con fresas Gates Glidden y sistema rotatorio Profile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) hasta una preparación apical de 30.06; encontrando que, al comparar ambas soluciones el EDTA fue más efectivo en la remoción del barrillo dentinario, observado sobre todo en los tercios medio y apical con respecto al AC; en cuanto al tercio cervical estas dos soluciones no mostraron diferencias estadísticamente significativas; pero sí se notó que el grado de limpieza en el tercio medio fue superior comparado con los otros tercios; mientras que el tercio apical fue el que obtuvo menor limpieza cuando se emplearon ambas sustancias²³. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio, donde el protocolo de irrigación con EDTA en todos los tercios radiculares, fue más efectivo que el AC, siendo el tercio apical el que obtuvo menor limpieza.

Mientras que, Mancini et al., realizaron una investigación al MEB en 96 dientes monorradiculares preparados con sistema GT hasta una preparación apical de 30.04 (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK), comparando la eficacia del MTAD (BioPure), EDTA al 17% y AC al 42% en la remoción del barrillo dentinario del tercio apical del conducto radicular (irrigando con agente quelante 1 ml por 1 minuto seguido de 3 ml de NaOCl al 5.25%); encontrando que, no hubo diferencias significativas entre los irrigantes utilizados sobre la remoción del barrillo y que la eficacia del MTAD (BioPure) y EDTA al 17% fue significativamente superior en la remoción del barrillo dentinario que cuando se utiliza hipoclorito de sodio solamente (grupo control); concluyendo que los protocolos usados en esta investigación no fueron suficientes para

completar la remoción del barrillo dentinario en el tercio apical de los conductos radiculares preparados²⁴. Los hallazgos encontrados en la presente investigación se asemejan a los descritos anteriormente, donde el EDTA y el AC removieron parcialmente el barrillo dentinario, mas no en su totalidad, siendo el tercio apical el que evidenció mayor cantidad de barrillo ($p=0.01$).

Banode et al., llevaron a cabo un estudio in vitro de MEB para evaluar la remoción del barrillo dentinario mediante el uso de EDTA 17%, ácido cítrico 10% y un nuevo irrigante QMix, en 20 raíces monorradiculares preparadas con sistema rotatorio ProTaper F3 e NaOCl al 5%; encontrando que el EDTA 17%, el ácido cítrico 10% y QMix remueven efectivamente el barrillo dentinario de los tercios cervical y medio que cuando se compara con el tercio apical. Ambas soluciones quelantes empleadas en la presente investigación removieron barrillo dentinario pero no completamente del SCR, encontrándose mayor cantidad residual en el tercio apical²⁵.

Darrag, investigó sobre la efectividad de diferentes soluciones de irrigación final en la remoción del barrillo dentinario (EDTA 17%, ácido cítrico 10%, MTAD Biopure y solución de quitosan 0,2%) en 50 dientes incisivos centrales maxilares extraídos empleando una preparación químico-mecánica con sistema rotatorio ProTaper hasta F4 en apical e NaOCl al 2.5%; encontrando que, la eficacia del MTAD fue mejor que el EDTA y el AC a nivel apical, pero que todos los agentes quelantes utilizados removieron el barrillo dentinario pero no en su totalidad²⁶. De igual manera, Lal Paul et al., estudiaron la eficacia de diferentes irrigantes incluyendo EDTA 17%, EDTA 17% con activación ultrasónica, AC al 25% y MTAD como irrigante final sobre 45 dientes monorradiculares preparados con sistema ProTaper, en el que el NaOCl al 5.25% fue usado en cada grupo experimental durante la preparación del conducto radicular, con especial

énfasis en el tercio apical; encontrando que, ninguno de los irrigantes combinados demostró completa efectividad, todos los irrigantes mostraron eficacia en tercio cervical y medio, mientras que el MTAD mostró excelente resultado en el tercio apical, en comparación con los otros grupos²⁷.

Estos resultados son similares a los concluyentes en este estudio, en el que ni el EDTA ni el AC remueven completamente el barrillo dentinario, se evidencia que facilitan su remoción y actúan mejor que el NaOCl sólo, pero no lo remueve en su totalidad, en el total de las muestras aquí analizadas estadísticamente.

Sin embargo, el EDTA ha sido el irrigante de preferencia para la remoción de la capa de desecho o *smear layer*, mientras que el AC es empleado por algunos Endodoncistas en menor proporción, como alternativa al uso del EDTA. En una encuesta realizada en el año 2011 a los miembros de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) con una muestra de 1.054 participantes, se obtuvo que el 77% de los encuestados remueven el barrillo dentinario y que el 80% emplea EDTA y el 3% AC³.

Otros autores, emplearon técnica de preparación manual (step-back con limas tipo K, preparación apical hasta 40), como es el caso de Scelza et al., quienes evaluaron al MEB el efecto del EDTA-T (EDTA Plus 1,25% éter lauril sulfato de sodio), EDTA al 17% y AC al 10% en la remoción del barrillo dentinario del conducto radicular en 90 dientes caninos extraídos de humanos, después de una irrigación final en diferentes períodos de tiempo (a los 3, 10 y 15 minutos); encontrando que, la irrigación por 3 minutos presentó mayor número de túbulos dentinarios abiertos, en los que se evidenció mejores resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$) que a los 10 y 15 minutos; concluyendo que los tres irrigantes fueron efectivos en tiempos cortos y no se demostró un mejor efecto con un incremento en el tiempo²⁸. Los resultados

obtenidos por estos autores coinciden con los de la presente investigación, en la que la aplicación del EDTA y el AC por 1 minuto se obtienen efectos sobre la dentina en la remoción de la capa de barrillo dentinario.

Sin embargo, Pérez et al., evaluaron mediante un estudio in vitro y al MEB, la efectividad de diferentes soluciones irrigantes ácidas después de la instrumentación manual y rotatoria, entre ellas AC al 15% mas NaOCl al 2.5%, EDTA al 17% mas NaOCl al 2.5%, ácido ortofosfórico al 5% mas NaOCl al 2.5%, e NaOCl al 2.5% sólo (grupo control), sobre 80 dientes incisivos centrales superiores, utilizando técnica manual step-back (limas flexofile y preparación apical hasta 30) y técnica rotatoria con sistema ProTaper a 300 rpm y preparación apical hasta F3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland); encontrando que, las tres soluciones ácidas en combinación con NaOCl fue efectivo en la remoción del barrillo dentinario, sin encontrarse diferencias estadísticas entre cada uno de los grupos de las soluciones ácidas; mientras que el grupo control (NaOCl al 2.5%) no remueve el barrillo del conducto, y entre las técnicas de preparación manual y rotatoria, no se encontró diferencias significativas²⁹. Este estudio difiere de los resultados encontrados en la presente investigación, en el que se evidenció que el EDTA fue estadísticamente más efectivo que el AC en la remoción del barrillo dentinario, con una diferencia estadística ($p = 0.000$).

En relación a lo expuesto, la mayoría de los autores en referencias previas coinciden en que la eliminación de la capa de barrillo dentinario es superior en el tercio cervical de ambos grupos experimentales de los dientes estudiados. El EDTA y el AC son empleados como agentes quelantes en la eliminación de la capa de desecho, en el presente estudio el EDTA fue estadísticamente más efectivo que el AC en la eliminación del barrillo dentinario.

Conclusiones

Tras los resultados obtenidos en la presente investigación, se evidencia que:

1. El EDTA al 17% y el ácido cítrico al 10% son eficaces en la remoción del barrillo dentinario, eliminando parcialmente dicha capa del sistema de conductos radiculares, al compararlos con los grupos controles de irrigación única de hipoclorito de sodio y solución fisiológica.

Figura 4. Microfotografía de tercio medio radicular. (Irrigación con EDTA al 17%).

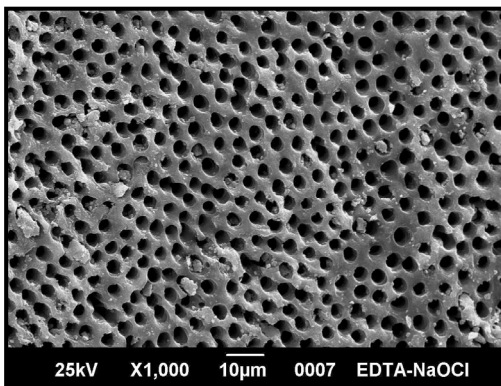


Figura 5. Microfotografía de tercio medio radicular. (Irrigación con ácido cítrico al 10%).

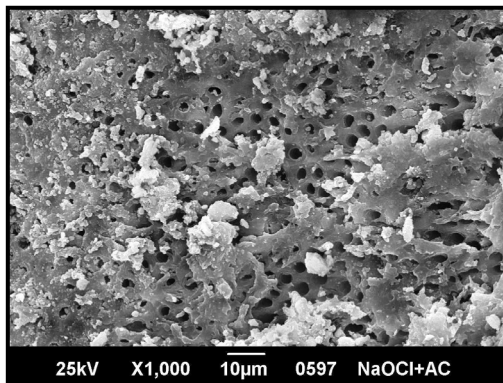
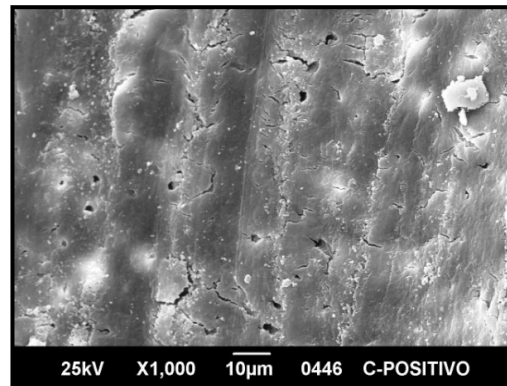


Figura 6. Microfotografía de tercio cervical radicular. (Irrigación con NaOCl al 5.25%).



2. El EDTA al 17% remueve mayor cantidad de barrillo dentinario en el tercio cervical y medio del sistema de conductos radiculares mediante el análisis de las microfotografías del microscopio electrónico de barrido.
3. El ácido cítrico al 10% remueve menor cantidad de barrillo dentinario en los tercios medio y apical del sistema de conductos radiculares mediante el análisis de las microfotografías del microscopio electrónico de barrido.
4. El EDTA al 17% fue estadísticamente más efectivo que el ácido cítrico al 10 % en todos los tercios del sistema de conductos radiculares mediante el análisis de las microfotografías del microscopio electrónico de barrido.

Referencias

1. Haapasalo M, Endal U, Homan Z, Coil J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*. 2005; 10:77-102.
2. Pereira R, Pereira G, Barroso J, Barroso C, Bortolotti M, Junqueira J. Effect of 17% EDTA on removal of canal wall smear layer

- and calcium hydroxide dressing: Part II. RGO - Rev Gaúcha Odontol. 2014; 62(1): 53-8.
3. Dutner, J, Mines P, Anderson A. Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. J Endod. 2011:1-4.
 4. Vertucci F. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endodontic Topics. 2005; 10:3-29.
 5. Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin. J Endod 2010; 36(5):793-6.
 6. Palazzi F, Blasi A, Mohammadi Z, Del Fabbro M, Estrela C. Penetration of sodium hypochlorite modified with surfactants into root canal dentin. Braz Dent J 2016; 27(2): 208-16.
 7. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in Endodontics. Dent Clin North Am. 2010; 54:291-312.
 8. Bergenholtz G, Horsted P, Reit C. Endodoncia. 2da Edición. México: Manual Moderno; 2011.
 9. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics - a review. Int Endod J. 2010; 43:2-15.
 10. Rossi G, Dogramaci E, Guastalli A, Steier L, Poli J. Antagonistic Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid. J Endod. 2012; 38(4):426-31.
 11. Schäfer E. Irrigation of de root canal. Quintessence Endo. 2007; 1(1): 11-27.
 12. Seelan R, Kumar A, Jonathan R, Maheswari U, Raja J, Chelliah P. Comparative evaluation of effect of different irrigation solutions against Enterococcus faecalis: A polymerase chain reaction-based study. J Pharm Bioall Sci 2015; 7(6)S2: 576-9.
 13. Vera J, Benavides M, Moreno E, Romero M. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. Endodoncia. 2012; 30(1):31-44.
 14. Leonardo M. Endodoncia tratamiento de conductos radiculares. Brasil: Artes Médicas Latinoamérica; 2005.
 15. Gu L, Kim J, Ling J, Choi K, Pashley D, Tay F. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. J Endod. 2009; 35(6):791-804.
 16. Khaord P, Amin A, Shah M, Uthappa R, Raj N, Kachalia T et al. Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar: A scanning electron microscopic study. J Conserv Dent. 2015; 18(4): 321-5.
 17. Arias F. El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica. 5ta Edición. Caracas: Episteme; 2006.
 18. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 3ra Edición. México DF: McGraw-Hill; 2010.
 19. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, WMA General Assembly, Tokio, October, 2004.
 20. Rome W, Doran J, Walker W. The effectiveness of Gly-Oxide and NaOCl in preventing smear layer formation. J Endod. 1985; 11:281-8.
 21. Olivieri J, García M, Stöber E, De Ribot J, Mercadé M, Duran F. Effect of manual dynamic activation with citric acid solutions in smear layer removal: A scanning electron microscopic evaluation. Journal of Dental Sciences 2016. En línea el 15/05/2016: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jds.2016.01.006>
 22. Martinelli S, Strehl A, Mesa M. Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. Odontoestomatología 2012; 14(19):52-63. En línea el 29/09/2013: <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688->

- 93392012000100006&script=sci_arttext
23. Khademi A, Feizianfard M. The Effect of EDTA and Citric Acid on Smear Layer Removal of Mesial Canals of First Mandibular Molars, a Scanning Electron Microscopic Study. *JRMS*. 2004; 2:80-8.
 24. Mancini M, Armellin E, Casaglia A, Cerroni L, Cianconi L. A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: A Scanning Electron Microscopy evaluation. *J Endod*. 2009; 35(6):900-3.
 25. Banode A, Gade V, Patil S, Gade J, Chandhok D, Sinkar R. Comparative Scanning Electron Microscopy Evaluation of Smear Layer Removal with 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid, 10% Citric Acid and Newer Irrigant QMix: In Vitro Study. *Indian J Oral Health Res* 2015; 1(2): 56-61.
 26. Darrag A. Effectiveness of different final irrigation solutions on smear layer removal in intraradicular dentin. *Tanta Dental Journal* 2014; 93-9. En línea el 15/05/2016: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tdj.2014.06.002>
 27. Lal Paul M, Mazumdar D, Niyogi A, Baranwal A. Comparative evaluation of the efficacy of different irrigants including MTAD under SEM. *J Conserv Dent*. 2013; 16(4):336-41.
 28. Scelza M, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004; 98(4):499-503.
 29. Pérez M, Ferrer C, González M. The effectiveness of different Acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. *J Endod*. 2006; 32(10):993-7.

