

Evaluación radiográfica y microscópica de la acción de quelantes en la remoción del barro dentinario

Radiographic and microscopic evaluation of the action of chelating agents in dental smear layer removal

MSc. Janet Ofelia Guevara Canales,^I Mtr. Mariane Floriano Lopes Santos,^{II} MSc. Rafael Morales Vadillo,^I Mtr. Wanessa Botega Curcio,^{II} Dr. Celso Neiva Campos,^{II} Dr. Marcos Vinícius Queiróz de Paula,^{II} Dra. Karina Lopes Devito^{II}

^I Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres USMP. Lima, Perú.

^{II} Facultad de Odontología de la Universidad Federal de Juiz de Fora UFJF. Minas Gerais, Brasil.

RESUMEN

Introducción: el tratamiento endodóntico realiza la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, ya que virutas de dentina y materiales orgánicos, como los microorganismos, creadas por la acción de la instrumentación, forman el llamado barro dentinario.

Objetivo: evaluar *in vitro* la remoción del barro dentinario y la disminución de la densidad de túbulos dentinarios, con soluciones irrigadoras quelantes.

Métodos: se trata de un estudio experimental para el cual fueron seleccionados 30 dientes unirradiculares de humanos después del examen radiográfico inicial, y en el que se constató la presencia de canal único, ausencia de calcificación, reabsorción interna y tratamiento endodóntico concluido o en proceso. Luego se procedió a la instrumentación con tres diferentes soluciones irrigadoras: ácido etilendiaminetetracético 17 %, ácido cítrico 10 % e hipoclorito de sodio 5,25 % (grupo control). Posteriormente se evaluó radiográficamente cada diente instrumentado con el uso de una escala de densidad que fue confeccionada de aluminio con diferentes marcadores de densidades. Para el análisis por microscopio

electrónico de barrido se utilizaron tres dientes de cada grupo, tratados con diferentes soluciones irrigadoras. Siete dientes de cada grupo se infiltraron con azul de metileno para la lectura de la infiltración marginal en el microscopio estereoscópico. Los dientes fueron evaluados en sus tres tercios: cervical, medio y apical.

Resultados: se encontró que radiográficamente no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de las densidades de los grupos de dientes en todos los tercios. Por microscopio electrónico de barrido se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos de sustancias irrigadoras ($p < 0,001$), en el tercio cervical la remoción del barro dentinario fue mayor. Y por microscopio óptico se observó una mayor infiltración en el grupo de ácido etilendiaminetetracético seguido del grupo ácido cítrico y por último el grupo control.

Conclusión: el análisis de la densidad radiográfica y microscópica mostró que las sustancias quelantes fueron eficientes en la remoción del barro dentinario, excepto en el grupo control. Ninguna de las sustancias demostró alteraciones de densidad radiográfica de los túbulos dentinarios.

Palabras clave: barro dentinario, EDTA, ácido cítrico, microscopia electrónica de barrido.

ABSTRACT

Introduction: as part of endodontic treatment, root canals are cleaned and shaped, since shavings of dentin and organic materials, such as microorganisms, resulting from the action of instrumentation, create the so-called dental smear.

Objective: carry out an *in vitro* evaluation of smear layer removal and dentinal tubule density reduction using chelating irrigation solutions.

Methods: an experimental study was conducted for which 30 single-rooted human teeth were selected after initial radiographic examination to verify the presence of a single canal, absence of calcification, internal resorption and endodontic treatment either completed or underway. Next, instrumentation was performed with three different irrigation solutions: 17 % ethylenediaminetetraacetic acid, 10 % citric acid and 5.25 % sodium hypochlorite (control group). Each instrumented tooth was then evaluated radiographically using a density scale made of aluminum with different density markers. Scanning electron microscope analysis was performed on three teeth from each group, which were treated with different irrigation solutions. Seven teeth from each group were infiltrated with methylene blue to determine marginal infiltration under the stereomicroscope. The teeth were evaluated on their three thirds: cervical, middle and apical.

Results: radiographs did not reveal any statistically significant difference between the mean densities of the different groups of teeth in all thirds. Scanning electron microscopy showed a statistically significant difference between the three groups of irrigation substances ($p < 0,001$), with greater smear layer removal from the cervical third. Optical microscopy showed that infiltration was greatest in the ethylenediaminetetraacetic acid group, followed by the citric acid group, and lowest in the control group.

Conclusion: analysis of radiographic and microscopic density revealed that except for the control group, chelating agents were efficient in removing dental smear. None of the substances showed any alteration in the radiographic density of dentinal tubules.

Key words: smear layer, EDTA, citric acid, scanning electron microscopy.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento endodóntico tiene como objetivo la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, ya que virutas de dentina son creadas por la acción de la instrumentación. Estas virutas asociadas con los materiales orgánicos, como los microorganismos, forman la capa del llamado barro dentinario.¹ Esta capa se adhiere a la superficie de la dentina y ocluye los túbulos dentinarios,² por lo que los canales tienen que ser sometidos a la preparación química y mecánica, que constituye una importante etapa de la terapia endodóntica,³ y consiste en la limpieza y preparación del canal radicular y sus eventuales ramificaciones, a través del uso de varios tipos de instrumentos manuales rotatorios accionados por el motor y soluciones de irrigación, que han sido desarrollados para la preparación del conducto radicular,⁴ y el uso simultáneo de sustancias químicas, como medicación intracanal, para remover la mayor cantidad posible de detritus, restos pulpares y microorganismos.

A lo largo del canal radicular se pueden encontrar restos de viruta de dentina, tejido pulpar, prolongaciones odontoblásticas y bacterias, en el caso de dientes infectados o contaminados por saliva. La capa superficial del barro dentinario se encuentra francamente adherida a la pared radicular y presenta un espesor medio de 1 a 2 μm , en cuanto que otra capa, más profunda, estaría íntimamente ligada a los túbulos dentinarios, obliterándolos y podría llegar hasta 40 μm .⁵

La presencia del barro dentinario disminuye la permeabilidad dentinaria radicular considerablemente. Su permanencia provoca que no todas las paredes del canal reciban la acción de los instrumentos, y quedan áreas completamente intactas, por lo que es necesaria la utilización de medicamentos intracanales y de sustancias químicas auxiliares desinfectantes en el interior de los túbulos dentinarios.⁶ Por tanto, se hace necesaria la remoción del barro dentinario, no solo del sistema de canales radiculares, sino también de la zona dentinaria alrededor y en el interior de las paredes dentinarias.⁷

Para remover completamente el barro dentinario, varios autores han usado diversas soluciones.^{6,8,9} Algunos de estos agentes químicos son el ácido etilendiaminetetracético, comúnmente conocido por EDTA, en concentraciones que van desde 15 hasta 17 %, el ácido cítrico (5-50 %), y el ácido fosfórico (5-37 %).¹⁰

La limpieza y la desinfección de los sistemas de canales radiculares, a través de sustancias irrigantes, constituyen uno de los objetivos de la preparación química mecánica,⁸ aunque estudios como el de Mancini¹¹ y el de Saito¹² mencionan que las sustancias irrigantes no son suficientes para la remoción del barro dentinario a nivel apical.

Removido el calcio de la dentina, hay una disminución de la densidad y, consecuentemente, mayor radiolucidez radiográfica. La radiografía digital mostrará esta radiolucidez, que puede ser medida, y se auxilíará de una escala de densidad de aluminio.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar *in vitro* la remoción del barro dentinario y la disminución de la densidad de túbulos dentinarios, con soluciones irrigadoras quelantes.

MÉTODOS

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA SELECCIONADA

Se trata de un estudio experimental para lo que se usaron 30 dientes humanos unirradiculares superiores extraídos, que fueron seleccionados de forma aleatoria simple del banco de dientes de la Universidad Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, en los cuales después del examen radiográfico periapical inicial realizado en sentido mesiodistal se constató la presencia del canal único, ausencia de cualquier señal de calcificación difusa o localizada, reabsorción interna y tratamiento endodóntico concluido o en proceso. Los dientes incluidos en la investigación fueron inmersos en solución fisiológica para su hidratación, y almacenados en frascos numerados del 1 al 30 para la posterior identificación. A continuación las coronas fueron seccionadas a nivel de la unión cemento esmalte, con un disco de carborundo bajo irrigación abundante.

PREPARACIÓN ENDODÓNTICA DE LA MUESTRA SELECCIONADA

La longitud de trabajo endodóntica fue establecida con la introducción de una lima K10 (flexofile Maillefer - Dentsply) en el interior del canal hasta que la punta pudiera ser vista en el foramen apical. Este procedimiento fue realizado con auxilio de una lupa con aumento de 10x. El tope de goma de la lima se ubicó en el borde del diente y la lima fue removida del canal. Se midió con regla milimetrada la distancia de la punta de la lima al tope de goma. A la medida obtenida se le disminuyó 1 mm, y se obtuvo así la longitud de trabajo en cada diente.

Los dientes fueron instrumentados por un único operador, con instrumentación rotatoria, utilizando limas de NiTi Protaper (Maillefer, Dentsply), se utilizó una serie de limas para cada cinco dientes. La velocidad de instrumentación fue de 300 rpm y el torque de 5 N/cm. Ambas fueron mantenidas constantes para todas las limas. La instrumentación fue iniciada por la lima SX y finalizada con la lima F2, llevada hasta la longitud de trabajo. La lima F3 fue descartada de todas las series.

La instrumentación de los canales fue realizada en presencia de soluciones químicas auxiliares. La irrigación de los canales con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % fue a través de una jeringa (Luer, 5 mL) y el Capillary tip (color azul), con las agujas insertadas lo más profundamente posible en el interior del canal. A cada cambio de instrumento utilizado se irrigó con 5 mL de sustancia irrigadora.

Posteriormente, para la preparación química de todos los dientes, las muestras fueron aleatoriamente divididas en tres grupos de acuerdo con la solución final irrigadora, 5 mL de las cuales se dejaron actuar en el interior del canal radicular durante 5 minutos, a saber:

- Grupo 1 (G1): ácido etilendiaminetetraacético EDTA 17 %, pH 7,5.
- Grupo 2 (G2): ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) 10 %, pH neutro.
- Grupo 3 (G3): hipoclorito de sodio (NaOCl), Grupo control 5,25 %.

Al final se realizó la neutralización de las soluciones irrigadoras con 10 mL de agua destilada, seguido del secado del canal y sellado de la entrada con algodón hidrofílico y gutapercha en bastón.

EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA DE LA MUESTRA SELECCIONADA

Cada diente instrumentado (grupo 1= 10, grupo 2= 10, grupo 3= 10) fue fijado a una caja de acrílico que le sirvió de soporte, y manipulado individualmente. Se utilizaron indicadores de alineamiento y distancia para que los dientes pudieran ser radiografiados siempre en la misma posición en relación con el cono de rayos X, posicionado a una distancia exacta de 40 cm del sensor, que también fue fijado a esa misma distancia.

El equipo de rayos X fue un Gendex Expert DC® (Gendex, Des Plaines, EE. UU.) operado a una potencia constante de 65 kilovolts y 7 mA. El tiempo de exposición fue previamente determinado en estudios pilotos, el cual fue mantenido constante en todas las exposiciones. Para la adquisición de las imágenes radiográficas se utilizó el sistema de radiografía digital directa Visualix® eHD (Gendex, Des Plaines, EE.UU.). El sensor del sistema digital poseía un cable directamente insertado a un computador Pentium, 64 MB de RAM, 2 GB de disco duro, con una tarjeta de vídeo de 2 MB y un monitor Sony Multiscan, lo que permitió que, después de la toma radiográfica, la imagen apareciera inmediatamente en el monitor del computador. Las imágenes digitales fueron adquiridas a una resolución de 300 dpi, en formato TIF. El soporte fue rotado un cuarto de vuelta hacia la derecha después de la radiografía vestibular, para la realización de la toma proximal.

Se confeccionó una escala de densidad de aluminio puro con diferentes marcadores de densidades (12 niveles/gradas de 1/1 mm) que fue posicionado en todos los casos al lado de los dientes, para permitir la comparación de la disminución de la densidad obtenida. Se controlaron los factores de exposición, como las posibles variaciones en la tensión y la corriente de la red de energía.

Las radiografías se etiquetaron con el número del diente y con las letras «V» de vestibular, y "P" de proximal. Las medidas de la densidad fueron obtenidas mediante el análisis de imágenes con Adobe Photoshop versión 8.0 con la herramienta histograma. La evaluación radiográfica fue realizada en los tercios cervical, medio y apical de cada diente de la muestra.

ANÁLISIS POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Para este análisis con microscopía electrónica de barrido se utilizaron tres muestras de cada grupo seleccionadas aleatoriamente, que fueron seccionadas con discos carborundo, a lo largo del eje de cada diente y divididos en tercios cervical, medio y apical. El análisis de microscopía electrónica de barrido fue realizado en el núcleo de microscopía y microanálisis de la Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

En cada grupo, los tercios fueron fotografiados con magnificaciones de 500x y 2000x, determinando el área a ser sometida a conteo de los túbulos abiertos y cerrados por selección en una pantalla de 20 X 20 cm, a través del Paint Windows Image Editor, para que no existiera inducción del área seleccionada.

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES PARA EL ANÁLISIS POR MICROSCOPIO ÓPTICO

Para la realización del análisis de la infiltración con azul de metileno por microscopía óptica, siete dientes de cada grupo fueron seleccionados aleatoriamente después de recibir la irrigación con las soluciones a ser evaluadas.

Los forámenes apicales fueron sellados mediante bloques de cera ajustados a su diámetro para no permitir la extravasación del colorante. La superficie externa de la raíz recibió tres capas de Cianocrilato (Super Bonder®), con secado entre cada aplicación.

El colorante azul de metileno 0,5 % (tamponado a pH 7,2) fue aplicado intracanal con jeringa hipodérmica y después cada espécimen fue inmerso en la misma solución, colocados en una estufa a 37 °C, con 100 % de humedad por 72 horas. Posteriormente los especímenes fueron lavados en agua corriente durante 15 minutos, secados con papel absorbente y colocados en una estufa microbiológica a 37 °C por una hora.

Las muestras fueron desmineralizadas en ácido nítrico 5 % e incluidas en parafina. Para el análisis en el estereomicroscopio se obtuvieron cortes transversales con un grosor de 3 a 4 micrómetros de cada tercio radicular (cervical, medio y apical).

LECTURA DE LA INFILTRACIÓN MARGINAL POR MICROSCOPIO ÓPTICO

Para obtener la medida de la profundidad de penetración lineal del azul de metileno se utilizó un estereomicroscopio de marca Leica, modelo S8 APO, y el software LAZ versión 2.0, con ayuda de una rejilla con escala milimetrada graduada en centésimas de milímetro (cada cuadrado mide 0,01 mm²) acoplada a la platina del estereomicroscopio, con un aumento de objetivo padronizado en 100x. Las lecturas fueron realizadas por un mismo evaluador experto en un mismo momento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos del análisis radiográfico fueron analizados a través del test de ANOVA. Para el análisis de los resultados adquiridos a través del microscopio electrónico de barrido se utilizó prueba estadística Post-hoc Scheffe. Y para el análisis de los valores de infiltración por microscopía óptica entre los tercios de cada sustancias irrigadoras, se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para hallar entre qué materiales de irrigación por tercios se encuentra diferencia estadísticamente significativa, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Dunn.

El análisis se realizó con la ayuda del paquete estadístico SPSS (versión 15.0, Chicago, EE. UU.) con Sistema Operativo Windows XP®.

RESULTADOS

DE LA DENSIDAD DENTINARIA POR RAYOS X

Los valores promedios de las diferentes densidades por tercios de los tres grupos estudiados se observa en la [tabla 1](#). A fin de comparar la diferencia de la disminución de la densidad dentinaria, después de la utilización de diferentes quelantes en las variables cervical, medio y apical, a través del análisis radiográfico, fue utilizado el análisis de varianza ANOVA. Este análisis tuvo supuestos previos a la normalidad de los datos, la cual fue definida por la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de la varianza obtenida por la prueba de Levene.

Ambas pruebas establecieron satisfacción de los supuestos previos para todas las variables.

Tabla 1. Promedio de las densidades dentinarias por rayos X, según tercios

Grupo	-	Tercio cervical	Tercio medio	Tercio apical
EDTA	Promedio	121,17 ± 10,09	97,79 ± 10,99	70,06 ± 19,99
	D.E.	14,09	15,34	27,95
	Mínimo	95,56	66,99	42,29
	Máximo	143,77	118,9	132,79
	N	10	10	10
Ácido cítrico	Promedio	113,99 ± 14,84	92,98 ± 14,21	73,03 ± 11,50
	D.E.	20,74	19,86	16,08
	Mínimo	88,26	65,57	46,94
	Máximo	153,7	123,75	100,81
	N	10	10	10
Control	Promedio	109,04 ± 12,00	92,10 ± 10,44	75,61 ± 10,11
	D.E.	16,78	14,59	14,14
	Mínimo	80,01	63,54	52,37
	Máximo	133,37	121,66	98,93
	N	10	10	10
ANOVA	-	$p = 0,309$	$p = 0,719$	$p = 0,830$

En el análisis de varianza ANOVA para comparar las diferencias entre las medidas de densidad dentinaria de los grupos EDTA, ácido cítrico y control frente a los diferentes tercios se encontró que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de los grupos en todos los tercios, y que sus valores fueron de significancia: tercio cervical $p= 0,309$, tercio medio $p= 0,719$ y tercio apical $p= 0,830$.

DE LA INFILTRACIÓN POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

En el análisis por microscopia electrónica de barrido se compararon los grupos de sustancias irrigantes según los tercios cervical, medio y apical (Fig. 1), donde existió una diferencia estadísticamente significativa, según la prueba estadística Post-hoc Scheffe, entre los tres grupos de sustancias irrigadoras ($p < 0,001$) con mayor remoción del barro dentinario con EDTA. Esta diferencia significativa fue condicionada al tercio dental analizado, por lo que existió una interacción en la sustancia irrigadora y el tercio dental. En el tercio cervical la remoción del barro dentinario fue mayor y fue disminuyendo en el tercio medio y apical.

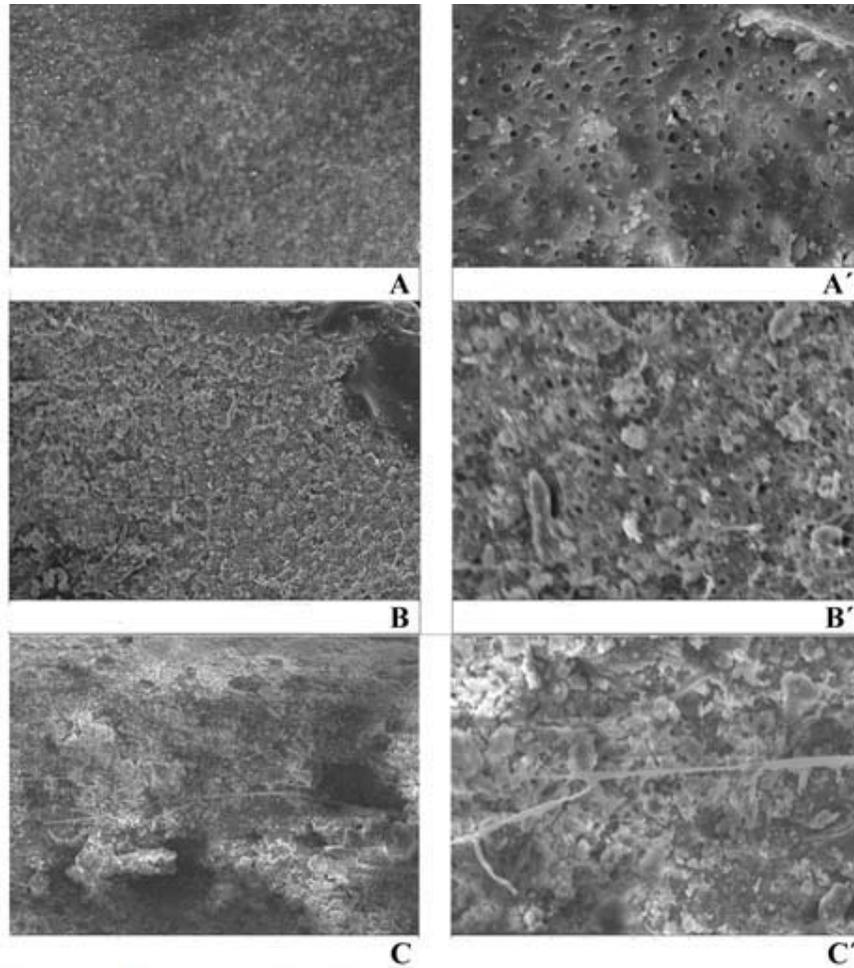


Fig 1. A) Tercio apical del grupo EDTA con aumento de 500X y A') 2000X. B) tercio apical del grupo ácido cítrico con aumento de 500X y B') 2000X. C) Tercio apical del grupo control con aumento de 500X y C') 2000X.

Al evaluar el número de túbulos dentinarios abiertos, se evidenció que existía diferencia entre los grupos analizados al compararlos con el grupo control. En los tercios cervical y medio se presentó semejanza y en cuanto al tercio apical, diferencia en el orden de ácido cítrico, EDTA y control.

Del mismo modo, también se comparó el número de túbulos con erosión, donde fue posible constatar que existía diferencia estadísticamente significativa entre los tres tercios ($p < 0,05$).

DE LA INFILTRACIÓN MARGINAL POR MICROSCOPIO ÓPTICO

Los valores promedios de la infiltración del colorante azul de metileno (Fig. 2) en los tres grupos por tercios se visualiza en la [tabla 2](#) y en la [figura 3](#). Se evidenció una mayor infiltración en el grupo de EDTA seguido del grupo ácido cítrico y, por último, el grupo control. Aplicando la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis de cada uno de los tercios entre los tres grupos de sustancia irrigadora, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de

infiltración de los tercios medio y apical, pero sí se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el tercio cervical ($p= 0,022$). Para hallar entre qué materiales de irrigación se encontraba la diferencia estadísticamente significativa, de infiltración en el tercio cervical, se utilizó la prueba estadística no paramétrica del método de Dunn, ya que las variables no tenían una distribución normal para usar ANOVA, donde se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre el grupo que utilizó la irrigación con EDTA y el grupo de irrigación control.

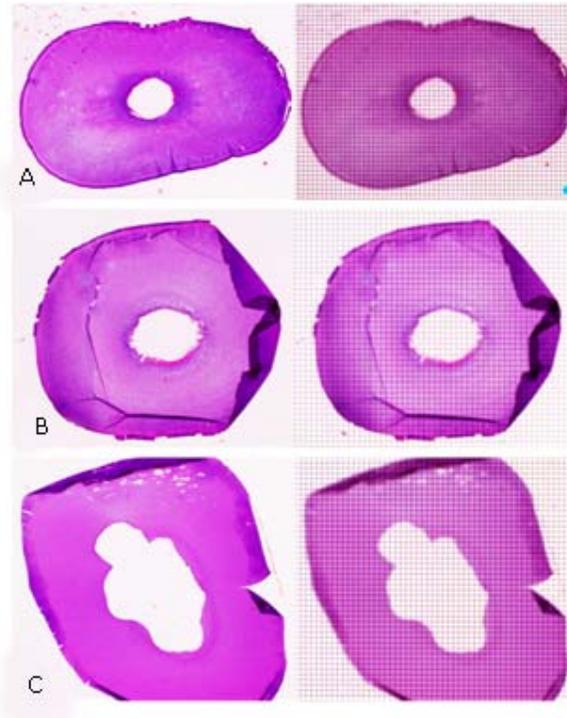


Fig. 2. Infiltración del colorante azul de metileno en el grupo: A) EDTA, B) ácido cítrico y C) grupo control.

Tabla 2. Valores promedio de infiltración de la coloración azul de metileno según material de irrigación de los tercios dentales

Material de irrigación	Tercio cervical	Tercio medio	Tercio apical
EDTA	0,40	0,27	0,24
Ácido cítrico	0,31	0,27	0,21
Control	0,24	0,16	0,17
Kruskal-Wallis	$p = 0,022$	$p = 0,167$	$p = 0,734$

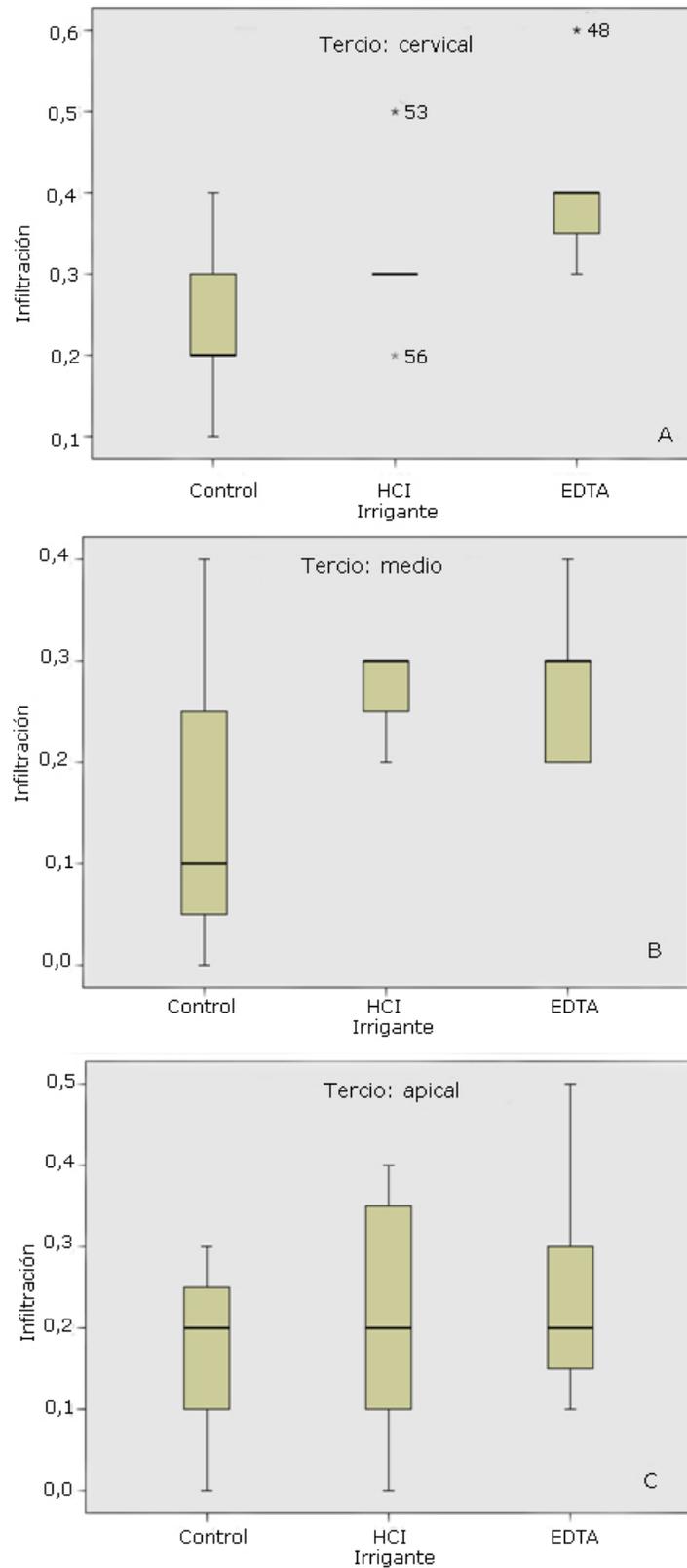


Fig. 3. Diagrama de caja y bigote de la distribución del colorante azul de metileno en los tres grupos de irrigación a nivel de los tercios: A) cervical, B) medio y C) apical.

DISCUSIÓN

En busca del aumento de la permeabilidad dentinaria que facilite la difusión de medicamentos hacia el interior de los túbulos dentinarios y mejore el sellado de los cementos endodónticos se estudian varias sustancias químicas que puedan remover el barro dentinario.¹³⁻¹⁵

En cuanto a la diferencia de densidad, a través de la radiografía digital inicial y final después del uso de sustancias quelantes en los tercios cervical, medio y apical, se verificó que no hay diferencia estadísticamente significativa. Eso responde al hecho de que las sustancias quelantes EDTA y ácido cítrico promueven la remoción del barro dentinario con eficacia similar, sin dañar la estructura dentinaria, al punto de permitir la visualización a través de la radiolucidez radiográfica, lo que justifica encontrar la densidad dentinaria semejante entre estas dos sustancias irrigantes. Otros estudios presentan al NaOCl como una sustancia irrigante que no es capaz de generar ningún efecto sobre los componentes inorgánicos del barro dentinario, y esta queda intacta.^{14,16}

En estudios como el de *Scelza*,¹⁴ verificaron que el ácido cítrico fue más eficaz que las demás sustancias, y el estudio de *Murray*¹⁷ mostró que la capa de barro no se ha eliminado por completo de todos los canales de la raíz instrumentados mediante el uso de EDTA 17 %, al igual que estudios como el de *Khedmat* y *Shokouhinejad*⁸ y *Saito*¹² quienes mostraron resultados que están de acuerdo con la presente investigación.

En algunos estudios el ácido cítrico presenta desgaste estructural más agresivo al ser comparado con el EDTA,^{13,14} mientras en el presente estudio la mayor penetración del azul de metileno fue observado por microscopía óptica en el grupo de dientes irrigados con EDTA.

En lo que respecta a los túbulos erosionados, el grupo control no presentó ningún tubo con erosión, ya que no existe acción en la porción inorgánica del barro dentinario, como es relatado en estudios previos.^{14,16} En cuanto a las soluciones evaluadas, se verificó que el EDTA se diferenció de los demás grupos, y fue mayor en todos los casos y con discrepancia entre los tercios, siguiendo el orden de mayor erosión en el tercio cervical seguido del tercio medio y por último el tercio apical.

Al estudio de tres diferentes irrigantes para la remoción del barro dentinario analizado por la densidad radiográfica y microscópica, se encontró que las sustancias quelantes fueron eficientes en la remoción del barro dentinario, excepto en el grupo control. Se demostró con la microscopía electrónica de barrido una diferencia estadísticamente significativa de las sustancias irrigadoras. Con la microscopía óptica se observó una diferencia estadísticamente significativa según la sustancia irrigadora a nivel del tercio cervical, y fue mayor la remoción con el EDTA. Ninguna de las sustancias demostró alteraciones de densidad radiográfica de los túbulos dentinarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prado M, Gusman H, Gomes BP, Simão RA. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod.* 2011; 37(2): 255-8.
2. Mello I, Robazza CR, Antoniazzi JH, Coil J. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(5): e40-3.
3. Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod.* 2007; 33(11): 1325-8.
4. Chen G, Chang YC. Effects of liquid- and paste-type EDTA on smear-layer removal during rotary root-canal instrumentation. *J Dental Sciences.* 2011; 6: 41-7.
5. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5,25 % NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. *J Endod.* 2005; 31(5): 359-63.
6. Carvalho AS, Camargo CH, Valera MC, Camargo SE, Mancini MN. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 2008; 34(11): 1396-400.
7. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod.* 2000; 26(12): 739-43.
8. Ari H, Erdemir A. Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. *J Endod.* 2005; 31(3): 187-9.
9. Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG. Comparison of the antimicrobial efficacy of 1,3 % NaOCl/BioPure MTAD to 5,25 % NaOCl/15 % EDTA for root canal irrigation. *J Endod.* 2007; 33(1): 48-51.
10. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Martín-Peinado FJ, González-López S. Decalcifying effect of 15 % EDTA, 15 % citric acid, 5 % phosphoric acid and 2,5 % sodium hypochlorite on root canal dentine. *Int Endod J.* 2008; 41(5): 418-23.
11. 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.
12. Saito K, Webb TD, Imamura GM, Goodell GG. Effect of shortened irrigation times with 17 % ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layer removal after rotary canal instrumentation. *J Endod.* 2008; 34(8): 1011-4.
13. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Efectiveness of 1mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J.* 2000; 33(1): 46-52.
14. Scelza MFZ, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of final irrigation-a scanning electron microscopic evaluation. *J Endod.* 2000; 26(6): 355-8.

15. Scelza MF, Daniel RL, Santos EM, Jaeger MM. Cytotoxic effects of % citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an *in vitro* analysis. J Endod. 2001;27(12):741-3.
16. Götze Gda R, Cunha CB, Primo LS, Maia LC. Effect of the sodium hypochlorite and citric acid association on smear layer removal of primary molars. Braz Oral Res. 2005;19(4):261-6.
17. Murray PE, Farber RM, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F. Evaluation of *Morinda citrifolia* as an endodontic irrigant. J Endod 2008;34:66-70.
18. Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. J Endod. 2008;34:599-602.

Recibido: 28 de enero de 2013.

Aprobado: 20 de octubre de 2013.

MSc. *Janet Ofelia Guevara Canales*. Ave. Julio Bayletti 618, San Borja, Lima-41, Lima, Perú. Correo electrónico: janetguevara7@hotmail.com