

### 31. Salud Humana

#### **Capacidad de limpieza en paredes dentinarias de soluciones de irrigación endodónticas con y sin ultrasonido evaluadas con MEB**

Molina, María Emilia; memumolina@gmail.com ;

Oliva, María Andrea; m\_andrea\_85@hotmail.com

Universidad Nacional de Tucumán

---

#### **Resumen**

**Objetivo:** evaluar el grado de limpieza del tercio apical de dentina radicular *ex vivo* por acción de diferentes soluciones quelantes, con y sin el uso de ultrasonido mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). **Materiales y métodos:** 40 premolares unirradiculares inferiores fueron instrumentados mecánicamente con el sistema Mtwo e irrigados con agua destilada. Las muestras fueron divididas en 2 grupos (n=20): Grupo 1, irrigación final manual; Grupo 2, irrigación final ultrasónica. A su vez, cada grupo fue subdividido según cada solución a analizar (n=5): a) Agua destilada (control); b) EDTA 17%; c) Ácido acético 5% (AA); d) Ácido maleico 5% (AM). Las muestras fueron cortadas longitudinalmente y examinadas bajo microscopía electrónica de barrido a 1000x en el tercio apical. Las imágenes obtenidas se cuantificaron con un score y los datos se analizaron estadísticamente mediante el test Z adoptando un nivel de significancia de 0,05. **Resultados:** No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la proporción de túbulos dentinarios abiertos del tercio apical al emplear irrigación manual o ultrasónica ( $p \geq 0,05$ ). Todas las soluciones presentaron menor proporción de túbulos obliterados respecto al control ( $p \leq 0,05$ ). EDTA sin ultrasonido y AM con ultrasonido mostraron significativamente mayor proporción de túbulos sin barro dentinario respecto al resto de las soluciones. **Conclusiones:** El grado de limpieza del tercio apical radicular producido por soluciones de irrigación quelantes resultó similar al emplear irrigación manual o ultrasónica. De las soluciones analizadas, EDTA sin ultrasonido y AM con ultrasonido evidenciaron mayor grado de limpieza.

**Palabras clave:** endodoncia, irrigación, limpieza, ultrasonido.

## INTRODUCCIÓN

La irrigación es una parte clave del tratamiento del conducto radicular. Actualmente se considera que es el método más adecuado para remover los restos de tejido y el barro dentinario producidos durante la preparación (Orstavik 1990, Yang 2006). El barro dentinario, que es amorfo e irregular en su estructura, contiene componentes orgánicos como microorganismos y sus productos metabólicos, restos necróticos, tejido pulpar y procesos odontoblásticos así como componentes inorgánicos de la dentina (Torabinejad y col. 2002). La remoción del barro dentinario aumenta la permeabilidad dentinaria (Pashley 1981), mejorando la difusión y la acción de la medicación intermedia (Orstavik & Haapasalo 1990) permitiendo y produciendo una mejor penetración del material de sellado dentro de los conductos laterales y túbulos dentinarios (Gutiérrez y col. 1990, Lloyd y col. 1995).

Los métodos actuales para eliminar el barro dentinario implican el uso de un agente quelante en combinación con otros irrigantes que tienen propiedades de disolución tisular (Zehnder 2006).

El EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), es la solución quelante más comúnmente usada en

Endodoncia, reacciona con iones calcio de la dentina resultando una descalcificación de la misma dentro de los 5 minutos a una profundidad aproximada de 20-30  $\mu\text{m}$  (Kandaswamy y Venkateshbabu 2010).

La utilización de EDTA 17% seguido por una irrigación con hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) durante la instrumentación del conducto radicular se ha sugerido como efectiva para la remoción del barro dentinario de las paredes dentinarias (Crumpton y col. 2005).

Debido a que se evidenció que el uso de EDTA 17% causaría erosión de la dentina radicular (Calt y Serper 2002), se propusieron otras sustancias para eliminar el barro dentinario, como el vinagre de manzana (Candeiro y col. 2001, Estrela y col. 2007, Spanó y col. 2009), el ácido maleico (Butala y col. 2017, Ballal y col. 2011) y el ácido cítrico (De Deus y col. 2006). El vinagre de manzana está compuesto por ácido acético al 5% y ácido málico al 0,35% (Caligliani y col. 2007), tiene buena relación costo-eficacia y es una sustancia biocompatible (Candeiro y col. 2001). Su potencial antimicrobiano ha sido demostrado (Estrela y col. 2004) pero poco se ha publicado acerca de su capacidad de limpieza (Rodrigues y col. 2013).

El ácido maléico es usado como acondicionador en odontología adhesiva

(Wieczkowski y col. 1992). Es un ácido orgánico suave que remueve el barro dentinario de la superficie de los dientes (Ballal y col. 2011). Ballal y col. 2009 demostraron que el ácido maleico sería menos citotóxico que EDTA.

La región apical es la porción del conducto que presenta mayor dificultad para la limpieza, esto puede atribuirse a las estrechas dimensiones que presenta, lo que impide una efectiva distribución de los irrigantes y limita el contacto de las soluciones con las paredes del conducto (Ciucchi y col. 1989).

Algunos autores proponen el uso de ultrasonido durante y al final de la preparación del conducto radicular para favorecer el efecto de limpieza de las soluciones de irrigación (Burlison y col. 2007, Leoni y col. 2017, Plotino y col. 2016). La efectividad del ultrasonido en la irrigación es determinada por la habilidad de producir cavitación y una transmisión acústica. Crea burbujas de presión positiva y negativa en las moléculas del líquido con las que entran en contacto. Plotino y col. 2007, demostraron que una activación ultrasónica de 30 segundos a 1 minuto es un tiempo suficiente para la limpieza del conducto al final de la preparación.

## OBJETIVOS

El **objetivo** de este trabajo fue evaluar el grado de limpieza del tercio apical de dentina radicular *ex vivo* por acción de diferentes soluciones quelantes con y sin el uso de ultrasonido mediante microscopía electrónica de barrido (MEB).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se emplearon cuarenta premolares inferiores unirradiculares humanos, recientemente extraídos por motivos ortodóncicos. Los mismos fueron seleccionados en base a su similitud en morfología y tamaño y almacenados en solución fisiológica a 4°C hasta su utilización.

Se cortaron las coronas a nivel de la unión amelo-cementaria, utilizando piedra diamantada nº 2200 (KG Sorensen, San Pablo, Brasil) con pieza de mano de alta rotación y abundante refrigeración.

Las raíces fueron instrumentadas mecánicamente con la secuencia básica del sistema Mtwo (VDW, Munich, Alemania) hasta la lima 25/06, y motor VDW (Silver, Munich, Alemania), respetando la técnica corono-apical. Para la determinación de la longitud de trabajo, se exploró el conducto con una lima K-files #10 en toda su extensión, hasta observar que la punta de la misma fuera visible en el foramen apical de la raíz. A esta medida así registrada, se le

restó 1 mm. Durante la preparación se irrigo con 2 ml de agua destilada entre la utilización de cada lima.

Posteriormente, las muestras se dividieron al azar en 2 grupos: 1) irrigación final manual; 2) irrigación final ultrasónica. A su vez, cada grupo fue subdividido según cada solución a analizar (n=5): a) Agua destilada (control) (AD); b) EDTA 17% (EDTA); c) Ácido acético 5% (AA); d) Ácido maleico 5% (AM).

Las soluciones de irrigación fueron preparadas en el laboratorio de la Cátedra de Química Biológica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Tucumán, hasta 24 horas antes de realizar el experimento, ajustando concentraciones y pH.

La irrigación final se realizó en cada raíz utilizando aguja 25G (Becton Dickinson Precision Glide, Curitiba, Brasil) y jeringa de 5 ml (Becton Dickinson, Buenos Aires, Argentina), aplicando la cantidad necesaria de solución para llenar por completo el conducto. Luego de 5 minutos de contacto, se lavó con 5 ml de agua destilada. Para cada espécimen se preparó un taco de cera rosa, que permitió mantener la muestra vertical, asegurando que la solución se mantenga en el interior del conducto y en contacto con las paredes el tiempo deseado.

En el caso de las raíces del Grupo 2, las soluciones fueron activadas durante el primer minuto con ultrasonido (Ultrasonic Scaler Woodpecker, EEUU), empleando una lima #15 que quedaba holgada en el interior del conducto, sin contactar con las paredes del mismo, a una potencia 2, equivalente al 50% del máximo.

Una vez completada la conformación y limpieza del conducto radicular, el mismo se secó con puntas de papel estéril.

Posteriormente, las raíces se cortaron longitudinalmente en sentido vestibulo-lingual, realizando muescas con una piedra troncocónica n° 2200 (KG Sorensen, San Pablo, Brasil) tanto por vestibular y lingual, sin penetrar en el conducto, y fueron finalmente separadas en dos mitades con la ayuda de una espátula para cemento y un martillo, resultando 2 mitades por diente (total=80 mitades).

Las muestras fueron almacenadas en tubos eppendorf a 4° C hasta su utilización.

Luego de los procedimientos descriptos, cada muestra fue secada con papel de filtro y procesada según el protocolo para MEB (1°- Fijación con glutaraldeído en buffer fosfato; 2°- Deshidratación en alcohol etílico de graduación creciente y acetona 100%; 3°- Deseccación a temperatura ambiente, congelación hasta llegar al punto crítico de secado; 4°- Montaje en stubs; 5°- Metalización).

Se realizó una primera observación en MEB (Jeol JSM 35 CF) a 20x para determinar el área de observación, la cual se fijó a 2 mm del límite apical y a 1 mm del límite cemento-dentinario. Las imágenes se tomaron a una magnificación de 1000x y 2000x.

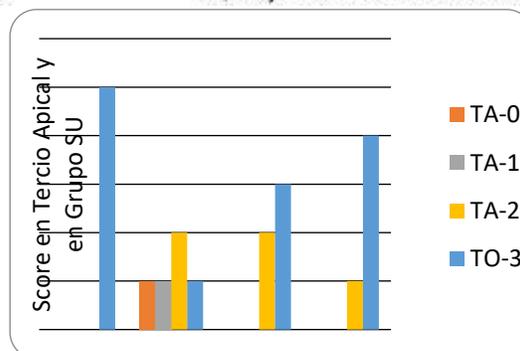
Todas las imágenes microscópicas fueron analizadas por el mismo operador, para asegurar la objetividad en la medición. Cada imagen se transfirió al editor de imágenes Paint Windows y sobre la misma se superpuso una trama cuadrículada, donde cada lado de un cuadrado representaba 20 µm. Así, se otorgó un porcentaje a cada imagen, que reflejaba el grado de limpieza de la pared dentinaria midiendo la cantidad de túbulos abiertos por cuadrado.

Finalmente, cada muestra fue puntuada con un score (Kaya y col. 2011):

- 0: 100% de los túbulos abiertos
- 1: más del 50% de los túbulos abiertos
- 2: menos del 50% de los túbulos abiertos
- 3: 0% de los túbulos abiertos.

Para comparar las proporciones de cada solución dentro de un determinado score se utilizó el Test Z. El nivel de significancia adoptado fue 0,05.

## RESULTADOS



**Figura 1.** Scores en tercio apical luego del contacto con soluciones sin ultrasonido

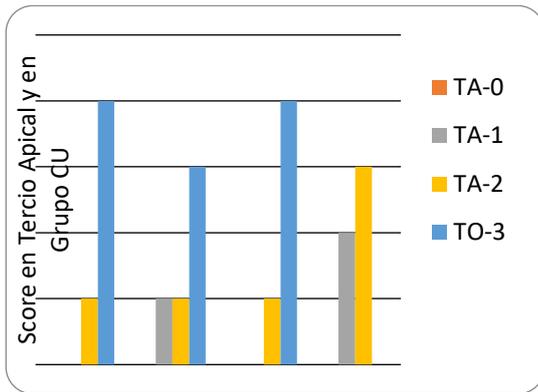
Tabla de contingencia SOL \* SCORE

SOL	AD	Recuento	SCORE				Total
			TA	TA1	TA2	TO	
AD	Recuento	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	5 <sub>a</sub>	5	
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	25,0%
EDTA	Recuento	1 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	2 <sub>a, b</sub>	1 <sub>b</sub>	5	
		% del total	5,0%	5,0%	10,0%	5,0%	25,0%
AA	Recuento	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	2 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	5	
		% del total	0,0%	0,0%	10,0%	15,0%	25,0%
AM	Recuento	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	5	
		% del total	0,0%	0,0%	5,0%	20,0%	25,0%
Total	Recuento	1	1	5	13	20	
		% del total	5,0%	5,0%	25,0%	65,0%	100,0%

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de SCORE categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel .05.

**Tabla 1.** Tabla de contingencia entre soluciones y score sin ultrasonido

En la Figura 1 se observan los distintos scores para todas las soluciones empleadas sin ultrasonido (SU). Si bien se evidencia que EDTA 17% fue la única solución que presentó niveles de score 0 (100% túbulos abiertos) y score 1 (más del 50% de túbulos abiertos), no hubo diferencias significativas con el resto de las soluciones (Tabla 1), mientras que EDTA 17% fue la solución que significativamente presentó menor proporción de túbulos obliterados (score 3)



**Figura 2.** Scores en tercio apical luego del contacto con soluciones con ultrasonido

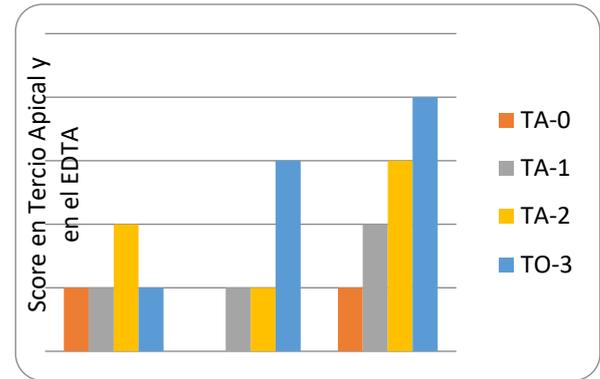
Tabla de contingencia SOL \* SCORE

		SCORE			Total	
		TA1	TA2	TO		
SOL	AD	Recuento 0 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	5	
	% del total	0,0%	5,0%	20,0%	25,0%	
EDTA	Recuento	1 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	5	
	% del total	5,0%	5,0%	15,0%	25,0%	
AA	Recuento	0 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	5	
	% del total	0,0%	5,0%	20,0%	25,0%	
AM	Recuento	2 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	0 <sub>b</sub>	5	
	% del total	10,0%	15,0%	0,0%	25,0%	
Total		Recuento 3	6	11	20	
		% del total	15,0%	30,0%	55,0%	100,0%

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de SCORE categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

**Tabla 2.** Tabla de contingencia entre soluciones y score con ultrasonido

En la Figura 2 se observan las gráficas de los diferentes scores en todas las soluciones utilizadas con ultrasonido (CU). Ninguna de las soluciones evidenció 100% de túbulo abiertos. Ácido maleico no evidenció túbulo obliterados (score 3) observándose diferencias significativas con respecto al resto de las soluciones. Además esta misma solución cuantificó la mayor proporción de score 1 aunque no fue significativamente diferente de las otras soluciones (Tabla 2).



**Figura 3.** Scores en tercio apical luego del contacto con EDTA 17% Sin Ultrasonido (SU) y Con Ultrasonido (CU)

Tabla de contingencia GR \* SCORE en EDTA

		SCORE				Total	
		TA	TA1	TA2	TO		
GR	SU	Recuento 1 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	2 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	5	
	% del total	10,0%	10,0%	20,0%	10,0%	50,0%	
CU	Recuento	0 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	5	
	% del total	0,0%	10,0%	10,0%	30,0%	50,0%	
Total		Recuento 1	2	3	4	10	
		% del total	10,0%	20,0%	30,0%	40,0%	100,0%

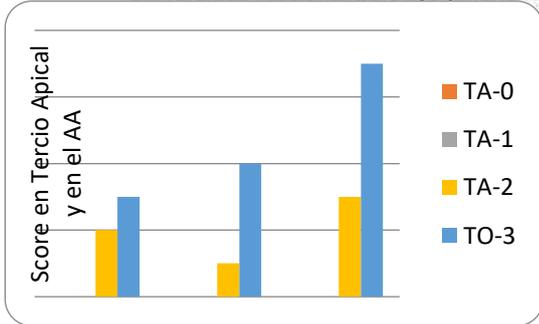
Cada letra de subíndice indica un subconjunto de SCORE categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

**Tabla 3.** Tabla de contingencia entre los scores y los grupos (CU y SU) en EDTA 17%

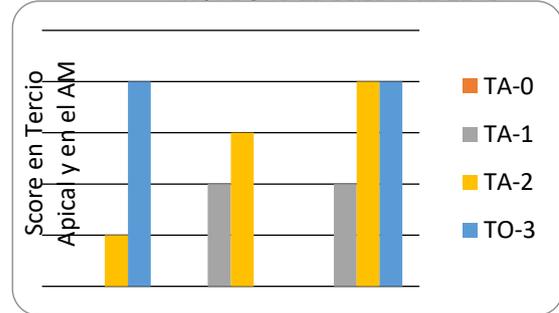
En la Figura 3 se comparan los distintos scores de EDTA 17% sin ultrasonido y con ultrasonido (Figuras B1 y B2). A pesar de que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados, sólo se observan 100% de túbulo abiertos en el grupo sin ultrasonido y 100% de túbulo obliterados en el grupo con ultrasonido (Tabla 3).

Universidad Nacional de Cuyo | Mendoza | Argentina

17, 18 y 19 de octubre de 2018



**Figura 4.** Scores en tercio apical luego del contacto con Ácido acético 5% Sin Ultrasonido (SU) y Con Ultrasonido (CU)



**Figura 5.** Scores en tercio apical luego del contacto con Ácido maleico 5% Sin Ultrasonido (SU) y Con Ultrasonido (CU)

**Tabla de contingencia GR \* SCORE en AA**

			SCORE		Total
			TA2	TO	
GR	SU	Recuento	2 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	5
		% del total	20,0%	30,0%	50,0%
	CU	Recuento	1 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	5
		% del total	10,0%	40,0%	50,0%
Total		Recuento	3	7	10
		% del total	30,0%	70,0%	100,0%

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de SCORE categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

**Tabla 4.** Tabla de contingencia entre los scores y los grupos (CU y SU) en Ácido acético 5%

En la Figura 4 se analizan los porcentajes de scores para el ácido acético cotejando el uso o no de ultrasonido (Figura C1 y C2). Ningún grupo presentó scores 0 y 1. A pesar de haberse evidenciado mayor porcentaje de túbulos 100% obliterados en el grupo con ultrasonido y de score 2 en el grupo sin ultrasonido, no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los grupos (Tabla 4).

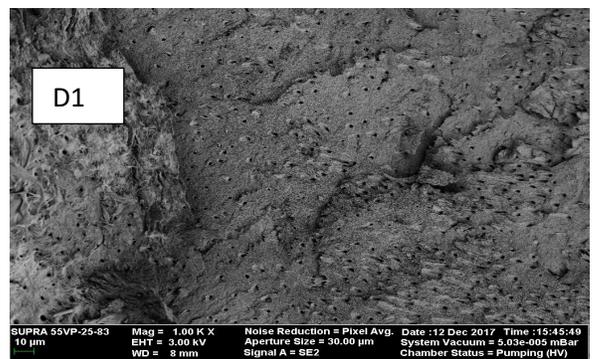
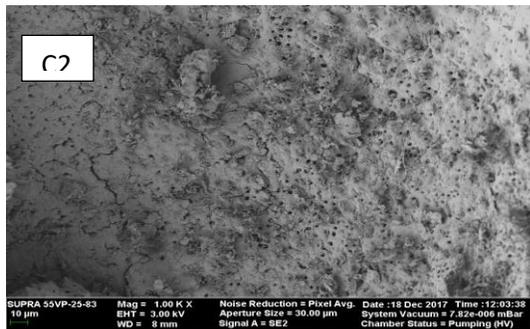
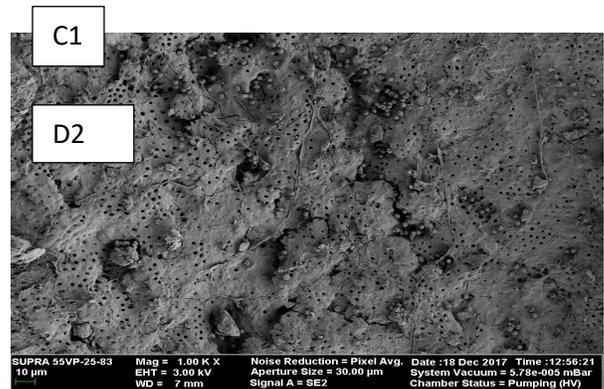
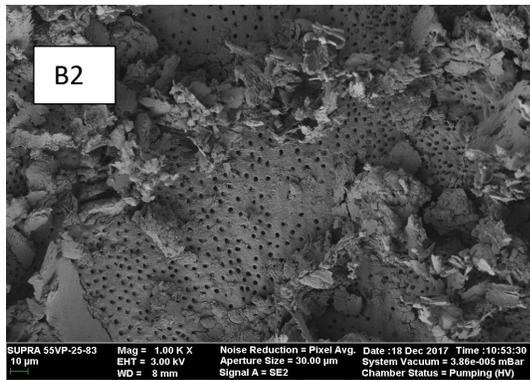
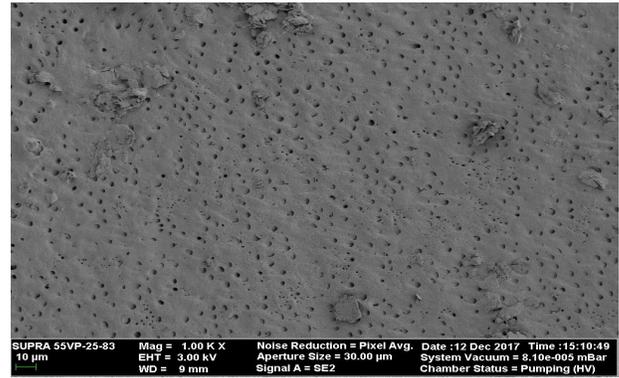
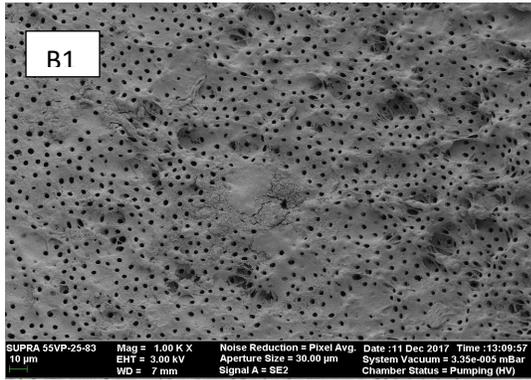
**Tabla de contingencia GR \* SCORE en AM**

			SCORE			Total
			TA1	TA2	TO	
GR	SU	Recuento	0 <sub>a</sub>	1 <sub>a</sub>	4 <sub>b</sub>	5
		% del total	0,0%	10,0%	40,0%	50,0%
	CU	Recuento	2 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	0 <sub>b</sub>	5
		% del total	20,0%	30,0%	0,0%	50,0%
Total		Recuento	2	4	4	10
		% del total	20,0%	40,0%	40,0%	100,0%

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de SCORE categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

**Tabla 5.** Tabla de contingencia entre los scores y los grupos (CU y SU) en Ácido maleico 5%

En la Figura 5 se analizan los scores para ácido maleico con y sin ultrasonido (Figura D 1 y D2). No se observan en ninguno de los dos grupos el score 0. Si bien se manifiesta que el grupo SU presenta mayor proporción de túbulos 100% obliterados y el grupo CU presenta mayor proporción de score 1 (menos de 50% de túbulos obliterados), no hubo diferencias significativas entre los grupos analizados. Score 1 se hace visible para el grupo CU sin ser estadísticamente significativa (Tabla 9).



**Figura 5.** Fotografías con microscopía electrónica de barrido del tercio apical de dentina radicular humana (1000 x). Grupo 1: sin ultrasonido. Grupo 2: con ultrasonido. B: EDTA 17%. C: Ácido acético 5%. D: Ácido maleico 5%.

## DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó el comportamiento de agentes quelantes como EDTA 17 %, ácido maleico 5 % y ácido acético 5%, en la remoción del barro dentinario del tercio apical de dentina radicular *ex vivo* comparando sus efectos con y sin ultrasonido mediante microscopía electrónica de barrido.

Diversos estudios recomiendan el uso de ultrasonido durante la irrigación del conducto radicular para aumentar el efecto de limpieza de las soluciones irrigantes (Lui y col. 2007, Cameron y col. 1983, Gu y col. 2002). Sin embargo, los resultados de este trabajo, al igual que los estudios de Xin-Hua y col. 2009, Ahmetoglu y col. 2014, Rodrigues y col. 2013 no demostraron diferencias al usar esta técnica o irrigación manual.

Pranav y col. (2015), por su parte, demostraron que la activación con ultrasonido favorece la acción de los irrigantes endodónticos pero se debe tener

en cuenta que utilizaron un régimen de irrigación combinado, que incluye el uso de soluciones solventes de tejido orgánico como NaClO en alternancia con una solución quelante.

Según Plotino y col. (2016), la agitación ultrasónica de NaClO mejoraría la limpieza del conducto radicular. Sin embargo en este estudio se usaron exclusivamente agentes quelantes.

El tiempo en que se emplea la activación ultrasónica influiría en los efectos de la misma. Si bien Cameron y col. (1983) manifestaron mejores resultados al usarse durante 3 minutos, Kuah y col. (2009) determinaron que una activación ultrasónica de 1 minuto sería suficiente para producir la remoción de detritus del tercio apical al usar EDTA 17%. Debido a que se demostró que la irrigación ultrasónica podría producir erosión de la dentina subyacente, afectando las propiedades mecánicas de la misma (Simezo y col. 2017), se optó por usar un bajo tiempo de activación ultrasónica.

Se seleccionó para el análisis el tercio apical del conducto radicular por ser la porción más difícil de limpiar, ya que presenta estrechas dimensiones y una anatomía muy variada (deltas apicales, bifurcaciones de conductos). Esto impide la efectiva penetración del irrigante a dicha región, limitando el contacto de la solución con las paredes dentinarias (Kuah y col.

2009). Esta sería la razón de los resultados obtenidos en nuestro estudio, en donde se evidenció que si bien todas las soluciones limpiaron el conducto radicular, la proporción de túbulos totalmente abiertos fue casi nula para la mayoría de las soluciones estudiadas.

En el presente trabajo se demostró que EDTA 17% fue la solución que mejor limpió el tercio apical cuando no se utilizó ultrasonido. Este resultado es avalado por autores que sugieren que la acción del EDTA activado con ultrasonido es menos efectiva (Abbott y col. 1991). Por otro lado al comparar el comportamiento de EDTA 17% con ácido maleico 5% los resultados no coinciden con los obtenidos por ciertos autores que demostraron que este último mejora significativamente el grado de limpieza del tercio apical (Ballal y col. 2009), mientras que otros trabajos si muestran coincidencia con este ensayo (Hasheminia y col. 2012).

Al igual que en nuestros resultados, al compararlo con EDTA 17% y ácido maleico 5% durante 5 minutos de contacto, Kirchhoff y col. (2013) evidenciaron que ácido acético 5% fue la solución que menor capacidad de limpieza demostró, sin embargo su efecto fue superior respecto al control.

Si bien todos los quelantes utilizados demostraron poder de limpieza, los mismos

carecen de capacidad de remover materia orgánica, tejido necrótico o poder bactericida, las cuales son necesarias para asegurar el éxito clínico del tratamiento endodóntico (Zehnder y col. 2002). Será necesario realizar nuevos estudios combinando quelantes con soluciones solventes.

## CONCLUSIÓN

Todas las soluciones analizadas limpiaron la dentina radicular del tercio apical respecto al control, sin encontrarse diferencias entre el uso o no de activación ultrasónica.

EDTA 17%, utilizado durante 5 minutos, fue la solución que mejor limpió el tercio apical de la dentina radicular al usarse sin activación ultrasónica, mientras que ácido maleico lo hizo al activarse ultrasónicamente.

El efecto de ácido acético 5% fue mínimo sobre esta propiedad analizada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WK y Heithersay GS. (1991). An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *International Endodontic Journal*, 24:308-16.

Ahmetoglu F, Keles A, Yalcin M y Simek N. (2014). Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: A scanning electron microscopic study. *European Journal of Dentistry*, 8:53-7.

Ballal NV, Kandian S, Mala K, Bhat SK y Acharya S. (2009). Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontic*, 35:1573-1576.

Ballal NV, Kundavala M, Bhat S, Rao N, Rao BS (2009). A comparative in vitro evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 108:633-8.

*Ballal NV, Mala K y Bhat KS. (2011). Evaluation of decalcifying effect of maleic acid and EDTA on root canal dentin using energy dispersive spectrometer. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics, 112:e78-e84.*

*Ballal NV, Mala K, Bhat KS, Rao N, Rao BS (2009). A comparative in vitro evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 108:633-8.

Berástegui E, Molinos E, Ortega J (2017). To comparison of standard and new

chelating solutions in endodontics. *Journal of Dental Sciences* 2(3):000131.

Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M (2007) The *in vivo* evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *Journal of Endodontics* 33(7):782-7.

Caligliani A, Acquotti D, Palla G, Bocchi V (2007). Identification and quantification of the main organic components of vinegars by high resolution 1H NMR spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*. 585, (1)119-9.

Cameron JA. (1983) The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*:9 (7):289-92.

Candeiro GTM, Matos IB, Costa CFE, Fonteles CSR, Vale MS. (2001). A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. *Journal of Applied Oral Science* 19 (6):639-43.

Ciucchi B, Khettabi M, Holz J (1982). The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal* 22(1):21-8.

Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB (2005). Effects on smear layer and debris removal with varying

volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 31 (7): 536-538.

De Deus G, Paciornik S, Mauricio MHP (2006). Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *International Endodontic Journal* 39:401-6

Estrela C, Holland R, Bernabé PFE, Souza V, Estrela CRA (2004). Antimicrobial potential of medicaments used in healing process on dogs teeth with apical periodontitis. *Brazilian Dental Journal* 15(3);181-5.

Estrela C, Lopes HP, Elías CN, Leles CR, Pécora JD (2007). Limpeza da superfície do canal radicular pelo vinagre de macá, hipoclorito de sódio, clorexidina e EDTA. *Revista Da Associação Paulista De Cirurgioes Dentistas* 61 (2)117-22.

Gu XH, Mao CY y Kern M. (2009). Effect of Different Irrigation on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. *Journal of Endodontic*, 35:538-586.

Gutiérrez JH, Herrera VR, Berg EH, Villena F, Fofré A (1990). The risk of intentional dissolution of the smear layer after mechanical preparation of the root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 70, 96-108.

Hasheminia SM, Birang R, Feizianfard M y Nasouri M. (2012). A

comparative study of the removal of smear layer by two endodontic irrigants and Nd:YAG laser: a scanning electron microscopic study. *International Scholarly Research Network*, 10.5402/2012/620951.

Kandaswamy D, Venkateshbabu N (2010). Root canal irrigants. *Journal Conservative Dentistry* 13 (4): 256-64.

Kaya S, Adiguzel O, Uysal I y Ganidagli Ayaz S (2011). Effectiveness of three different application times of 17% EDTA and 7% maleic acid irrigation agents on the removal of debris and smear layer: a scanning electron microscope study. *Internacional Dental Research* 2: 48-54

Khaord P, Amin A, Shah M, Uthappa R, Raj N, Kachalia T y Kharod H.(2015). 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. *Journal of Conservative Dentistry*, 18 (4): 321-326.

Kirchhoff AL, Saravia Miranda CE, de Sousa Neto MD, Viapiana R y da Cruz Filho AM. (2013). Assessment of the effectiveness of apple vinegar and its constituents for removing the smear layer and calcium ions from the root canal. *International Journal of Research and Development*, 3:108-114.

Kuah HG, Lui JN, Tseng PSK y Chen NN. (2009). The effect of EDTA with

and without ultrasonics on removal of the smear layer. *Journal of Endodontic*, 35:393-396.

Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JFB, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2017). *Ex vivo* evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars.

*International Endodontic Journal* 50(4):398-406.

Lloyd A, Thompson J, Gutmann JL, Dummer PMH (1995). Sealability of the Trifeca technique in the presence or absence of a smear layer. *International Endodontic Journal* 28, 35-40.

Lui JN, Kuah HG y Chen NN. (2007). Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Sear Layer. *Journal of Endodontic*, 33: 472-475.

Orstavik D, Haapasalo M (1990). Desinfection by endodontic irrigants and dressing of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics and Dental Traumatology* 6:142-49

Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G (2016). New Technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian Dental Journal* 27(1):3-8.

Plotino G, Grande NM, Pameijer CH, Somma F (2007). Ultrasonics in

endodontics: a review of the literatura.

*Journal of Endodontics* 33:81-95.

Rodrigues CT, Bernardineli N, Duarte MAH, Bramante CM, Andrade FB (2013). Evaluation of EDTA, apple vinegar and SmearClear with and without ultrasonic activation on smear layer removal in different root canal levels. *Dental Press Endodontics* 3(1):43-8.

Sadullah Kaya, Ozkan Adiguzel, Ibrahim Uysal, Selengul Ganidagli Ayaz (2011). Efectiveness of three diferent application times of 17% EDTA and 7% maleic acid irrigation agents on the removal of debris and smear layer: a scanning electron microscope study. *Internacional Dental Research* 2: 48-54

Simezo AP, da Silveira Bueno CE, Cunha RS, Pelegrine RA, Rocha DG, de Martin AS, Kato AS (2017). Comparative Analysis of Dentinal Erosion after Passive Ultrasonic Irrigation versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Study. *Journal of Endodontics* 43(1)141-6.

Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pecora JD (2009). Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *Journal of Endodontics*,35(5):727-30.

Torabinejad M, Handysides R,  
Khadaemi AA, Bakland LK (2002). Clinical  
Implications of the Smear Layer in  
Endodontics:A Review. Oral Surgery, Oral  
Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology  
and Endodontics, 94:658-66.

Yang SE, Cha JH, Kim ES, Kum KY,  
Lee CY, Jung IY (2006) Effect of smear  
layer and chlorhexidine treatment on the  
adhesion of *Enterococcus faecalis* to bovine  
dentin. Journal of Endodontics 32:663-7.

Zehnder M, Kosicki D, Luder H,  
Sener B, Waltimo T (2002). Tissue  
dissolving capacity and antimicrobial effect  
of buffer and unbuffered hypochlorite  
solutions. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral  
Pathology, Oral Radiology and Endodontics,  
94:756-62.

Zehnder M. (2006). Root canals  
irrigants. Journal of Endodontics 32:389-98.

## FINANCIAMIENTO

Parcialmente subsidiado por SCAIT.

## AGRADECIMIENTOS

A nuestra Directora Dra. María Luisa de la  
Casa, Co-directora Dra. Gabriela López, y  
asesora Dra. María Elena López.