

# Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario

Martinelli, Sylvia\* ; Strehl, Adriana\*\* ; Mesa, Mariana\*\*\*

## Resumen

El uso de quelantes como irrigantes previo a la medicación tópica y a la obturación, es relevante para lograr un correcto saneado y adaptación del material de obturación a las paredes del conducto.

El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar in vitro, la capacidad de limpieza y remoción del barrillo dentinario de las paredes del conducto y canalículos, luego de la instrumentación, con diferentes irrigantes. En la irrigación final se utilizó NaOCl, EDTA 17%, Quelant (preparado comercial con EDTA) y ácido cítrico 10% y 25%.

Posteriormente se cortaron las coronas y las raíces fueron seccionadas longitudinalmente y examinadas en el MEB en sus tres tercios. Los resultados mostraron que el NaOCl no fue suficiente para eliminar la capa de barro dentinario. Los grupos donde se combinó NaOCl con un quelante mostraron diferentes grados de limpieza.

Con Quelant y ácido cítrico en sus dos concentraciones, se lograron resultados satisfactorios.

## Abstract

The use of chelators as irrigants, previous to the topic medication and obturation, is relevant to achieve a right cleaning and the gutta-percha and cement fitting to the canal's wall.

The aim of this research was to evaluate and compare in vitro the smear layer cleaning and removal ability from the canal walls and dentinal tubules, after the instrumentation, using different irrigants. During the final irrigation, NaOCl, EDTA 17%, Quelant (EDTA commercial product) and citric acid 10% and 25% were applied.

Next the crowns were cut and the roots were divided up "longitudinally" and examined in their three thirds using a scanning electron microscope.

Results showed that NaOCl was not enough to completely eliminate the smear layer. The groups which contained a combination of NaOCl with a chelating agent showed different rates of cleaning.

With the Quelant and Citric Acid in both concentrations, the results were satisfactory.

**Palabras clave:** Permeabilidad dentinaria, Barro dentinario, Quelantes.

**Key words:** Dentin permeability, Smear layer, Chelating.

\* Prof. Adj. Cátedra de Endodoncia. Facultad de Odontología UdelaR Uruguay.

\*\* Asistente titular, Grado 2, Cátedra de Endodoncia. Facultad de Odontología UdelaR Uruguay.

\*\*\* Dra. en Odontología. Facultad de Odontología UdelaR Uruguay.

Fecha recibido: 30.11.11 - Fecha aceptado: 06.03.12

## Introducción

Durante la limpieza y conformación del conducto, se generan restos orgánicos (pulpa y predentina) y restos inorgánicos (limallas dentinarias), que se depositan sobre las paredes del conducto y forman una capa de barro dentinario (BD) o smear layer<sup>(1)</sup>. En conductos infectados pueden encontrarse también microorganismos<sup>(1,2)</sup>.

Este barrillo, está formado por 2 capas<sup>(3,4)</sup>: una superficial, poco adherida a las paredes dentinarias, irregular, densa, granular y amorfa<sup>(3,5)</sup> con un espesor de 1 a 2  $\mu\text{m}$  y otra más profunda que forma tapones dentro de los túbulos obliterándolos total o parcialmente pudiendo llegar a una profundidad de hasta 40  $\mu\text{m}$ <sup>(3)</sup>. Existen factores que inciden en el espesor y profundidad de dicha capa: si se trabaja sobre dentina seca o húmeda, la edad del diente, el tipo de instrumento utilizado (manual o rotatorio), la presión ejercida durante la preparación, así como la cantidad y carácter químico del irrigante<sup>(6,7)</sup>.

Hasta el momento hay diferentes opiniones respecto a su conservación o eliminación. Los que están a favor de mantenerlo se basan en que éste actuaría de barrera mecánica obstruyendo los túbulos e impidiendo el pasaje de microorganismos<sup>(8)</sup>. Estudios de Williams & Goldman (1985)<sup>(9)</sup> demostraron que la capa de smear layer retrasa el pasaje de microorganismos hacia los túbulos pero no lo impide.

Al día de hoy la mayoría está de acuerdo en remover el barrillo dentinario, así se logra reducir el número de microorganismos que puedan estar presentes en él<sup>(10, 11, 12)</sup>, se eliminan los restos orgánicos que sirven de sustrato para el crecimiento y desarrollo bacteriano, aumenta la permeabilidad dentinaria optimizando la desinfección del conducto al permitir una mejor acción del irrigante y de la medicación tópica<sup>(13, 14, 15)</sup>. En 1993, Foster, Kulild & Weller<sup>(16)</sup> evaluaron la difusión

del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en piezas traumatizadas. Los resultados mostraron que la remoción de la capa de barro facilitó la difusión del mismo a través de los túbulos dentinarios hacia la superficie externa radicular.

Con respecto a la obturación, la ausencia de esta capa, mejora la adaptación del material de relleno a las paredes dentinarias disminuyendo las filtraciones<sup>(1, 3, 11)</sup>. En presencia de barro dentinario el sellador no tiene posibilidad de entrar en los túbulos. Si estos están abiertos existe un aumento de la superficie de contacto entre la dentina y el cemento logrando una obturación más hermética<sup>(17)</sup>. Estudios con diferentes cementos (Roth 811, CRCS y Sealapex) demostraron una penetración entre 35 y 80  $\mu\text{m}$  luego de eliminarse la capa de desecho<sup>(18)</sup>. Gutmann 1993<sup>(19)</sup> así como Gençoğlu, Samani & Gunday 1983<sup>(20)</sup>, demostraron la penetración de la gutapercha termoplastizada y del sellador dentro de los túbulos cuando éstos estaban libres de barro dentinario.

En conductos obturados donde no se ha realizado previamente la remoción del barro la filtración apical es mayor<sup>(21)</sup> ya que la capa de desecho no permite un buen sellado.

Aún no se conoce una sustancia irrigante que tenga las dos funciones de actuar sobre el componente orgánico e inorgánico, por lo tanto, durante la preparación de conductos es necesario utilizar NaOCl (2,5% a 5,25%) que va a actuar disolviendo los restos pulpares y predentina y un agente quelante que provocará la disolución de la porción mineralizada<sup>(5, 22, 23)</sup>. Con esta combinación aumentamos los efectos de limpieza y el efecto antimicrobiano de ambos compuestos<sup>(15, 24, 25)</sup>.

Se utilizan como quelantes ácidos débiles (EDTA y ácido cítrico). Estos compuestos químicos son moléculas grandes de forma compleja, que tienen la capacidad de unirse mediante radicales libres a iones metálicos como es el calcio presente en los cristales de hidroxiapatita

de la dentina, provocando una descalcificación. Forman quelatos solubles de calcio.

## Materiales y métodos

Se utilizaron 40 dientes humanos unirradiculares divididos al azar en 5 grupos de 8 dientes cada uno.

Se realizaron los accesos, se determinó la longitud de trabajo traspasando con una lima K N° 15 el foramen apical, para luego restarle 1 mm. Se prepararon los conductos utilizando fresas Gates Glidden N° 1 y 2 para el tercio coronario, el resto del conducto con limas K aplicando la técnica step back. El tercio apical se preparó hasta una lima 35 o 40 y retroceso anatómico hasta 60, irrigando con 2 ml de NaOCl al 2,5% en cada cambio de instrumento y recapitulando constantemente. Para la irrigación final se utilizaron diferentes irrigantes:

- **Grupo A:** Hipoclorito de sodio (grupo control)
- **Grupo B:** EDTA 17%, pH 6,95
- **Grupo C:** Quelant 17(preparado comercial), pH 7
- **Grupo D:** Ácido cítrico 10%, pH 1,67
- **Grupo E:** Ácido cítrico al 25%, pH 1,49

Las soluciones del grupo B, D y E, fueron preparadas en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Odontología (UdelaR).

Se irrigó con 1 ml de quelante utilizando jeringas de insulina (Aguja 27G, 13 mm). Estas soluciones se mantuvieron dentro del conducto por 3 minutos, siendo agitadas por una lima K N° 15 por 1 minuto. Luego se lavó con 2 ml de NaOCl al 2,5% y se secó con conos de papel.

Se seccionaron las coronas manteniendo una longitud radicular de 15 mm y se realizaron cortes longitudinales de la raíz en sentido vestíbulo palatino con disco de diamante a baja velocidad y refrigerado, sin llegar al conducto. Luego se fracturaron utilizando una Lecnón.

Se seleccionó una mitad de cada diente, que fue metalizada, para ser observada en sus tres tercios, cervical, medio y apical, con MEB (JEOL JSM 5900 LV Japón) en aumentos x1000 y x4000.

Las muestras fueron observadas por tres integrantes en forma individual, previa calibración. (Test de Kappa=0,7)

Se realizó un estudio cuantitativo. Los criterios de evaluación se establecieron bajo 4 niveles de limpieza y en los 3 tercios del conducto según su localización:

1. Ausencia de barro dentinario: túbulos abiertos y limpios
2. Poco barro dentinario en la superficie: algunos túbulos obliterados
3. Presencia de barro dentinario en la superficie: la mayoría de los túbulos cerrados
4. Pesada capa de barro dentinario: no se distinguen los túbulos (Fig. 1)

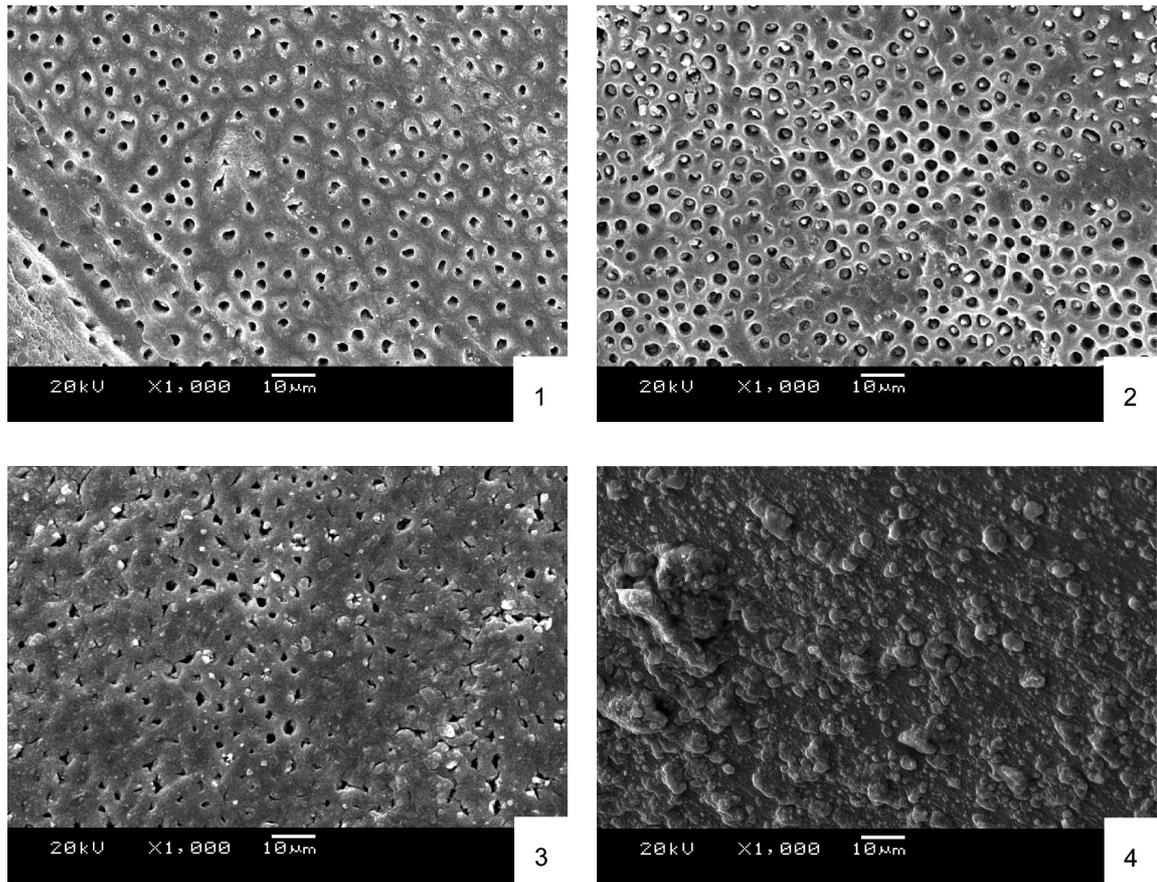
## Resultados

Los resultados se obtuvieron luego de la observación de 120 microfotografías correspondientes a los diferentes grupos de dientes en sus tres tercios (Tabla 1).

En el grupo A (control) en el cual las muestras recibieron como irrigación solamente NaOCl 2,5%, éstas presentaron una densa capa residual en sus tres tercios impidiendo la visualización de los túbulos dentinarios (Fig. 2).

En el grupo B, la mayoría de las muestras en su tercio medio mostraron una moderada capa residual. En el tercio apical el barro fue mayor visualizándose más canalículos obstruidos. En el tercio cervical se observó desde una moderada limpieza (nivel 2) hasta la presencia de una densa capa residual (nivel 4). En el grupo C se observó escasa capa residual en sus tres tercios (nivel 2), siendo el grado de limpieza superior al grupo B (Figs. 3 y 4).

Los grupos D y E con ácido cítrico al 10 y 25% mostraron mayor efectividad en la re-



**Fig. 1 - Nivel 1: Ausencia de BD. Nivel 2: poco BD. Nivel 3: BD en la superficie con mayoría de túbulos cerrados. Nivel 4: densa capa de barro sin distinción de túbulos dentinarios.**

moción del smear layer, con mejores resultados en el grupo E. (Figs. 5 y 6).

**Tabla 1: Porcentaje del grado de limpieza alcanzado con las diferentes soluciones irrigantes**

#### Tercio apical

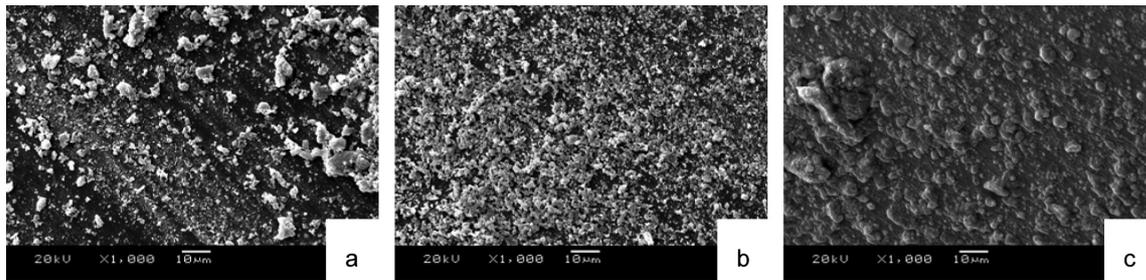
GRUPO	1	2	3	4
A (control)	0	12,5	0	87,5
B (EDTA facultad)	0	25,0	62,5	12,5
C (EDTA comercial)	37,5	37,5	25,0	0
D (Acido cítrico 10%)	37,5	50,0	0	12,5
E (Acido cítrico 25%)	87,5	0	12,5	0

#### Tercio medio

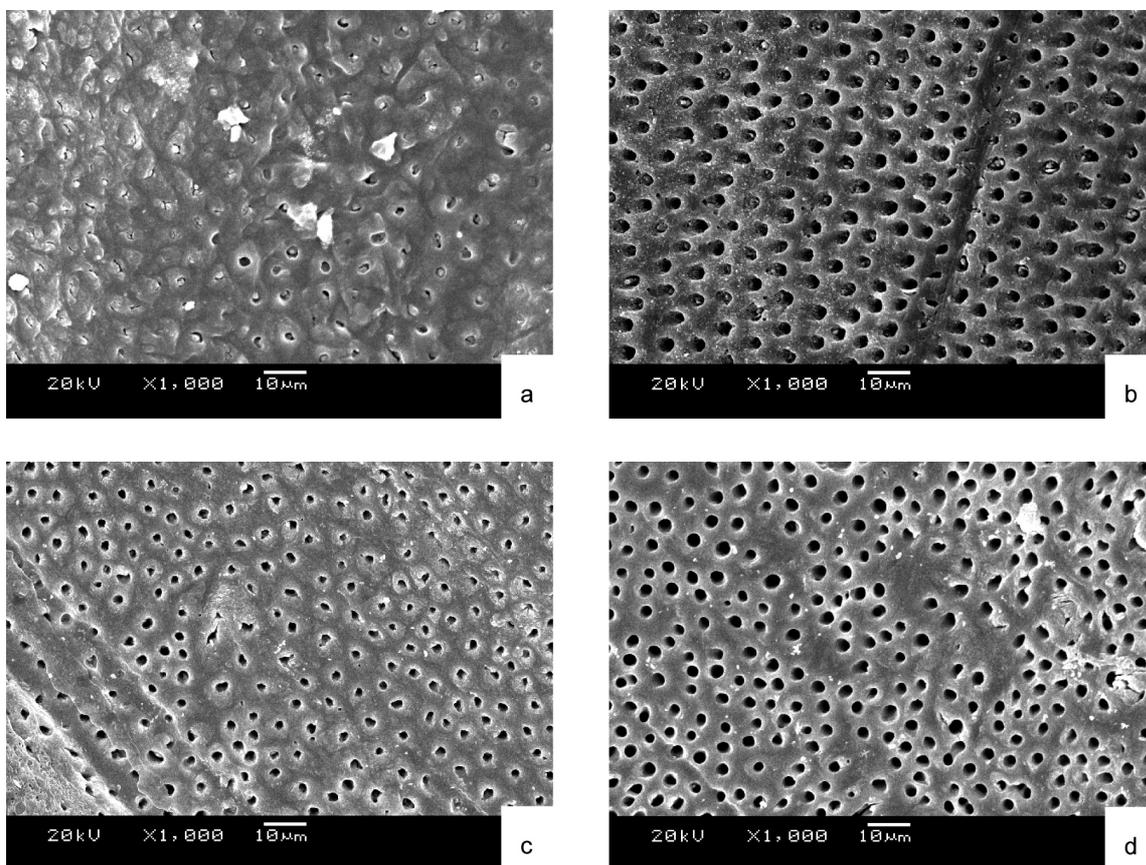
GRUPO	1	2	3	4
A (control)	0	0	0	100
B (EDTA facultad)	0	87,5	12,5	0
C (EDTA comercial)	37,5	62,5	0	0
D (Acido cítrico 10%)	37,5	62,5	0	0
E (Acido cítrico 25%)	87,5	12,5	0	0

#### Tercio cervical

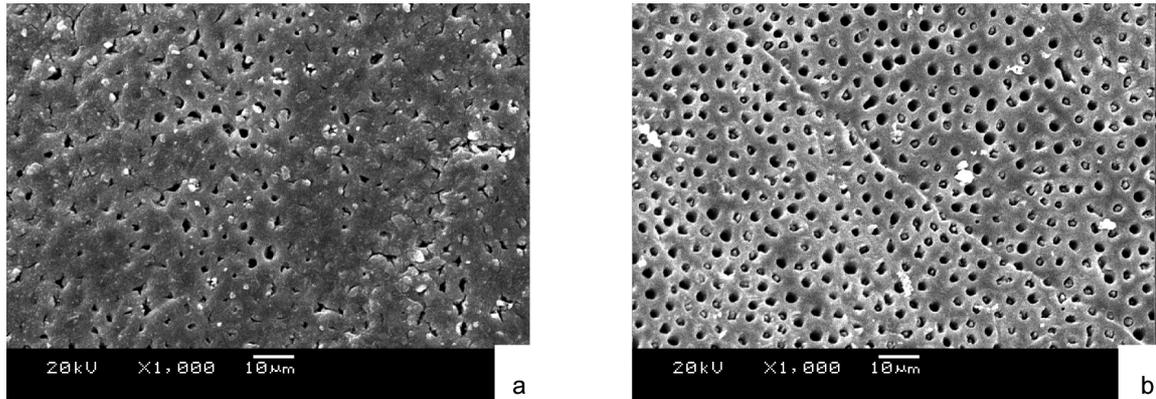
GRUPO	1	2	3	4
A (control)	0	0	12,5	87,5
B (EDTA facultad)	0	50,0	37,5	12,5
C (EDTA comercial)	37,5	37,5	25,0	0
D (Acido cítrico 10%)	75,0	12,5	12,5	0
E (Acido cítrico 25%)	75,0	12,5	12,5	0



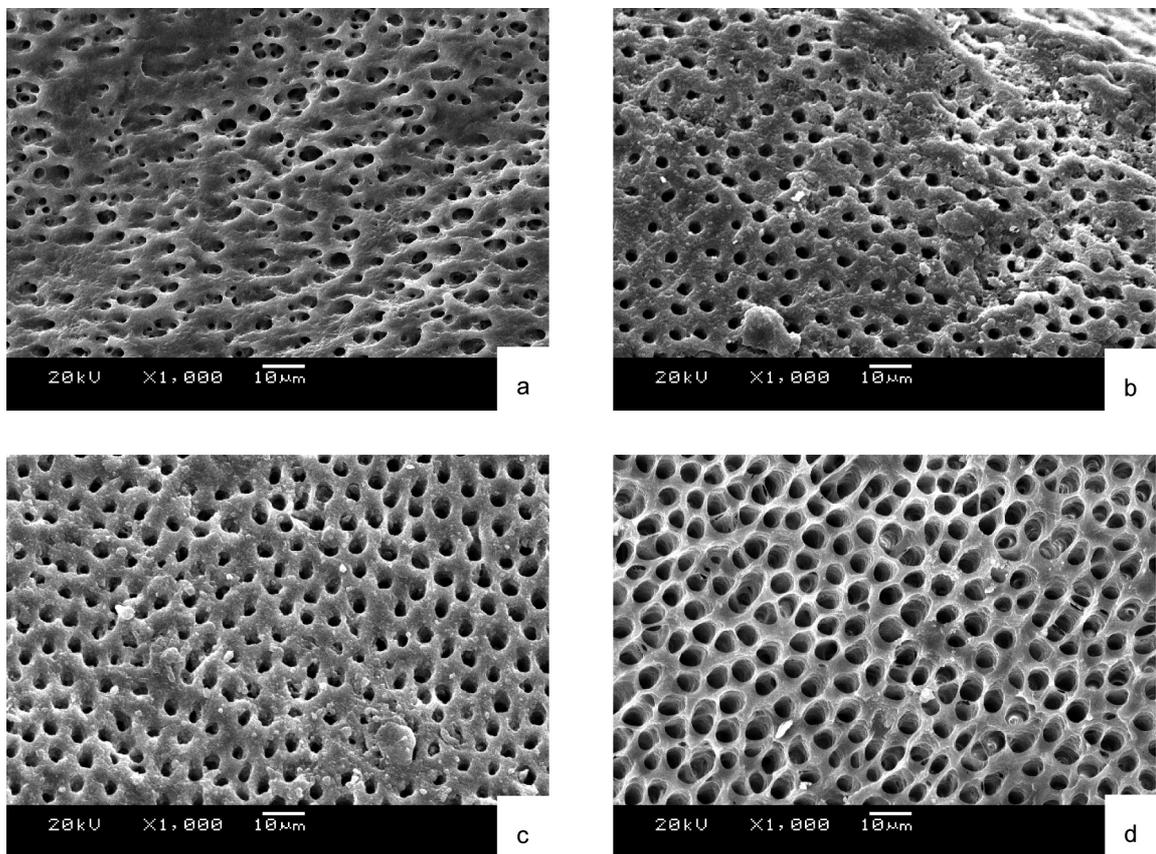
**Fig. 2 - Grupo A (control).** En la mayoría de las microfotografías se observa una densa capa residual que impide la visualización de los túbulos dentinarios. a) apical, b) medio, c) cervical.



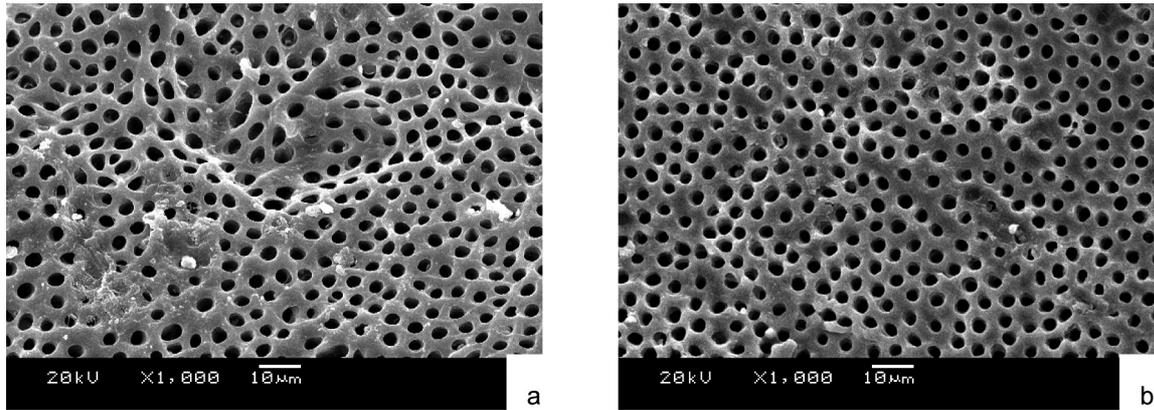
**Fig. 3 - Comparación entre Grupo B (EDTA Facultad) y Grupo C (EDTA comercial):** a) y b) corresponden al tercio apical y medio del Grupo B; c) y d) corresponden al tercio apical y medio del Grupo C.



**Fig. 4 - a) Grupo B, tercio cervical con túbulos obstruidos. b) Grupo C, tercio cervical con escaso BD.**



**Fig. 5 - a) Grupo D (Ácido cítrico 10%): tercio apical donde se aprecia ausencia de BD. b) Grupo D (Ácido cítrico 10%): tercio medio con presencia de restos. c) Grupo E (Ácido cítrico 25%): tercio apical con restos. d) Grupo E (Ácido cítrico 25%): tercio medio sin BD.**



**Fig. 6 - a) Grupo D. b) Grupo E. Corresponden al tercio cervical, sin BD**

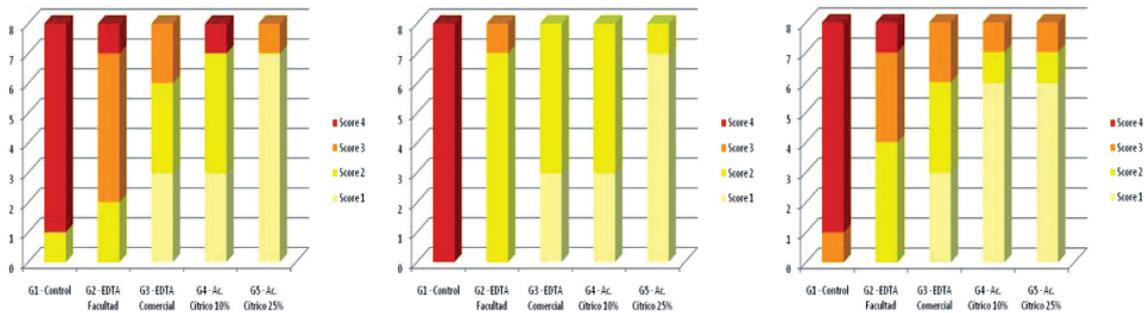
Se observó en algunas muestras de los grupos C, D y E diferentes grados de erosión de los túbulos dentinarios (Fig. 7). En los grupos C y D la erosión se observó en 12,5% de las muestras de cada grupo, mientras que en el grupo E fue de 37,5%. También se registró la presencia de cristales de citrato cálcico

en los grupos donde se utilizó ácido cítrico (Fig. 8).

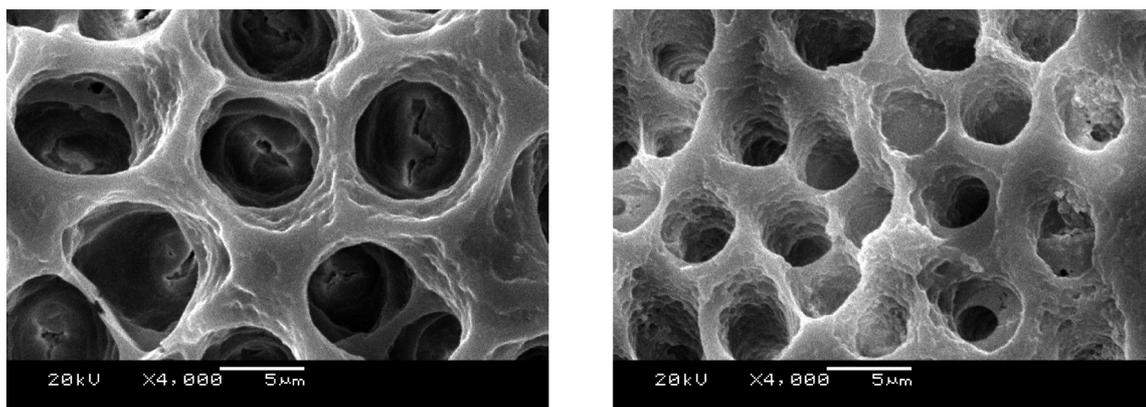
En el grupo D se observó en 16,6% de las muestras y en el grupo E en 12,5%.

Los datos obtenidos se analizaron con el test de chi cuadrado, observándose que el grado de limpieza se puede asociar al irrigante utilizado.

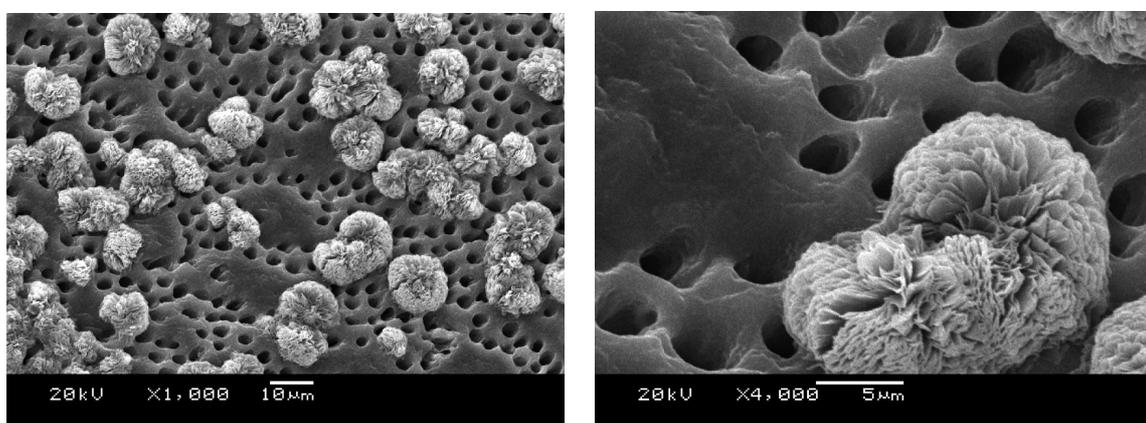
- Tercio apical  $\chi^2 = 47,853$       valor-p =  $7,116 \times 10^{-4} < 0,05$
- Tercio medio  $\chi^2 = 58,547$       valor-p =  $2,693 \times 10^{-5} < 0,05$
- Tercio cervical  $\chi^2 = 43,250$       valor-p =  $2,227 \times 10^{-3} < 0,05$



**Gráfico 1 - Grados de limpieza alcanzados en los tercios apical, medio y cervical respectivamente.**



**Fig. 7 - a) y b) Microfotografías mostrando túbulos erosionados.**



**Fig. 8 - Cristales de citrato cálcico en aumentos x1000 y x4000.**

## Discusión

La instrumentación manual o mecanizada produce un barrillo dentinario que cubre la superficie radicular del conducto. La presencia de esta capa compuesta de restos orgánicos e inorgánicos y posiblemente contaminada puede incidir en el éxito del tratamiento endodóntico, y por ello se sugiere su eliminación.

Con este fin se utilizan soluciones quelantes junto con NaOCl en la etapa denominada toilette del conducto. Esta se realiza en dientes vitales previa a la obturación y en piezas no vitales antes de la medicación tópica para aumentar la permeabilidad mejorando la difusión del irrigante y los agentes antimicrobianos y previo a la obturación logrando un mejor sellado.

El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de diferentes sustancias irrigantes en base a EDTA 17% y ácido cítrico 10% y 25% obtenidas en el laboratorio de Bioquímica (UdelaR) y compararlas con un producto comercial: Quelant.

Se prepararon los conductos manteniendo la corona para que en el momento de la instrumentación e irrigación, se asemejara a la realidad clínica. El volumen total de NaOCl (2,5%) empleado durante la preparación fue de 14 ml. Como irrigación final se utilizó 1 ml de la solución a testear, manteniéndola en el conducto por 3 minutos mientras se agitaba con una lima 15 K por 1 minuto. Se ha constatado que la agitación del quelante favorece la remoción del barro dentinario. Di-

ferentes estudios demostraron que el uso de ultrasonido mejora la capacidad de limpieza del conducto <sup>(4, 26, 27, 28)</sup>. Esto se debe al desprendimiento de microburbujas causadas por la vibración que produce el ultrasonido en contacto con el irrigante.

El grupo A donde solo se irrigó con NaOCl, mantuvo la capa de barro dentinario intacta. En el grupo B se utilizó una solución de EDTA 17% (pH 6,95) basados en la fórmula original de Ostby <sup>(29)</sup>. Los resultados logrados fueron mejores que el grupo control, pero inferiores a los grupos C, D y E. Posteriormente, Ostby <sup>(29)</sup>, a su fórmula original le agrega un tensoactivo (cetiltrimetilamonio) para que disminuya la tensión superficial logrando una penetración del líquido irrigante más profunda dentro de los túbulos. En este trabajo no se tuvo en cuenta este elemento agregado por lo que hace pensar que quizá ésta sea la causa de los resultados obtenidos.

En el grupo C se obtuvieron buenos resultados, superiores al grupo B y comparables con el grupo D. La efectividad del ácido cítrico fue proporcional a la concentración como se observó en otros estudios <sup>(30, 31)</sup>.

En todos los grupos se irrigó con NaOCl durante la preparación y posterior al quelante, buscando su acción sobre el componente orgánico y neutralizando el ácido.

El quelante actúa sobre la parte inorgánica del barro y sobre la dentina peritubular, más calcificada que la intertubular que presenta mayor cantidad de colágeno <sup>(32)</sup>.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con trabajos de otros autores <sup>(5, 10, 13, 33, 34)</sup> donde se demuestra que tanto el EDTA como el ácido cítrico fueron efectivos en eliminar el componente inorgánico del barrillo dentinario en la toilette del conducto.

Factores como: el tipo de solución utilizada, la concentración, el pH y el tiempo de exposición van a influir en la efectividad de la limpieza <sup>(30, 35-37)</sup>. Haznedaroglu 2003 <sup>(38)</sup> uti-

lizó ácido cítrico con diferente pH <sup>(1 - 6, 9)</sup> logrando un mejor efecto desmineralizador con pH bajo.

El tiempo de permanencia de la solución dentro del conducto es muy discutido. Múltiples estudios demuestran una adecuada limpieza manteniendo el irrigante dentro del conducto entre 1 y 3 minutos <sup>(14, 26, 27, 39-42)</sup>.

Se ha visto que el quelante puede producir erosiones en la pared de los túbulos, modificando la estructura dentinaria <sup>(14, 42-44)</sup>. En este estudio se observaron diferentes grados de erosión tubular en los grupos C, D y E. Los efectos deletéreos por el alto grado de descalcificación de la dentina peri e intertubular en algún caso provocó un agrandamiento del diámetro de los túbulos y una aproximación o conjugación entre ellos. Será necesario estudiar cómo afecta este cambio en la resistencia de las paredes del conducto.

Kennedy, Walker & Gough 1986 <sup>(21)</sup> sugieren que el aumento del diámetro de los túbulos utilizando quelantes depende del grado de maduración dentinaria, lográndose mayor apertura en dientes jóvenes que en dientes maduros donde la dentina está hipermineralizada. En estos casos es necesario recurrir a mayor concentración o a mayor tiempo de acción.

Por último el volumen utilizado en la irrigación como la penetración de la aguja dentro del conducto fueron factores importantes a considerar para lograr una buena limpieza del canal. Según Yamada <sup>(5)</sup>, el aumento de volumen puede ser un factor determinante porque provoca un "flujo y contraflujo" que ayuda a la eliminación de los restos, proponiendo como irrigación final, un volumen de 10 ml de EDTA seguido de 10 ml de NaOCl. En este estudio el uso de 1 ml de la solución a testear en los grupos C, D y E fueron suficientes para eliminar la porción inorgánica del barrillo dentinario, igual que en trabajos de Crumpton, Goodell & McClanahan 1995 <sup>(41)</sup>.

En algunas muestras donde se utilizó ácido cí-

trico, se observaron cristales de citrato cálcico semejantes a los descritos por otros autores <sup>(5,31,38,45)</sup>. Estos se producen cuando el ácido cítrico se combina con los iones calcio de la dentina. Si no son removidos con la irrigación final podrían permanecer en la entrada de los canalículos obstruyendo su luz. En este trabajo, luego del quelante se utilizaron 2 ml de NaOCl. Este volumen fue insuficiente para eliminar los cristales. Estudios indican una irrigación de 10 ml a 20 ml de agua destilada o NaOCl para la remoción de los mismos <sup>(5,45)</sup>.

## Conclusiones

- La irrigación única con NaOCl no elimina el barrillo.
- Tanto el EDTA como el ácido cítrico combinados con el NaOCl lograron eliminar el barro dentinario.
- Comparando los grupos de ácido cítrico, el de mayor concentración logró ser más efectivo.
- Se comprobó la presencia de erosión en algunas muestras de los grupos C, D y E, lo que señala la importancia de considerar factores como concentración, tiempo y edad dentaria.
- Se observó la formación de cristales de citrato cálcico en los grupos de ácido cítrico.
- Se recomienda el uso de ácido cítrico por su fácil preparación, bajo costo y efectividad comprobada.
- Con respecto al EDTA realizado en Facultad, se piensa que su fórmula puede ser mejorada para que sea tan efectiva como las otras soluciones utilizadas.

## Referencias bibliográficas

1. Mc Comb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 1 (7): 238-242.
2. Pashley DH: Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent (Suppl)* 1984; 3: 13-29
3. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning Electron Microscopic Investigation of the Smear Layer on Root Canal Walls. *J Endod* 1984; 10 (10): 477- 483.
4. Cameron JA: The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *J Endod* 1983; 9 (7): 289-292
5. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS.: A Scanning Electron Microscopic Comparison of a High Volume Final Flush with Several Irrigating Solutions: Part 3. *J Endod* 1983; 9(4): 137-142
6. Gilboe DB, Svare CW, Thayer KE, Drennon DG.: Dentinal smearing: An investigation of the phenomenon. *J Prost Dent* 1980; 44(3): 310-316
7. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA.: Capa superficial en endodoncia. *Clín Odont Nort* 1990; 1: 11-23
8. Drake DR, Wiemann AH, Rivera EM, Walton RE: Bacteria retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J Endod* 1994; 20 (2): 78-82
9. Williams S, Goldman M.: Penetrability of the smeared layer by a strain of proteus vulgaris. *J Endod* 1985; 11(9): 385-388
10. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O.: Effectiveness of 1 mol L<sup>-1</sup> citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J* 2000; 33: 46-52.
11. Fogel HM, Pashley DH.: Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. *J Endod* 1990 16 (9) 442-445
12. White RR, Goldman M, Peck Sun Lin.:

- The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod* 1984; 10(12): 558-562
13. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A.: Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003; 36: 810-830
  14. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland K, Shabahang S.: Efecto de diferentes concentraciones de hipoclorito sódico sobre la capacidad de eliminación del barrillo dentinario del MTAD. *Rev Esp Endod* 2003; 21(3): 179-190
  15. Orstavik D, Haapasalo M.: Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6: 142-149
  16. Foster KH, Kulild JC, Weller RN.: Effect of Smear Layer Removal on the Diffusion of Calcium Hydroxide through Radicular Dentin. *J Endod* 1993; 19(3): 136-140
  17. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi JM, Holz J.: The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 1987; 20: 228-232
  18. Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis I, Parissis-Messimeris S, Boutsioukis A.: Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol* 1998; 14: 191-195
  19. Gutmann JL.: Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. *Int Endod J* 1993; 26: 87-92
  20. Gençoglu N, Samani S, Günday M.: Dentinal Wall Adaptation of Thermoplasticized Guttapercha in the Absence or Presence of Smear Layer: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod* 1983; 19(11): 558-582
  21. Kennedy WA, Walker WA, Gough RW.: Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endod* 1986; 12 (1): 21-27
  22. Baumgartner JC, Mader CL.: A Scanning Electron Microscopic Evaluation of Four Root Canal Irrigation Regimens. *J Endod* 1987; 13(4): 147-157
  23. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS.: The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod* 1982; 8(11): 487-492
  24. Yamaguchi M, Yoshida K, Suzuki R, Nakamura H. Root Canal Irrigation with Citric Acid Solution. *J Endod* 1996; 22(1): 27-29
  25. Siqueira JF, Batista MMD, Fraga RC, de Uzeda M.: Antibacterial effects of Endodontic Irrigants on Black- Pigmented Gram-Negative Anaerobes and Facultative Bacteria. *J Endod* 1998; 24(6): 414-416
  26. Kuah HG, Lui JN, Tseng PSK, Chen NN.: The effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *J Endod* 2009; 35(3): 393-396
  27. Lui JN, Kuah HG, Chen NN.: Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Smear Layer. *J Endod* 2007; 33(4): 472-475
  28. Cameron JA.: Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* 1995; 28: 47-53
  29. Ostby NB: Chelation in root canal therapy. *Odontol Tidskr* 1957; 65: 1-11
  30. Wayman BE, Kopp WM, Pinero GJ, Lazzari EP.: Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod* 1979; 5 (9): 258-265
  31. Ferrer Luque CM, González López S Navajas Rodríguez de Mondelo JM.: Utili-

- zación del ácido cítrico en la preparación biomecánica del conducto radicular. *Rev Esp Endod* 1994; 12(2): 63-69
32. Trowbridge HO, Kim S.: Desarrollo de la pulpa, estructura y función. En Cohen S, Burns R.: *Vías de la pulpa* 7ª ed. España: Harcourt, 1999. Cap 10, p 368-369
  33. Martos J, Rodo Osinaga PW, Paz Borda D.: Evaluación del efecto de hipoclorito de sodio, EDTA y ácido cítrico en la permeabilidad dentinaria. *Rev Esp Endod* 2003; 21(3): 174-178
  34. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque C, González-Rodríguez M.: The Effectiveness of Different Acid Irrigating Solutions in Root Canal Clearing Alter Hand and Rotary Instrumentation. *J Endod* 2006; 32(10): 993- 997
  35. Serper A, Calt S. The Demineralizing Effects of EDTA at Different Concentrations and pH. *J Endod* 2002; 28(7): 501-502
  36. Morgan LA, Baumgartner JC.: Demineralization of resected root-ends with methylene blue dye. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84(1): 74-78
  37. Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L.: The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1981; 52 (4): 446-448
  38. Haznedaroğlu F.: Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96(3): 340-344
  39. Olmos Fassi J, Del Carril MA, Saguir SN, García Rusco A.: Limpieza de las paredes de los conductos usando una combinación de hipoclorito de sodio 2, 5%-ácido cítrico 10% y clorhexidina 2%-ácido cítrico 10%. *Rev Esp Endod* 2009; 27(2): 63-67
  40. Saito K, Webb TD, Imamura GM, Goodell GG.: Effect of Shortened irrigation Times with 17% Ethylene Diamine Tetraacetic Acid on Smear layer Removal after Rotary Canal Instrumentation. *J Endod* 2008; 34(8): 1011-1013
  41. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB.: Effects on Smear layer and Debris Removal with Varyng Volumes of 17% REDTA after Rotary Instrumentation. *J Endod* 2005; 31(7): 536-538
  42. Calt S, Serper A.: Efectos del EDTA en las estructuras dentarias en función del tiempo. *Rev Esp Endod* 2002; 20(2): 121-125.
  43. Niu W, Yoshioka C, Kobayashi C, Suda H.: A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J* 2002; 35: 934-939
  44. Haznedaroğlu F, Ersev H.: Tetracycline HCl Solution as a Root Canal Irrigant. *J Endod* 2001; 27(12): 738-743
  45. Scelza MFZ, Antoniazzi JH, Scelza P.: Eficacia de la irrigación final. Evaluación con microscopía electrónica de barrido. *Rev Esp Endod* 2000; 18(3): 166-171.

Dra. Sylvia Martinelli - sylmarbaum@gmail.com  
 Dra. Adriana Strehl - adristrehl@hotmail.com  
 Dra. Mariana Mesa - marimesa@montevideo.com.uy