



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTO DE LOS ÁCIDOS
ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO Y CÍTRICO
EN LA ELIMINACIÓN DE LA CAPA RESIDUAL:
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ADRIANA PANIAGUA FERRER

TUTORA: Mtra. AMALIA CONCEPCIÓN BALLESTEROS
VIZCARRA

ASESOR: C.D. JOSÉ LUIS CORTÉS PARRA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A DIOS:

Por ser quien guía mis pasos, ilumina mi vida y me indica el camino.

A MIS PADRES:

Porque gracias a ellos cumplí este sueño, por estar siempre a mi lado y ser el más grande orgullo de mi vida.

A MI HERMANO:

Quien es un ejemplo en mi vida, un gran apoyo y por demostrarme que todo lo que te propones lo puedes lograr.

A MI SOBRINA DENISS:

Por formar parte de esta etapa y hacerme reír en los momentos de estrés.

A MIS AMIGOS:

Por su amistad y ayuda a lo largo de esta carrera, por todas las experiencias que compartimos y lecciones de vida aprendidas.

A MI HIJO EL C.D. LUIS JOSÉ GONZÁLEZ SANTA CRUZ.

Por ser un gran maestro para mí, por su ayuda incondicional y enseñanza.

A MIS HIJOS ANDREA SÁNCHEZ Y A EL C.D. JAIME CASTRO.

Por estar siempre a mi lado, formar parte y festejar cada uno de mis logros.

A LA FAMILIA NAVA MÁRQUEZ:

Por ser importantes en mi vida y de quienes recibí apoyo en todo momento

*A MI MAESTRA AMALIA CONCEPCIÓN BALLESTEROS
VIZCARRA.*

Por ser mi guía en este proyecto y por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado.

A EL C.D. JOSÉ LUIS COSTÉS PARRA.

Por su gran apoyo, enseñanza y los buenos consejos que me otorgó.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	6
PROPÓSITO.....	7
OBJETIVOS.....	7
1. GENERALIDADES DE LOS IRRIGANTES.....	8
1.1. Objetivo de los irrigantes.....	9
1.1.2. Capa residual.....	10
1.2. Propiedades de los irrigantes.....	11
2. IRRIGANTES.....	12
2.1. Hipoclorito de sodio.....	13
2.2. Clorhexidina.....	15
2.3. Solución salina.....	16
2.4. Peróxido de hidrógeno.....	16
2.5. Yodo Yoduro de potasio.....	16
2.6. Lechada de Grossman.....	17
3. AGENTES QUELANTES.....	17
3.1. Generalidades de los agentes quelantes.....	18
3.2. Efecto sobre la dentina.....	19
3.3. EDTA.....	20
3.3.1. EDTA-C.....	22
3.3.2. EDTA-T.....	22
3.3.3. RC Prep.....	23

3.3.4. Smear Clear.....	24
3.4. Ácido cítrico.....	24
3.4.1. Tetraclean.....	25
3.4.2. MTAD.....	25
3.5. Interacciones con otros irrigantes.....	26
3.5.1. EDTA e Hipoclorito de sodio.....	27
3.5.2. Ácido Cítrico e Hipoclorito de sodio.....	28
4. TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN.....	30
4.1. Irrigación manual o convencional.....	30
4.2. Sistema de irrigación Rins Endo.....	32
4.3. Sistema de irrigación Safety.....	33
4.4. Sistema de irrigación ultrasónica.....	34
4.4.1. Sistema V Pro Stream Clean.....	35
4.4.2. Sistema de irrigación Cavi-Endo.....	36
5. PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN.....	38
DISCUSIONES.....	39
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

INTRODUCCIÓN.

Los agentes quelantes son sustancias que atrapan iones de calcio de la dentina provocando su reblandecimiento, facilitando la limpieza de las paredes de los conductos radiculares y la eliminación de la capa residual producida durante la instrumentación.

La eficacia de los agentes quelantes depende de la profundidad de penetración de la solución irrigante, tiempo de aplicación y concentración.

El uso de estos agentes quelantes puede ser empleado a diferentes concentraciones y siempre en combinación con un irrigante, el más empleado es el Hipoclorito de Sodio.

Se presentan en forma líquida o pasta.

El uso de ácido etilendiaminotetraacético EDTA o ácido cítrico son adecuados para la eliminación de la capa residual.

El EDTA es un ácido poliprótico cuyas sales de sodio pueden formar quelatos que reaccionan con los iones de calcio de los cristales de hidroxiapatita eliminándolos.

El ácido cítrico es un ácido orgánico débil, considerado como un agente quelante que elimina la capa residual, actuando sobre la estructura química de la dentina cambiando la relación calcio-fósforo (Ca/P) desmineralizándola, afectando su solubilidad y permeabilidad.

OBJETIVOS.

- Conocer los efectos de los ácidos etilendiaminotetraacético (EDTA) y cítrico durante la eliminación de la capa residual del sistema de conductos radiculares.
- Determinar el mecanismo de acción de interacción de los ácidos etilendiaminotetraacético (EDTA) y cítrico cuando se emplean con otras soluciones irrigantes.
- Comparar los efectos de los ácidos etilendiaminotetraacético (EDTA) y cítrico para la eliminación de la capa residual del sistema de conductos radiculares.

PROPÓSITO.

- Dar a conocer los efectos e interacciones de los ácidos etilendiaminotetraacético (EDTA) y cítrico, para la eliminación de la capa residual durante el protocolo de irrigación en el tratamiento del sistema de conductos radiculares en base a la investigación bibliográfica de la literatura reciente en el área de Endodoncia.

1. GENERALIDADES DE LOS IRRIGANTES.

La instrumentación de los conductos radiculares, cualquiera que sea la técnica empleada, sólo elimina parte de su contenido debido a que los instrumentos no pueden alcanzar las irregularidades que conforman el sistema de conductos radiculares. La limpieza y desinfección de las paredes de los conductos laterales, accesorios y especialmente en la zona apical, es una tarea reservada a la irrigación. (1)

Los irrigantes desempeñan un papel importante en la remoción de microorganismos, toxinas, detritus y capa residual de los conductos radiculares durante la preparación biomecánica. (2) Sin embargo ningún irrigante por sí solo es capaz de cumplir con estas acciones por completo, por lo que se requiere su asociación con soluciones químicas de carácter quelante con el fin de proporcionar una mejor eficacia de limpieza y desobstrucción de los túbulos dentinarios. (3,4)

El éxito del tratamiento endodóncico depende de la erradicación de microorganismos y la prevención de la reinfección. (5)

1.1. Objetivo de los irrigantes.

Debido a que tienen un papel muy importante en la eliminación de detritus, los irrigantes tienen los siguientes objetivos:

- A) Acción de lavado: ayuda a eliminar los desechos.
- B) Disolver tejido orgánico e inorgánico (Capa residual): los irrigantes proteolíticos tales como el hipoclorito de sodio pueden disolver la materia orgánica y desbridar eficazmente el sistema de conductos radiculares.
- C) Penetrar a la periferia del conducto radicular.
- D) Lubricación: Ayudan al paso sin obstáculos de los instrumentos dentro del conducto.
- E) Quelación.
- F) Acción antibacteriana: Ayudan en la remoción de microorganismos patógenos del conducto radicular. (2,5)

1.1.2. Capa residual.

Descrito por McComb y Smith (1975) como resultado intrínseco de la instrumentación de los conductos. (4)

Denominada por los norteamericanos como “smear layer”, por los argentinos “barro dentinario” o “lodo dentinario”, por los brasileños como “costra dentinaria.” (6)

La capa residual, está constituida por dos fases: una inorgánica, conformada por las bridas de dentina escindidas que contiene hidroxiapatita y restos de las sustancias químicas utilizadas y otra orgánica, compuesta por los restos celulares y bacterianos (Tejido pulpar necrótico o vital, restos odontoblásticos, proteínas coaguladas, glóbulos, fibras nerviosas, colágeno y saliva). (4,7)

Mader y colaboradores en 1984, utilizaron el microscopio electrónico de barrido con el objetivo de conocer su morfología, (Fig. 1) (4) observaron que presenta una capa de 1 a 2 μm en la superficie y hasta 40 μm en la profundidad de los túbulos dentinarios. (8)

La capa residual impide la penetración de los medicamentos intraconductos en los túbulos dentinarios e influye en la adaptación de los materiales de obturación. (9)

La eliminación de la capa de residual, es sencilla y predecible si se utilizan los irrigantes correctos. (5) El uso de soluciones descalcificantes como el EDTA o ácido cítrico son adecuadas para la eliminación de ésta. (10)

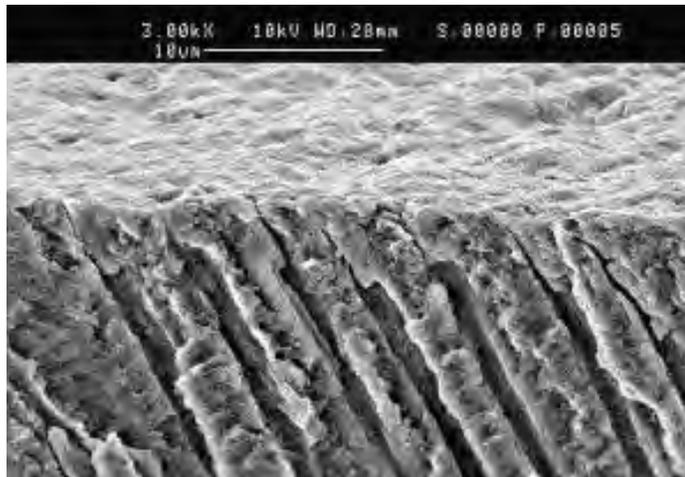


Fig. 1. Morfología de la capa residual. Journal of Endodontics; 2010. Vol. 54. No. 2.

1.2. Propiedades de los irrigantes.

Las propiedades que deben tener los irrigantes son las siguientes:

- A) Capacidad de disolver los tejidos pulpares vitales y necróticos.
- B) Antimicrobiano de amplio espectro y eficaz contra microorganismos.
- C) Evitar la formación de la capa de barrillo dentinario o disolverla una vez que se ha formado.
- D) Poco potencial de causar una reacción anafiláctica.
- E) Baja tensión superficial para facilitar el flujo de la solución y humedad de las paredes de la dentina.
- F) Escasa toxicidad para los tejidos vitales del periodonto.

G) Efervescencia: la liberación de gases en un medio acuoso mantiene en suspensión la capa residual resultante de la instrumentación en el interior del conducto, impidiendo que se deposite en la porción apical del conducto.

H) De acuerdo a su utilidad este debe ser de fácil manejo y tener una vida útil. (1,2,4,11)

2. IRRIGANTES.

Existen varias soluciones irrigantes unas presentan acción de tipo antimicrobiano al tener contacto directo con los microorganismos y otras de acción descalcificante. (5)

El irrigante más utilizado es el hipoclorito de sodio (NaOCl) en concentraciones de 0,5 hasta el 5,25%. (12) Otras soluciones de irrigación son la solución salina fisiológica, peróxido de hidrógeno, clorhexidina, yodo yoduro de potasio y solución saturada de hidróxido de calcio. (5)

En los dientes con pulpa vital el tratamiento se centra en la asepsia, es decir, la prevención de la infección del sistema de conductos radiculares. Por el contrario los dientes con necrosis (Que albergan microorganismos), su tratamiento se enfoca en la antiseptia. (11)

2.1. Hipoclorito de Sodio.

De todos los irrigantes que se utilizan actualmente, el NaOCl es el irrigante más utilizado debido a su actividad antimicrobiana y disolución del tejido. (11,13)

El hipoclorito de sodio fue recomendado por Labarraque (1777-1850) para prevenir la fiebre puerperal y otras enfermedades infecciosas. Koch y Pasteur, aprobaron el uso del NaOCl como un desinfectante a finales del siglo XIX. Durante la Primera Guerra Mundial, el químico Henry Dakin y el cirujano Alexis Carrel extendieron el uso de NaOCl al 0,5% para la irrigación de las heridas infectadas. (11)

En 1920 comenzó el uso de NaOCl acuoso como el irrigante principal en Endodoncia. (11)

Es un compuesto halogenado que posee importantes propiedades durante la irrigación de los conductos radiculares: (4,14)

A) Lisis proteica: la solución de NaOCl, desnaturaliza la cadena proteica de los restos pulpares y colágeno (Componentes orgánicos de la dentina) para su eliminación. (4,14)

B) Saponificación: Cuando se produce el contacto del NaOCl se forman jabones y ácidos grasos y disminuye la tensión superficial favoreciendo la difusión de la solución. (4)

C) Bacteriolisis: se produce al romper la membrana de las bacterias. (4)

D) Efervescencia: Es producida con la liberación de cloro y oxígeno al contacto con la materia orgánica ayudando a que la capa de barrillo sea

expulsada hacia la zona cervical del conducto radicular, este fenómeno fue descrito por Grossman. (4)

Se ha encontrado que la capacidad disolvente de NaOCl depende de su concentración, el tiempo, el volumen, el pH, la temperatura y la agitación. (13)

Es el único irrigante que disuelve tejido necrótico y vital. Tiene un pH alcalino de 11-11,5, aunque su mayor efecto bactericida se da cuando su pH es próximo al neutro, ya que en esa condición el ácido hipocloroso (Producto de la degradación de la solución) se encuentra en forma no disociada (HClO), de lo contrario en valores de pH básico, el ácido hipocloroso encuentra su potencial en la forma disociada ($H^+ + ClO^-$) y así es menos bactericida. (2,4, 5)

Las concentraciones para su uso son de 0,5 a 5,25%, dependiendo de su concentración recibe una denominación específica: solución de Dakin 0,5%, solución de Milton 1%, soda clorada 2,5%, solución de Grossman 5,25%, por lo tanto, a mayor concentración aumenta sus propiedades solventes y antimicrobianas, (1,4) además se recomienda que la solución se caliente a 60°C para mejorar su eficacia. (2)

Dentro de las desventajas encontramos: que debido a que posee alta tensión superficial disminuye la capacidad de humectación de la dentina, tiene olor y sabor desagradable, es cáustico y puede inflamar al tejido gingival, puede blanquear la ropa si es derramado, si es deglutido causa edema faríngeo y quemadura esofágica, es tóxico si traspasa el ápice por lo tanto se debe tener precaución al irrigar el conducto radicular. (2)

2.2. Clorhexidina.

La clorhexidina fue desarrollada en los laboratorios Imperial Chemical Industries en 1940. Davies y colaboradores introdujeron su uso en la Odontología como irrigante en el año de 1954. (4,11)

Es un antiséptico que se utiliza como irrigante en el sistema de conductos radiculares a una concentración de 2% para la desinfección del mismo. También puede utilizarse como medicamento intraconducto. Su presentación es en solución o gel (Digluconato de clorhexidina) (Fig.2). No posee mal olor, no irrita los tejidos periapicales. (5,11)



Fig. 2 Presentación de clorhexidina al 2%.Soares I, Golberg F. Endodoncia: Técnica y Fundamentos; 2012. p. 207.

2.3. Solución Salina.

Se recomienda como irrigante ya que arrastra el detritus del conducto radicular. No posee ninguna propiedad de disolución o destrucción de las bacterias, sin embargo se utiliza como auxiliar de limpieza durante la instrumentación del sistema de conductos radiculares. Es biotolerable. (2)

2.4. Peróxido de hidrógeno.

También conocida como agua oxigenada, es un agente oxidante empleado a una concentración de 3%, el cual se utiliza de manera alternada con el NaOCl, que al interactuar producen una efervescencia logrando expulsar al detritus, ésta propiedad es eficaz sobre todo en los casos de biopulpectomías, para la eliminación de la sangre infiltrada. Su producción de oxígeno es tóxica para los microorganismos anaerobios. (2, 6)

Produce blanqueamiento y presenta una baja toxicidad. (2)

2.5. Yodo Yoduro de Potasio.

El yodo yoduro de potasio (IKI) es un irrigante antimicrobiano muy eficaz de baja toxicidad utilizado a una concentración de 2%, puede penetrar a la dentina a 1 μm de profundidad.

Gracias a que libera vapores puede destruir las bacterias en un lapso de 5 minutos in Vitro.

Esta solución se prepara mezclando 2 gramos de yoduro en 4 gramos de yoduro de potasio, disolviéndose en 94 mililitros de agua destilada. (2)

2.6. Lechada de Grossman.

También conocida como agua de cal, es una mezcla de hidróxido de calcio con agua destilada. Para Leonardo, está indicada en el tratamiento de pulpitis irreversible por presentar efecto antibacteriano, tiene un pH alcalino y efecto hemostático.

Es biotolerable por el tejido periodontal. (1)

3. AGENTES QUELANTES.

Los agentes quelantes se introdujeron a Endodoncia por Nygaard-Østby en 1957. (15)

Son sustancias que atrapan iones de calcio de la dentina provocando su fragilidad debilitando su estructura molecular, facilitando la limpieza de las paredes y la eliminación de la capa residual durante la instrumentación del sistema de conductos radiculares. (1,16)

Son de gran utilidad en conductos estrechos y calcificados. (17)

3.1. Generalidades de los agentes quelantes.

Los agentes quelantes se recomiendan para evitar la formación y/o eliminar la capa residual. (11)

Debido a su acción directa sobre el calcio presente en los cristales de hidroxiapatita de la dentina, altera los componentes orgánicos e inorgánicos debilitando su microdureza, permeabilidad y solubilidad facilitando así la instrumentación del sistema de conductos radiculares. (16) Su efecto de quelación es más eficaz cuando su pH es bajo. (8) Su toxicidad es relativamente baja. (2)

La eficacia de los agentes quelantes depende de la penetración de la solución irrigante, tiempo de aplicación y concentración, después de su aplicación, una vez saturada pierde su acción de quelación. (18)

Se presentan en forma líquida o pasta; entre las de tipo líquido encontramos las siguientes:

- A) REDTA: EDTA al 17% + 8 mg. de cetrimida (Para disminuir la tensión superficial).
- B) EDTAC: EDTA al 15% + 0,75 gr. de cetavlon.
- C) EDTAT: EDTA al 17% + tergentol (Lauril eter sulfato de sodio).
- D) Ácido cítrico.

El quelante de tipo pasta es:

- A) RC- Prep: EDTA al 15% + peróxido de urea y glicol al 10% en una base de carbowax. (2)

3.2. Efecto sobre la estructura dentinaria.

Los agentes quelantes reaccionan al contacto con el contenido mineral de la dentina radicular, por lo que es importante conocer los efectos de cada solución. (7)

La dentina es el principal tejido duro del diente, el 70% es compuesto inorgánico (Formado en su mayoría por calcio y fósforo presentes en los cristales de hidroxiapatita a ellos se debe su dureza) y pequeñas cantidades de magnesio, sodio, cloruro, potasio, carbonato y fluoruro; 20% es compuesto orgánico (El colágeno tipo I es el principal componente orgánico en un 90%) y 10% agua. (18,19)

Los irrigantes causan alteraciones en la estructura química de la dentina, alterando la relación de calcio-fósforo ($1,67 \mu$) por medio del secuestro de iones, modificando su permeabilidad y solubilidad. (18).

Otro factor que favorece la eliminación de iones calcio es un pH más ácido. (15)

3.3. EDTA.

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue el primer quelante utilizado en la Odontología. (15)

Es un ácido poliprótico, cuyas sales de sodio pueden formar quelatos. (3) que reaccionan con los iones de calcio de los cristales de hidroxiapatita eliminándolos. (20) Se utiliza en solución acuosa a una concentración entre 10 y 17% y un pH de 7. (3)

Actúa desmineralizando el componente inorgánico de la capa residual, provocando el agrandamiento de los túbulos dentinarios, debilitando la estructura de la dentina, tiene propiedades lubricantes, además de ser el más indicado en conductos estrechos y calcificados. (15,20) Es considerado como el agente quelante más eficaz. (21)

Se utiliza en diferentes concentraciones y combinaciones, su eficacia depende de varios factores: profundidad de penetración, dureza de la dentina, duración de la aplicación, el pH y su concentración. (20)

El pH más bajo favorece su eficacia y disponibilidad de iones de calcio para lograr la quelación. (8) En cuanto al tiempo se ha demostrado que el EDTA puede eliminar la capa residual en 1 minuto si su penetración al conducto radicular es rápida. Cuando su aplicación dura hasta 10 minutos causa erosión de la dentina. (20,21)

En la figura 3 se muestra la imagen vista a través de microscopio electrónico de barrido de la capa residual después de utilizar EDTA al 17% durante 1 minuto seguido de NaOCl al 5%.

En la figura 4 se observa la erosión de la dentina causada por el uso de EDTA al 17% durante 10 minutos seguido de NaOCl al 5%.

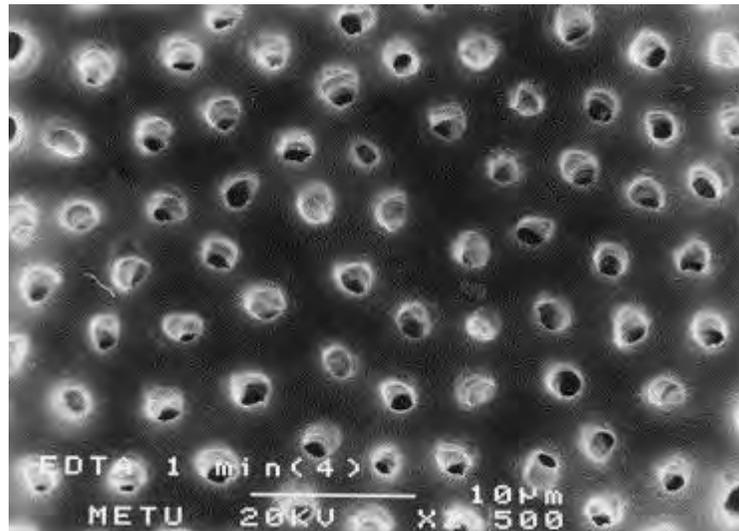


Fig. 3. Efecto de EDTA al 17% durante 1 min. seguido de NaOCl al 5% en el tercio medio del sistema de conductos radiculares. La capa residual se elimina por completo y todos los túbulos son claramente visibles ($\times 2500$). *Journal of Endodontics*; 2002. Vol. 28 No. 1.

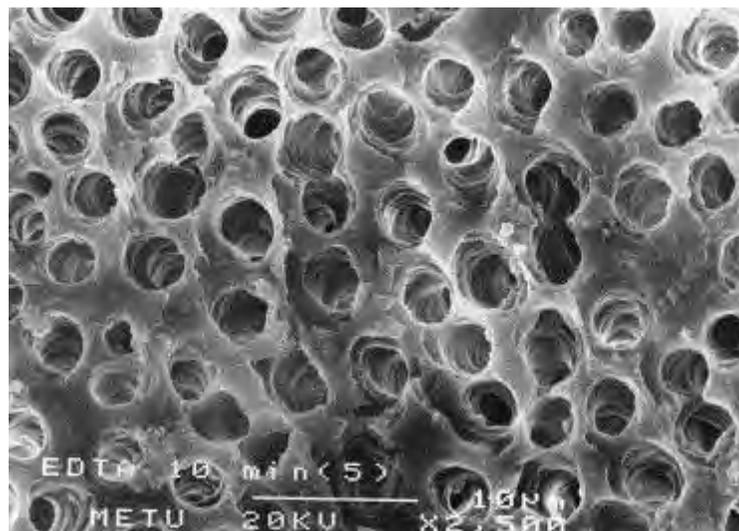


Fig. 4. Efecto de EDTA al 17% durante 10 min, seguido de NaOCl al 5% en el tercio medio del sistema de conductos radiculares. El efecto erosivo se encuentra en exceso, lo que lleva a la ampliación de las aberturas tubulares dentinarias y el deterioro de la superficie de la dentina ($\times 2500$). *Journal of Endodontics*; 2002. Vol. 28 No. 1.

Para lograr la eliminación del componente orgánico e inorgánico de la capa residual, se recomienda el uso de 10 ml de EDTA al 17% seguido de 10 ml de NaOCl al 5%. (20)

3.3.1. EDTA-C.

Fehr Nygaard-Ostby agregó un tensoactivo a EDTA, cetavlon o bromuro de cetil-trimetil-amonio, lo que conforma al EDTA-C.

Al utilizarlo se obtienen paredes dentinarias más lisas, túbulos dentinarios con apariencia circular, regular, diámetros ligeramente aumentados y disminuye la tensión superficial hasta un 50%.

Su acción sobre la microdureza de la dentina radicular es inversamente proporcional al tiempo de aplicación. (4)

3.3.2. EDTA-T.

Está compuesto de EDTA al 17% mas Tergentol (Lauril- éter sulfato de sodio) un tensoactivo que le confiere a la solución mayor difusión a través de los túbulos dentinarios. (4)

3.3.3. RC-Prep.

Es un quelante de tipo pasta, descubierto por Stewart, contiene EDTA al 15%, más peróxido de urea y glicol al 10% en una base de carbowax. (Fig.5)

Aumenta la profundidad de penetración, mejora el desbridamiento, promueve la emulsificación de tejido orgánico, mantiene el detritus en suspensión ya que promueve la flotación del remanente pulpar.

El peróxido produce efervescencia y liberación de oxígeno al contacto con hipoclorito de sodio ayudando a la eliminación de las bacterias. (2)



Fig.5. Rc-Prep. Soares I, Golberg F. Endodoncia: Técnica y Fundamentos; 2012. p. 211.

3.3.4. SmearClear

Es una solución de EDTA al 17% incluyendo un catiónico cetrimida y un tensoactivo aniónico. Se muestra en la (fig. 6).

Disminuye la tensión superficial. (5)



Fig. 6. SmearClear. Journal of Endodontics; 2010. Vol. 54 No. 2.

3.4. ÁCIDO CÍTRICO.

El ácido cítrico tiene sus estudios preliminares conducidos por Loel. Es un ácido orgánico débil, considerado como un agente quelante que elimina la capa residual, actuando sobre la estructura química de la dentina cambiando la relación calcio-fósforo Ca/P desmineralizándola, afectando su solubilidad y permeabilidad. (4, 10) Se presenta en concentraciones que van desde 1 a 50 %, de acuerdo a Jenkins y Dawes (1963), posee un pH de 6. (4,22)

A partir de 1979, fue utilizado por Wayman y colaboradores, como solución irrigadora para el sistema de conductos radiculares. (4) Su efecto quelante es más eficaz cuando su pH es más bajo. (23) El uso de concentraciones de 10 y 15 % son las más biotolerables por los tejidos. (4) De acuerdo a estudios realizados por Ando Erdemir, informó que el ácido cítrico es menos citotóxico que el EDTA. (10)

3.4.1. Tetraclean.

Es una solución irrigadora formada a base de ácido cítrico 10,5%, doxiciclina 50 mg / 5 ml y polipropileno glicol, gracias a sus componentes se considera bacteriostático. Debido a su baja tensión superficial, puede penetrar los túbulos dentinarios. (16)

3.4.2. MTAD.

Es una mezcla de isómero de tetraciclina (doxiciclina 150 mg / 5 ml), ácido cítrico y un detergente (Tween 80). (2,16) En la figura 7 se muestra la presentación de MTAD.

Es útil en la erradicación de las bacterias en conductos necróticos por su eficacia para la destrucción de *E. Faecalis*. Presenta baja citotoxicidad, sus efectos de solubilidad para la eliminación de la capa residual son similares a los de EDTA y al NaOCl al 5,25%. (2)

El protocolo de uso clínico es de NaOCl al 1,3% durante 20 minutos seguido por 5 minutos de MTAD. (2)



Fig. 7. Presentación de MTAD. Nageswar R. Endodoncia avanzada; 2011. p.136.

3.5. INTERACCIONES CON OTROS IRRIGANTES.

Como ya se mencionó antes es necesaria la combinación de soluciones irrigantes para obtener un riego seguro y eficaz en la eliminación de la capa residual. La finalidad de esta combinación es disolver materia orgánica e inorgánica. (5)

3.5.1. EDTA e Hipoclorito de sodio.

El hipoclorito de sodio y el EDTA son las dos soluciones de irrigación más utilizadas.

Durante el uso alterno de estas soluciones es importante considerar su concentración y el tiempo de aplicación. (5) Debido que a mayor concentración, el tiempo de aplicación debe ser menor para evitar efectos adversos. (4)

Encontramos las diferentes concentraciones para su aplicación:

- A) 3 ml de EDTA al 1% seguido de 3 ml de NaOCl al 1% durante un tiempo de 1 a 5 min. (4)
- B) 5 ml de EDTA al 17% seguido de 5 ml de NaOCl al 5% durante 5 min. (11)
- C) 5 ml de EDTA al 15 % seguido de 5 ml de NaOCl al 2,5% durante 5 min. (11)
- D) 5 ml de 17% de EDTA seguido de 5 ml de NaOCl al 5,25% durante un tiempo de 2 a 3 min.

Se debe de tener la precaución de no aplicar NaOCl como irrigación final después de EDTA, ya que produce una severa erosión de los túbulos dentinarios, (Fig. 8) como alternativa de este, podemos utilizar Clorhexidina al 2% o solución salina. (5)

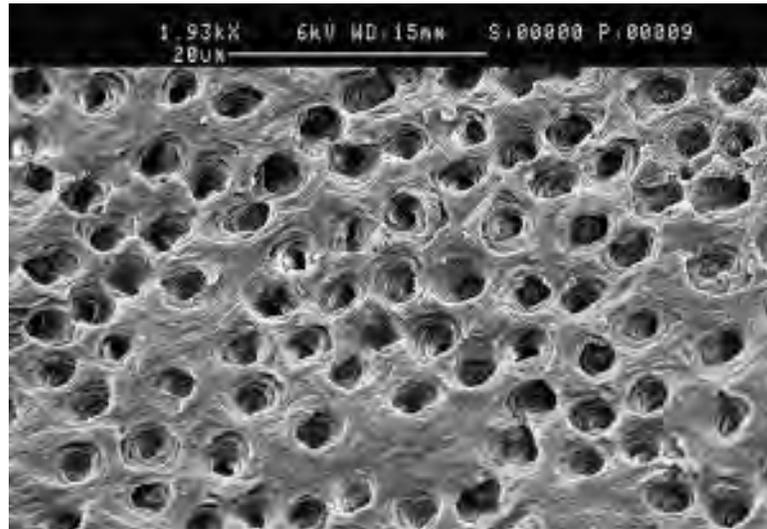


Figura 8. Erosión considerable de los túbulos dentinarios se produce cuando se utiliza hipoclorito después de EDTA. Journal of Endodontics; 2010. Vol. 54 No. 2.

3.5.2. Ácido cítrico e Hipoclorito de sodio.

La combinación de estas soluciones elimina la capa residual. (12)

El pH de ácido cítrico más utilizado es de 1-2, y el pH de NaOCl es de 7. (10)

Existen diferentes concentraciones para su uso:

- A) 5 ml de ácido cítrico al 15% seguido de 5 ml de NaOCl al 5% durante 5 min. (12)
- B) 5 ml de ácido cítrico al 19% seguido de 5 ml de NaOCl al 5,25% durante 2 a 3 min. (10)

- C) 5 ml de ácido cítrico al 10% seguido de 5 ml de NaOCl al 2,5% durante 5 min. (15)
- D) 5 ml de ácido cítrico al 20% seguido de 5 ml de NaOCl al 3% durante 1 min. (22)
- E) 5 ml de ácido cítrico al 50 % seguido de 5 ml de NaOCl al 2,5% durante 1 min. (23)
- F) 3 ml de ácido cítrico al 5 % seguido de 3 ml de NaOCl al 2,5 % durante 1 min. (23)

El valor de pH del ácido cítrico debe de aplicarse en valores de 0.8 a 4 ya que la desmineralización de la dentina no depende de la concentración si no del valor de pH. (Fig.9). (23)

Cuando se aplican soluciones irrigantes con valor de pH mayor a 4 la desmineralización no es adecuada. (Fig. 10). (23)

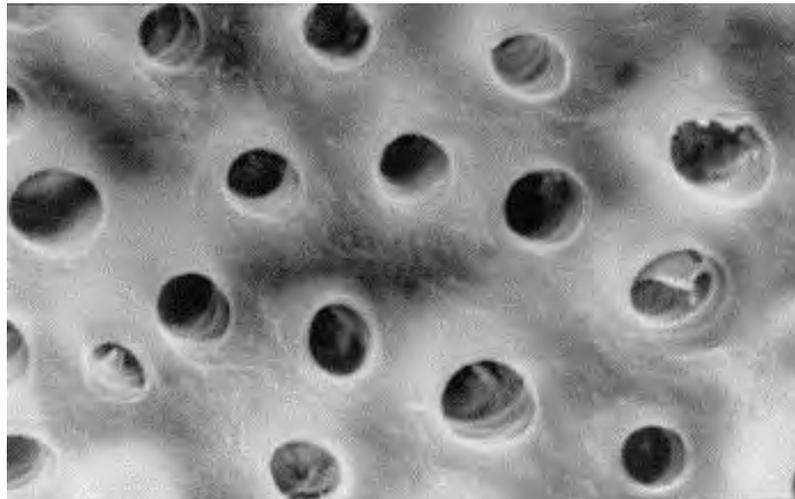


Fig.9. Conducto radicular irrigado con hipoclorito de sodio al 2,5% durante la instrumentación seguido de 5% de ácido cítrico con un pH de 1,9 como enjuague final. A mayor aumento, la capa residual está totalmente eliminada. Orificios tubulares dentina son claramente visibles (aumento original \times 5000). *Journal of Endodontics*; 2003. Vol. 96 No.3.



Fig. 10. Conducto radicular irrigado con NaOCl al 2,5% durante la instrumentación seguido de ácido cítrico al 5% con un pH de 6 como enjuague final. Capa residual superficial se mantiene, y los túbulos dentinarios están obstruidos. Tenga en cuenta la presencia de cristales de citrato de calcio (aumento original $\times 5000$). Journal of Endodontics; 2003. Vol. 96 No.3.

4. TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN.

Existen diferentes técnicas de irrigación que nos ayudan en la eliminación de la capa residual utilizando la combinación de soluciones. (2)

4.1. Irrigación manual o convencional.

Los irrigantes se introducen en jeringas de plástico con agujas conectadas mediante mecanismo de rosca para evitar que se desprendan al presionar el émbolo. Los calibres de las agujas son de 27 y 30 (de elección en conductos curvos y estrechos), las agujas se doblan para facilitar su introducción en el conducto, cuidando que esta no quede presionada en las paredes del

conducto y permitir el reflujo de la solución irrigadora, evitando así que se vaya hacia el periápice. (1)

Las agujas más finas podrán llegar con más facilidad al interior del conducto, las más utilizadas son las agujas Navi Tip. (fig.11). (24)



Fig. 11. Agujas NaviTip con puntas redondeadas y extremos flexibles. Cuatro diámetros: 17, 21, 25 y 27. Soares I, Golberg F. Endodoncia: Técnica y Fundamentos; 2012. Cap. 10. p. 205.

Las jeringas de plástico son de diferentes tamaños de 1 a 20 ml (Fig.12). Se recomiendan las jeringas de 5 ml ya que con las de mayor capacidad es más difícil controlar la presión. (5)

Con el uso de una jeringa, se ha demostrado que la solución no penetra más allá de 1 mm de la punta de la aguja. Por lo tanto, el riego parece predecible sólo si la punta de la aguja se puede introducir a 1 mm de la longitud real de trabajo. (25)



Figura 12. Jeringas de plástico para riego. Journal of Endodontics; 2010. Vol. 54 No. 2.

Debido a las reacciones químicas entre las sustancias irrigadoras, se debe de utilizar una jeringa para cada solución. (5)

4.2. Sistema de irrigación Rins Endo.

Método eficaz para la desinfección de los conductos radiculares mediante activación hidrodinámica en base a la tecnología de presión-succión, aplicando 65 microlitros de hipoclorito de sodio, la cual es aspirada con una jeringa fijada por medio de un generador de reloj en la pieza de mano y transmitida al conducto radicular mediante la cánula Rins Endo. (Fig. 13).

La introducción de la cánula en el tercio cervical es suficiente para que la solución se active. Durante la succión, el aire y la solución son aspirados. Para asegurar la aspiración total debe hacerse por medio de una cánula quirúrgica. (2)

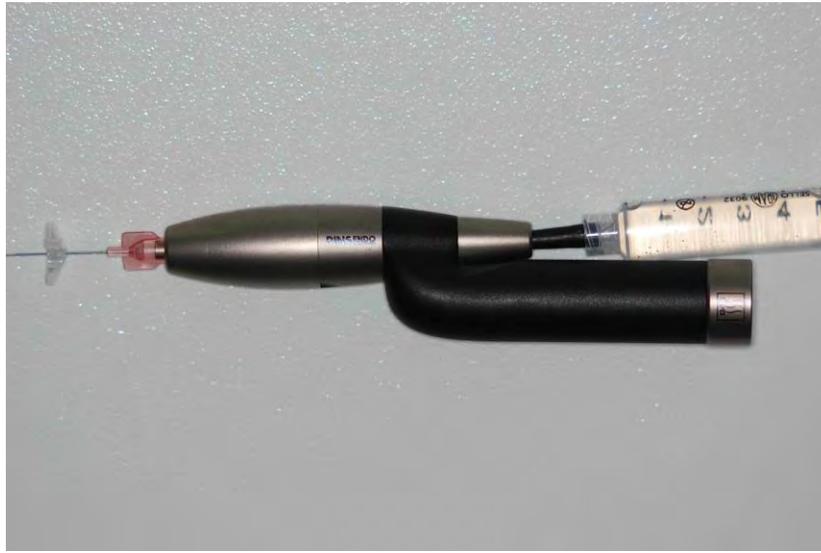


Fig. 13. Sistema de Irrigación Rins Endo. Nageswar R. Endodoncia Avanzada; 2011. p. 137.

4.3. Irrigador Safety.

Introducido por Racine WL-Vista Dental Product. Mecanismo para irrigar y succionar el conducto radicular (Fig. 14). El hipoclorito de sodio es utilizado comúnmente. (2)



Fig. 14. Irrigador Safety. <http://www.endodoncia-sae.com>

4.4. Sistema de Irrigación ultrasónica.

Estos sistemas de irrigación producen agitación, remolinos y aumento simultáneo de la temperatura que acentúa el potencial de la irrigación. (Fig.15) Se basa en el principio del flujo acústico. (2)

Facilita la eliminación de capa residual por el alto volumen de riego que proporciona (15 ml a través de una aguja 25-G biselada de acero inoxidable). Esta irrigación ofrece mayor desbridamiento de la capa residual de los conductos radiculares e istmos y menores niveles de bacterias. (1,26)



Fig. 15. Ilustración esquemática e imagen fotográfica de oscilaciones producidas por el sistema de irrigación ultrasónico. Leonardo M, Leal J. Endodoncia: Tratamiento de los conductos radiculares. p. 335.

4.4.1. Sistema VPro Stream Clean.

El Sistema de VPro Stream Clean, es un dispositivo de irrigación ultrasónica continua, utiliza una aguja de irrigación de níquel-titanio que está conectado a una pieza de mano ultrasónica, el calibre de la aguja es de No. 30 y el volumen es de 5-10 ml / min. (26)

4.4.2. Sistema ultrasónico Cavi –Endo.

Transmite vibraciones con una frecuencia de 28.570 c/s. Presenta irrigación automática. La irrigación puede ser continua con un volumen de hasta 45 ml/min. (Fig. 16). (6)



Fig.16. Unidad ultrasónica Cavi-Endo. Dentsply. Leonardo M, Leal J. Endodoncia: Tratamiento de los conductos radiculares; 1994. p. 339.

Dispone de una pieza de mano en la cual se adaptan las puntas vibratoras con diversas angulaciones facilitando el acceso a los conductos radiculares. (Fig.17) estas puntas sujetan las limas (calibre del No. 15 al 50) (Fig.18) que serán utilizadas para activar la solución durante la irrigación ultrasónica. (6)

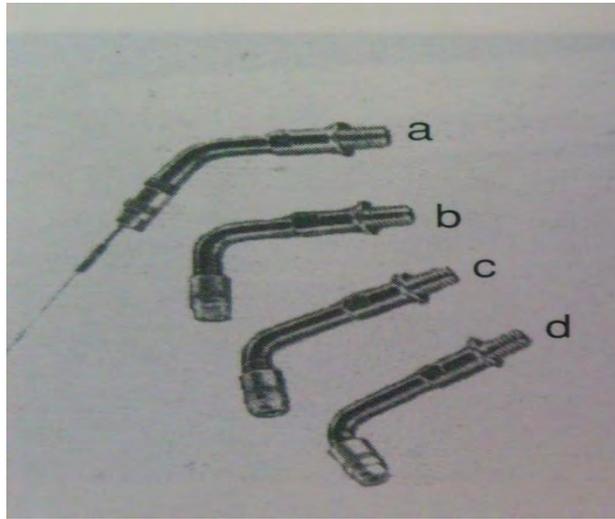


Fig.17. Puntas con diferentes angulaciones para Cavi-Endo. Leonardo M, Leal J. Endodoncia: Tratamiento de los conductos radiculares; 1994. p. 340.

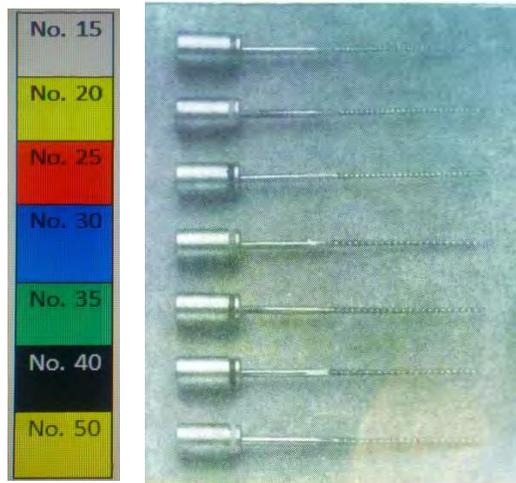


Fig.18. Limas del No. 15 a 50. Leonardo M, Leal J. Endodoncia: Tratamiento de los conductos radiculares; 1994. p. 341.

Otros sistemas de irrigación ultrasónica son: Piezo Flow, Pro Ultra y Maxi Probe, estos se diferencian de VPro Stream Clean por tener una aguja No. 25 de acero inoxidable y el volumen de irrigación es de 15 ml/min. (26)

5. PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN.

Técnica de irrigación ultrasónica con el sistema Cavi-Endo.

- A) Se realiza la conformación del sistema de conductos radiculares.
- B) Establecida esta conformación, se debe restar 1 mm de la longitud real para poder realizar la irrigación ultrasónica.
- C) Se irriga el conducto con EDTA y/o Ácido cítrico (de 3 a 5 ml).
- D) Se introduce la punta No. 15 a 1 mm menos de la longitud real y se activa realizando movimientos de vaivén y de forma circunferencial durante 1 min.
- E) Irrigamos con 5 ml de agua bidestilada y/o suero fisiológico para inactivar al agente quelante.
- F) Irrigamos de 3 a 5 ml de hipoclorito de sodio e introducimos la punta No 15 del sistema ultrasónico realizando movimientos de vaivén y de forma circunferencial durante 1 min, para activar al irrigante.
- G) Irrigamos con 5 ml de agua bidestilada y/o suero fisiológico para inactivar el hipoclorito de sodio.
- H) Al final colocamos alcohol.

Repetimos el procedimiento desde el paso “C” con las puntas de No. 20 y 25, recordando que en los conductos curvos las limas deberán precurvarse y deberán ser llevadas al conducto siempre en movimiento para evitar la formación de escalones. (6)

DISCUSIONES.

Algunos autores como Cruz Filho y Pérez Heredia, informaron que el ácido cítrico es capaz de reaccionar más rápido con el calcio formando el citrato de calcio, por lo tanto elimina más iones de calcio que el EDTA a la misma concentración.(16)

Di Lenarda, comparó la efectividad del ácido cítrico al 19% y EDTA al 15% y concluyó que el ácido cítrico fue más efectivo en la eliminación de la capa residual. (4)

Sin embargo Khedmati y Cerviño informaron que el uso de EDTA al 17% y ácido cítrico a una concentración de 10 y 15% fueron igualmente eficaces en la eliminación de la capa residual. (22)

Para Mayer y colaboradores, la activación ultrasónica de NaOCl al 5,25% seguido de EDTA al 17% no redujo significativamente la capa residual, en comparación con la irrigación manual. En contra parte Gutars y colaboradores mostraron que la irrigación ultrasónica durante 1 minuto, produjo mayor limpieza de los conductos radiculares e istmos en comparación con la irrigación manual. (4)

CONCLUSIONES.

1. Los agentes quelantes ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o ácido cítrico se recomiendan para la eliminación de la capa residual de los conductos radiculares durante el tratamiento endodóncico, por lo que se sugiere emplearlos dentro del protocolo final de irrigación.
2. Los agentes quelantes pueden ser empleados a diferentes concentraciones y siempre se deben utilizar en combinación con un irrigante, el más común es el Hipoclorito de Sodio.
3. Los sistemas de irrigación ultrasónica facilitan la eliminación de la capa residual del sistema de conductos radiculares e istmos durante el protocolo final de irrigación.

BIBLIOGRÁFIA.

1. Canalda C, Brau E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona, Ed. Masson; 2001. p. 173-176.
2. Nageswar R. Endodoncia avanzada. Colombia, Ed. Amolca; 2011. p. 133-136.
3. Rossi-Fedele G, Dogramaci E, Guastalli A, Steier L, Poli J. Antagonistic Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid. Journal of Endodontics. 2012; Vol. 38 No.4: 426-431.
4. De Lima M. Endodoncia: de la Biología a la Técnica. Colombia, Ed. Amolca; 2009. Cap.16 253-267, Cap. 17 269-277, Cap.18 p. 279-298.
5. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y, Irrigation in Endodontics. Journal of Endodontics. 2010; Vol. 54 No.2: 291-312.

6. Leonardo M, Leal J. Endodoncia: Tratamiento de los conductos radiculares. Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana; 1994. Cap.15 p. 258-265, Cap. 16 p. 268-274, Cap. 20 p. 332-346.

7. Kont F, Erdogan H, Hamurcu M. Effects of chelating agents on the mineral of root canal dentin. Cirugía Oral, Medicina Oral, Patología Oral, Radiología Oral y Endodoncia. 2011; Vol. 112 No. 6 E149-E154.

8. O Connell M, Morgan L, Beeler W, Craig J. A Comparative Study of Smear Layer Removal Using Different Salts of EDTA. Journal of Endodontics. 2000; Vol. 26 No. 12: 739-743.

9. El-Din S, Rahman A. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. Journal of Endodontics. 2011; Vol. 37 No. 9. 1272-1275.

10. Unverdi A, Erdemir A, Bell S. Effect of EDTA and Citric Acid Solutions on the Microhardness and the Roughness of Human Root Canal Dentin. Journal of Endodontics. 2005; Vol. 31 No. 2 107-110.

11. Zehnder M. Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*. 2006; Vol. 32 No 5 389-398.

12. Pérez M, Ferrer C, González M. The Effectiveness of Different Acid Irrigating Solutions in Root Canal Cleaning After Hand and Rotary Instrumentation. *Journal of Endodontics*. 2006; Vol. 32 No. 10 993-997.

13. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue Dissolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature, Agitation, and Surfactant. *Journal of Endodontics*. 2010; Vol. 36 No. 9 1558-1562.

14. Pérez M, Ferrer C, González M, Martín F, González S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *Journal of Endodontics*. 2008; Vol. 41 No 5 418-423.

15. Cruz A, Sousa M, Novak R, Gariba R, Pascoal L, Djalma J. Effect of Chelating Solutions on the Microhardness of Root Canal Lumen Dentin. *Journal of Endodontics*. 2011; Vol. 37 No. 3 358-362.

16. Poggio C, Dagna A, Colombo M, Rizzardi F, Chiesa M, Scribante A, Alberti G, et al. Decalcifying Effect of Different Ethylenediaminetetraacetic Acid Irrigating Solutions and Tetraclean on Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 2012; Vol. 38 No. 9 1239-1243.

17. Kim H, Parque SJ, Parque SH, Hwang Y, Yu M, Min K. Efficacy of Flowable Gel-type EDTA at Removing the Smear Layer and Inorganic Debris under Manual Dynamic Activation. *Journal of Endodontics*. 2013. Vol. 39 No. 7 910-914.

18. Dogan h, CALt S. Effects of Chelating Agents and Sodium Hypochlorite on Mineral Content of Root Dentin. *Journal of Endodontics*. 2001; Vol. 27 No. 9 578-580.

19. Haapasalo M, Qian W, Portenier I, Waltimo T. Effects of Denti non the Antimicrobial Properties of Endodontic Medicaments. *Journal of Endodontics*. 2007; Vol. 33 No. 8 917-925.

20. Cal S, Serper A. Time Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures. *Journal of Endodontics*. 2002; Vol. 28 No. 1 17-19.

21. Serper A, Calt S. The Demineralizing Effects of EDTA at Different Concentrations and pH. *Journal of Endodontics*. 2002; Vol. 28 No. 7 501-502.

22. Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D. Comparison of the Effect of Four Decalcifying Agents Combined with 60° C 3% Sodium Hypochlorite on Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics*. 2012; Vol 38 No. 3 381-384.
23. Haznedaroglu F, Turkey I. Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Cirugía Oral, Medicina Oral, Patología Oral, Radiología Oral y Endodoncia*. 2003; Vol 96 No. 3 340-344.
24. Soares I, Goldberg F. *Endodoncia: Técnica y Fundamentos*. China, Ed. Médica Panamericana; 2012. Cap. 10. p. 205-212.
25. Kuah H, Lui J, Tseng P, Chen N. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*. 2009; Vol. 35 No. 3 393-396.
26. Curtis T, Sedgley C. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. *Journal of Endodontics*. 2012; Vol. 38 No. 9 1261-1264.
27. <http://www.endodoncia-sae.com>