



---

## IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA: PUESTA AL DÍA

Raúl Miliani<sup>1</sup>, Kelly Lobo<sup>2</sup>, Oscar Morales<sup>3</sup>

1. Profesor de la Cátedra de Endodoncia, Departamento de Medicina Oral, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes.
2. Odontóloga egresada de la Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes.
3. Profesor del Departamento de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes.

**Correspondencia:** Dr. Raúl Miliani. Edificio del Rectorado. Calle 24, entre Avenidas 2 y 3, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes, Mérida (5101), Venezuela.

Tel/Fax. 00(58) 274-2402374

**E-mail:** milianiraul@ula.ve.

### RESUMEN

La irrigación en endodoncia se define como la introducción de una o más soluciones en la cámara pulpar y conductos radiculares antes, durante y después de la preparación biomecánica para desinfectar y limpiar el sistema de conductos y garantizar el éxito del tratamiento. Sin embargo, hasta ahora ninguna de las sustancias utilizadas en endodoncia con este fin cumple con los requisitos ideales. Aunque en la actualidad el MTAD es considerada la sustancia clínicamente más efectiva y biocompatible, todavía hay



controversia. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar la efectividad de los irrigantes más utilizados, con base en una revisión actualizada de la literatura. Se realizó una búsqueda en Medline, LILACS, Elsevier, SCielo, JoE, IsDR, Saber ULA y Google Académico, de artículos publicados en inglés y español entre 2006 y 2012, utilizando los descriptores “Irrigación”, “EDTA”, “Hipoclorito de Sodio”, “Clorhexidina” y “MTAD”. No se encontró un irrigante totalmente efectivo: ser antibacteriano, eliminar el desecho dentinario y ser lubricante a la vez. Sin embargo, el NaOCl es la sustancia que se utiliza con mayor frecuencia por su propiedad antibacteriana. Finalmente, se sugiere el uso combinado de los cuatro irrigantes estudiados para garantizar su efectividad.

**Palabras clave:** Irrigación, Hipoclorito de sodio, Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), Clorhexidina CHX), MTAD.

### IRRIGATION IN ENDODONTICS: UPDATE

#### ABSTRACT

The endodontic irrigation is the insertion of one or more liquids into the pulp chamber and root canals before, during and after their biomechanical preparation to disinfect and clean the duct system, in order to ensure a successful treatment. However, to date none of the irrigants used in Endodontics integrates all properties required to be totally effective. Even though MTAD is considered the most clinically effective and biocompatible irrigant, there



is still controversy. Therefore, the purpose of this review was to determine the effectivity of four irrigants used in Endodontics, based on an updated review of the literature. Medline, LILACS, Elsevier, SCielo, JoE, IsDR, Saber ULA and Scholar Google were searched for papers published in the last 8 years, in English and Spanish. The search was limited to the combination of the following MeSH: "Irrigation", "EDTA", "Sodium Hypochlorite", "chlorhexidine" and "MTAD". Sixty studies were included in this review. No perfect irrigant was found; however, NaOCl was seen as the most commonly used irrigant in Endodontics because of its antibacterial properties. As at the moment there is no a perfect one, it is suggested to use the combination of the four aforementioned irrigants.

**Keywords:** Irrigation, sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), Chlorhexidine (CHX), MTAD.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento endodóntico busca el desbridamiento minucioso de los conductos radiculares, eliminando los microorganismos responsables de todas las patologías pulpares y periapicales presentes en los conductos. Es imposible realizar un desbridamiento completo por medios mecánicos en las irregularidades

anatómicas que presentan algunos sistemas de canales radiculares, como conductos accesorios y deltas apicales; por lo tanto, la desinfección química a través de la irrigación se convierte en la primera opción para el uso de los clínicos. Dentro de las propiedades que debe poseer un irrigante ideal encontramos la capacidad para eliminar los residuos



orgánicos e inorgánicos, lubricar las paredes de la dentina y poseer un efecto antibacteriano residual (1).

Existen tres soluciones de irrigación comúnmente utilizadas en endodoncia: Hipoclorito de sodio (NaOCl), Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Clorhexidina (CHX). Sin embargo, ninguno de estos irrigantes es capaz de cumplir con los requisitos ideales como son: ser antibacteriano, disolver tejido orgánico e inorgánico, tener sustentividad o efecto residual, lubricar adecuadamente las paredes dentinales y no ser citotóxico. Además, cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas en diferentes concentraciones: Las principales ventajas de NaOCl son su capacidad de disolver tejido orgánico y sus propiedades antibacterianas contra la mayoría de los microorganismos por tener un pH alcalino. La desventaja es su gran citotoxicidad en altas concentraciones. El EDTA, en cambio, elimina parte de la capa de barrillo dentinario, pero tiene que

ser utilizado con un agente antibacteriano. La Clorexidina (CHX), por su parte, tiene buenas propiedades antibacterianas y posee sustentividad, pero tiene la desventaja de no disolver tejido orgánico, tampoco elimina la capa de barrillo dentinario y producir reacciones alérgicas en algunos pacientes (2).

Teniendo en cuenta las limitaciones de estos tres irrigantes, en el 2003 se introdujo en el mercado el MTAD, con el propósito de poder cumplir con los requisitos de un irrigante ideal. MTAD es una solución acuosa de un 3% de doxiciclina (un antibiótico de amplio espectro), 4,25% de ácido cítrico (agente desmineralizante) y 0,5% de polisorbato (detergente). Desde su introducción, ha sido estudiado como una alternativa de irrigación del canal radicular. Se considera clínicamente efectivo y biocompatible (3). Sin embargo, esta solución tampoco ha logrado cumplir con los requisitos del irrigante ideal.



Estos cuatro irrigantes han sido ampliamente investigados, generalmente en estudios separados, por lo que toda esta información se encuentra dispersa. Se hace necesario, en consecuencia, una revisión actualizada que sintetice los hallazgos más relevantes sobre los irrigantes antes mencionados. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es determinar la efectividad de los principales irrigantes utilizados en endodoncia, con base en una revisión actualizada de la literatura. Para la realización de este artículo, se consultaron distintos recursos electrónicos especializados: Medline (vía PubMed), LILACS (vía BIREME), Elsevier (vía ScienceDirect), SCielo, JoE, IsDR, Saber ULA; y buscadores como: Google Académico. En la búsqueda se utilizaron como descriptores, en español (DeCS): Irrigación, MTAD, EDTA, Hipoclorito de Sodio, Clorexidina; en inglés (MeSH): Irrigation, MTAD, EDTA, sodium hypochlorite, chlorhexidine. La búsqueda se limitó a

artículos publicados entre los años 2006 al 2012, con acceso a los resúmenes y textos completos gratuitos. La búsqueda arrojó como resultado 1045 artículos, de los cuales se seleccionaron un total de 60. Esta selección se realizó tomando en cuenta que en los títulos de los artículos estuvieran identificados cualquiera de los DeCS antes mencionados. Además, consideramos que fueran estudios en dientes humanos y bovinos in vivo o in vitro.

El desarrollo de esta revisión está estructurado en cinco partes: primero se presenta la reseña histórica de la irrigación, seguido de los objetivos de los irrigantes; posteriormente se describen las propiedades de un agente irrigante ideal; más adelante se indican los factores que influyen en la irrigación; finalmente, se describe la efectividad de los agentes de irrigación más utilizados en la actualidad y un cuadro comparativo de los mismos.

## **RESEÑA HISTÓRICA DE LA IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA**



A continuación se describe la evolución de los agentes irrigantes que se utilizan como sustancias indispensables durante la preparación radicular en la práctica clínica. El uso de estos irrigantes se fue volviendo obligatorio durante la instrumentación manual y mecánica lo cual garantiza el éxito endodóntico:

En 1893, Schreier utilizó potasio para retirar tejidos necróticos de los conductos radiculares. Posteriormente, Dakin en 1915 comenzó a usar aceites clorados como el aceite parafinado y el Eucaliptol mezclados en partes iguales. El hipoclorito de sodio al 0,5% era usado en el manejo de las heridas, le denominaron solución de Dakin. En 1936, Walker reconoce la importancia de la solución irrigadora, recomendando el uso de agua clorada, doblemente reforzada para el proceso de irrigación, debido a sus propiedades de disolver las proteínas y por su acción germicida, consiguiendo con ello la eliminación total del tejido pulpar (4).

En 1940, el agua destilada era el irrigante habitualmente utilizado, junto con ácidos como el ácido clorhídrico al 30% y ácido sulfúrico al 50%, sin considerar los peligros que estos agentes ocasionaban a los tejidos perirradiculares. Grossman, en 1941, preconiza la irrigación del sistema de conductos radiculares con un peróxido de hidrógeno combinado con hipoclorito de sodio, aplicándolo en forma alternada. De esta manera, se consiguió una mayor limpieza gracias a la efervescencia producida por el oxígeno naciente de la liberación del agua oxigenada. En 1946, Seidner empleó un aparato de irrigación y succión para el lavado de los conductos radiculares. Richmann, en 1957, utilizó el ultrasonido por primera vez durante el tratamiento de conducto, utilizando el cavitron con irrigación. Se obtuvieron buenos resultados (2, 3, 4).

Zerosi, en 1962, aplicó sustancias antibióticas asociadas a la tripsina, estreptoquinasa y estreptodornasa



alternadas con irrigantes de solución de hialuronidasa-lisosima en solución salina.

En 1984, fueron introducidos al mercado otros irrigantes como ácidos, enzimas proteolíticas, soluciones alcalinas, agentes quelantes, oxidantes y solución salina las cuales fueron utilizadas ampliamente como irrigantes en endodoncia (5).

Parsons y Cols., en 1985, sugieren la utilización de la clorhexidina, como irrigante en la terapia endodóntica. Estudiaron las propiedades de adsorción y liberación de éste agente ya que tenía propiedades antibacterianas, hasta por una semana después de su aplicación (6).

En 1988, Goldmann reporta el uso de ácido cítrico como agente para la irrigación del sistema de conductos radiculares, igualmente, observaron que los efectos sobre la remoción de la capa de desecho obtenida con el ácido es similar a aquellos donde se utilizó EDTA (7).

El hidróxido de calcio también se ha estudiado como una alternativa en la irrigación del sistema de conductos, en investigaciones realizadas in vitro por Morgan en el 1991; sobre la capacidad de disolución de tejido pulpar bovino, se concluyó que el hidróxido de calcio no tiene efecto solvente sobre el mismo al emplearse solo o en combinación con NaOCl al 2,5% (8).

Finalmente, Torabinejad y Cols. estudiaron los efectos del MTAD como un nuevo irrigante para uso endodóntico, y cuya composición posee el isómero de tetracyclina (doxycycline), más un ácido (ácido cítrico), y un detergente (tween 80). Compararon a NaOCl y el EDTA en la capacidad de matar al *E. faecalis*. MTAD se encuentra para ser tan eficaz como el NaOCl al 5.25% y considerablemente más eficaz que el EDTA (9).

## OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN



El proceso de desinfección del conducto radicular no incluye sólo al conducto principal. En realidad, es indispensable que englobe a los conductos laterales, secundarios, inter-conductos y deltas apicales, ya que estas zonas no son accesibles a los instrumentos. Además, la propia dentina está compuesta por túbulos llenos de prolongaciones de odontoblastos, que, en el caso de pulpas muertas, pueden encontrarse contaminados por bacterias.

Entre los objetivos de la irrigación, tenemos (10):

- Limpieza: Al eliminar por remoción y/o disolución restos pulpares vitales o necróticos y barrillo dentinario producto de la preparación.
- Desinfección: Al eliminar las bacterias existentes en el conducto alterando el pH del medio.
- Lubricación: Al facilitar la acción conformadora de los instrumentos endodónticos.

## PROPIEDADES DE UNA SOLUCIÓN IRRIGADORA IDEAL

La selección de una sustancia irrigadora no debe ser aleatoria. El parámetro debe ser regido por el caso en cuestión para que se obtenga el mejor resultado en cuanto a limpieza, saneamiento y desinfección (11). De allí la importancia que tiene el estudio de las características de los distintos agentes de irrigación, de sus propiedades. Por ello, es necesario que todo irrigante posea (12).

- Capacidad de disolver tejido pulpar vital y necrótico.
- Escasa toxicidad para los tejidos vitales del periodonto.
- Propiedad lubricante para facilitar el deslizamiento de los instrumentos y mejorar así su capacidad de corte.
- Capacidad antibacteriana.
- Sustantividad o capacidad residual



- Facilidad de aplicación y almacenaje, tiempo de vida adecuado, costo moderado, acción rápida y sostenida.

### **FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFECTIVIDAD DE LA IRRIGACIÓN**

#### **ANATOMÍA DEL CONDUCTO Y TIPO DE PREPARACIÓN**

Una irrigación es efectiva cuando la anatomía interna de los conductos radiculares mantiene una buena preparación cónica. La penetración de la aguja está directamente relacionada con el diámetro del conducto, una preparación cónica garantiza la entrada de la aguja durante la irrigación del sistema de conductos. El tipo de aguja utilizada para la irrigación de conductos debe poseer un calibre pequeño para adaptarse a las paredes del conducto, como agujas hipodérmicas con puntas no cortantes (1,13).

#### **PERMEABILIDAD DE LA DENTINA**

La permeabilidad de la dentina va a estar determinada por el uso de sustancias que eliminen el barrillo dentinario, dejando los túbulos abiertos al medio. El barrillo dentinario es producido por la acción del instrumental rotatorio o manual al accionarse sobre las paredes dentinarias del conducto; es un subproducto de la instrumentación endodóntica no deseado pero inevitable; por lo tanto, trozos de pulpa esfacelada, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior deben ser eliminados con un irrigante (4).

En su estudio, Bulacio y Cols compararon la microdureza de la dentina radicular antes y después de la irrigación con soluciones empleadas solas y combinadas. Concluyeron que EDTA al 17% y sus combinaciones fueron más efectivas en reducir el barrillo dentinario realizado durante la instrumentación biomecánica (14).

#### **MOMENTO DE LA IRRIGACIÓN**



Se recomienda la irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares en las siguientes etapas: Antes de la instrumentación es necesaria la irrigación para remover las partículas de alimento y saliva; Después de la pulpectomía para eliminar la sangre que puede manchar el diente; antes de usar instrumentos en los conductos; intervalo durante la preparación de conductos y al finalizar la preparación de los conductos (15).

### **FUERZA Y EFICACIA DE LA IRRIGACIÓN**

La fuerza de la irrigación se incrementa con la disminución del diámetro de la aguja y la efectividad de la irrigación mejora con aguas largas. El riego más efectivo ocurre cuando las aguas largas son insertadas profundamente llegando al ápice radicular. Las agujas de poco calibre se obstruyen fácilmente con cristales de hipoclorito de sodio siendo imposible su reutilización (5).

### **TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN**

La técnica de irrigación es sencilla. Se debe llevar las soluciones a la zona más apical del conducto y, al mismo tiempo aspirar con una cánula de diámetro moderado para ejercer el efecto de succión cerca de la entrada de los conductos. El uso del irrigante combinado con ultrasonido es el medio de irrigación que mayor efecto antibacterial presenta. Utilizando esta combinación se mejora el intercambio de las sustancias en el conducto, permite un calentamiento de la sustancia irrigadora, se eliminan restos dentinarios y parte de la capa de desecho, logrando así un mayor efecto de limpieza (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22).

### **NUEVAS TECNOLOGÍAS DE IRRIGACIÓN**

Recientemente, han sido introducidos nuevos dispositivos de irrigación y/ o desinfección en endodoncia, entre ellos: el Sistema Endoactivador (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties), EndoVac (Discus, Culver City, CA, USA), Irrigación de Seguridad (Vista Dental



Products, Racine, WI, USA). Estos sistemas usan presión, vacío, oscilación y/o una combinación con succión. Por el momento no existe evidencia científica clara con respecto a la eficacia de estos sistemas, y/o los riesgos de extrusión del irrigante durante su utilización (23).

#### **ENDOACTIVATOR**

El Sistema EndoActivator de Dentsply, Tulsa Dental Specialties, usa de manera segura una punta de polímero no cortante en una pieza de mano. En forma rápida y vigorosa, agita las soluciones de irrigación durante el tratamiento endodóntico. Al analizar la seguridad de varios sistemas de irrigación intraconducto con respecto a la extrusión del irrigante, este posee un mínimo de extrusión en comparación con la irrigación manual y ultrasónica (24,23).

#### **ENDOVAC**

Es un sistema de irrigación- evacuación combinados. La irrigación es expulsada del sistema en el orificio del conducto

radicular, con presión. La evacuación se hace por medio de una micro-cánula que se extiende a la región apical del conducto radicular; las dimensiones de la aguja son de calibre #55 con un 2% conicidad. Del alto volumen de aspiración de la unidad dental resulta una presión apical negativa y, por lo tanto, de forma pasiva absorbe la irrigación desde el orificio de la parte apical del conducto radicular. La extrusión apical probablemente se reducirá en la medida que disminuya la presión apical (25,13).

#### **IRRIGADOR DE SEGURIDAD (SAFETY IRRIGATOR)**

El irrigador de Seguridad (Vista Dental Products) es un sistema de riego y de evacuación que proporciona la irrigación a través de una aguja fina con una apertura lateral con presión positiva a la parte apical del conducto radicular y evacua la solución a través de una gran aguja en el orificio del conducto radicular. Hasta el momento, no hay



información disponible sobre los riesgos y la seguridad de este sistema (23).

### **AGENTES DE IRRIGACIÓN UTILIZADOS ACTUALMENTE EN ENDODONCIA**

#### **HIPOCLORITO DE SODIO (NAOCL)**

Es la solución de irrigación más ampliamente utilizada en endodoncia. Está compuesta de cloro activo, se usa en varias concentraciones de 0.5% a 5.25%. Presenta buena capacidad de limpieza, poder antibacteriano efectivo, neutraliza productos tóxicos, disolvente de tejido orgánico, no elimina la capa de barrillo dentinario y presenta alta toxicidad a los tejidos (1, 3, 6).

Alves y Pires estudiaron las condiciones microbiológicas de los conductos radiculares, con frotis y cultivo de los dientes anteriores y premolares con pulpas necróticas asociadas con patologías crónicas periapicales, antes y después de la preparación biomecánica

(BMP). Encontraron que el BMP más 5% de NaOCl ofrecía el mejor potencial antiséptico (26).

Mohammadi estudió los diferentes aspectos de la desinfección hecha a través del NaOCl utilizando instrumentación mecánica y química, en conjunto con la medicación del canal del conducto entre sesiones de tratamiento. Los microorganismos y sus productos derivados son considerados como la principal causa de patología pulpar y periapical. Con el fin de reducir o eliminar las bacterias y los restos pulpares, se han sugerido varias soluciones de irrigación para ser utilizadas durante el tratamiento. NaOCl, un excelente agente antimicrobiano, es la solución de riego más común durante la terapia de conducto radicular (27).

Martinho y Gomes cuantificaron las endotoxinas y bacterias cultivables en los dientes con necrosis pulpar y periodontitis apical antes y después de la preparación con NaOCl al 2,5% y para



investigar la posible correlación de endotoxinas y bacterias cultivables con la presencia de sintomatología clínica. Los resultados indican que la preparación con NaOCl al 2,5% fue moderadamente efectiva contra las bacterias, pero menos efectiva contra las endotoxinas en la infección del conducto radicular (28).

Fedele y Cols. compararon la acción antimicrobiana frente al *Enterococcus faecalis* del NaOCl, Optident Sterilox solución electrolítica® y Aquatine Sterilox de electrolitos Alpha®, al usarse como soluciones de irrigación en un modelo de canal de la raíz de bovino. Determinando que NaOCl era la única solución capaz de erradicar sistemáticamente el *E. Faecalis* (29).

Mehdipour, Kleier y Averbach observaron las complicaciones denunciadas que ocurrieron debido a la determinación incorrecta de la longitud de trabajo de endodoncia, ampliación iatrogénica del foramen apical, perforación lateral, o acuñaamiento de la

aguja de irrigación. Si se presenta perforación o ápice abierto, se debe tener mucho cuidado para evitar un accidente con hipoclorito de sodio y una solución de irrigación alternativa debe ser considerada<sup>30</sup>.

Pérez, Ferrer y González evaluaron la capacidad de limpieza de 3 soluciones de irrigación de ácido (EDTA 15%, ácido cítrico al 15%, ácido ortofosfórico al 5%) con NaOCl al 2,5% después de la instrumentación manual y rotatoria. Las soluciones ácidas con NaOCl al 2,5% fueron efectivas en la eliminación de la capa de barrillo, y no hubo diferencias significativas en cuanto a las técnicas de preparación (31)

Cem y Cols. evaluaron el grado de eliminación de calcio sobre la dentina del canal radicular después EDTA al 17%, EGTA al 17%, EDTA al 15%, y 1% de tetraciclina-HCl, con o sin el uso subsiguiente de NaOCl al 2,5%. En comparación con otros grupos, el tratamiento con EDTA al 17% y EDTA al



17% de NaOCl + 2,5% dio lugar a la máxima cantidad de Ca eliminado de la dentina del conducto radicular. Todos los grupos de tratamiento combinados, con excepción de EGTA 17% + NaOCl 2,5% elimino Ca significativamente más que sus versiones individuales (32).

Parirokh y Cols. estudiaron los factores que pueden influir en la cantidad de desechos apical extruido. Cuantificaron la cantidad de desechos extrusión apical de los conductos radiculares al usar 3 irrigantes diferentes durante la preparación del conducto con instrumentos rotatorios. El irrigante utilizado puede afectar la cantidad de desechos apical extruido. La solución de NaOCl 5,25% tenía la mayor cantidad de desechos (33).

Mai y Cols. estudiaron la hipótesis de que el uso de EDTA como último irrigante provoca la erosión de las paredes del conducto sólo después de un uso prolongado de 5,25% de NaOCl como la irrigación inicial. Concluyeron que el uso

prolongado del NaOCl al 5,25% causa erosión de la pared dentinal siendo más susceptible a una fractura vertical de la pieza dental (34).

Gomes, Martinho, Vianna compararon la eficacia de la preparación al 2,5% de NaOCl y CHX al 2% de gel en la eliminación por vía oral lipopolisacárido bacteriano (LPS) en dientes con necrosis pulpar y periodontitis apical. El NaOCl al 2,5% y 2% en gel de CHX no fueron eficaces en la eliminación de la endotoxina de los conductos radiculares principalmente infectados (35).

Duarte y Cols. evaluaron in vitro la disolución de tejido de la pulpa bovina en soluciones consistentes y en concentraciones variables de NaOCl en combinación con EDTA, y el pH de estas soluciones antes y después del experimento. El NaOCl es un irrigante del canal radicular ampliamente utilizado, sin embargo se ha demostrado que tiene un efecto citotóxico sobre el tejido vital y por lo tanto es prudente investigar irrigantes alternativos (36).



Entre los accidentes ocurridos durante la terapia endodóntica, la extrusión de hipoclorito puede ser una de las más alarmantes por sus manifestaciones clínicas inmediatas, causando un dolor intenso y un edema instantáneo. Una correcta identificación del problema, seguido de un tratamiento inmediato, la atención apropiada y una observación minuciosa, generan un pronóstico favorable. El paso de hipoclorito hacia el periápice es un accidente evitable, si se lleva a cabo una técnica correcta durante los procedimientos de irrigación. Se presenta el caso de una paciente que acude a la clínica odontología de la Universidad Internacional de Cataluña evidenciando todos los signos y síntomas de una extrusión de hipoclorito. El paciente fue informado de lo acontecido, y se le realizó el tratamiento endodóntico. El resto de los signos y síntomas fueron tratados con tratamiento paliativo, con controles seriados hasta su completa remisión (37,24,47,60).

## ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO (EDTA)

Es un irrigante que se usa para la remoción del barrillo dentinario (crea un complejo de  $\text{Ca}^+$  estable con el barrillo dentinario), previene el bloqueo apical y contribuye a la desinfección al mejorar la difusión de soluciones a través de la eliminación del barro dentinario, dejando los túbulos dentinarios abiertos y previene el bloqueo (1, 3, 6).

Chaves y Fröner valoraron la eficacia de los irrigantes endodónticos en la eliminación de la capa de barrillo dentinario de las paredes de los conductos radiculares instrumentados. Los irrigantes endodónticos utilizados fueron: NaOCl al 1%, NaOCl al 1% mas 17% de EDTA, clorhexidina al 2% en gel y Ricinus communis en gel. Las microfotografías de los tercios apical y medio fueron evaluados con la ayuda de la Fotoscore - v 2.0 software. Los resultados indicaron que la mezcla de NaOCl más EDTA al



17% eliminó completamente la capa de frotis de las paredes dentinales (38).

Kaya y Cols. evaluaron la remoción de barrillo dentinario y el impacto en la superficie de la dentina del (NaOCl) como una solución de irrigación inicial en tres concentraciones diferentes combinado con el EDTA al 1% y el uso de ultrasonido. Cuando se utiliza la irrigación continua más ultrasonido, se recomendada una menor concentración de NaOCl y EDTA para la eliminación eficiente de la capa de barrillo, incluso en los tercios apical y así evitar una excesiva erosión de la dentina radicular (39).

Ozgun y Cols. evaluaron los efectos del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el hipoclorito de sodio (NaOCl) en el crecimiento de *Enterococcus faecalis* en el canal de la raíz. La aplicación combinada de EDTA y NaOCl reduce significativamente la cantidad de biopelícula intraconducto (40).

Wu y Cols. compararon la eficacia en la remoción del barro dentinario de 4

descalcificadores: EDTA al 17%, ácido cítrico al 20%, MTAD Biopure, y SmearClear. Los 4 descalcificadores son efectivos, pero no eliminan la capa de barrillo completamente, especialmente en el tercio apical. El EDTA al 17% fue más eficaz que el MTAD y SmearClear (41).

Wadhvani y Cols. investigaron la capacidad para eliminar los residuos y la capa de barrillo del EDTA al 17% y EDTA al 19% en gel, durante la preparación del conducto radicular con dos sistemas de instrumentos, NiTi Mtwo y Protaper. No existen diferencias entre los instrumentos NITI ya que producen una similar superficie de dentina en la pared del conducto radicular cuando se irriga con EDTA gel y solución de EDTA (42).

Kuga y Cols. Faria evaluaron la penetración de NaOCl al 2,5% asociada con 17% de EDTA, 1% de ácido cítrico, y el 1% de ácido per-acético en los túbulos dentinarios. Llegaron a la conclusión de que la asociación de NaOCl en soluciones



de ácido no aumentó su profundidad de penetración en la dentina radicular (43).

### **CLORHEXIDINA (CHX)**

Es un antimicrobiano de amplio espectro (bacterioestático y bactericida) efectivo contra bacterias gram negativas y gram positivas. Es biocompatible, tiene efecto residual sobre la dentina (sustantividad), no es disolvente de tejido orgánico, no elimina la capa de barrillo dentinario y puede usarse como medicación intraconducto (1, 3, 6).

Ferreira, Prado, Simão investigaron la humectabilidad de selladores endodónticos en contacto con la dentina tratados con hipoclorito de sodio 5,25% (NaOCl) y 2% de clorhexidina (CHX). Esta investigación reveló que la remoción del barro dentinario y el lavado final con CHX favorece la humectabilidad de la dentina lo cual ayuda al adhesión de los cementos de obturación (44).

Siqueira, Paiva y Rôças evaluaron la reducción bacteriana después de la

preparación biomecánica usando una solución de CHX al 0,12% como un irrigante y el efecto aditivo antibacteriano de medicación intraconducto con hidróxido de calcio asociado con gel de CHX al 0,12%. Se concluyó que la preparación con solución CHX al 0,12% como un irrigante redujo significativamente el número de bacterias intraconducto, pero no para representar el canal libre de bacterias en aproximadamente una mitad de los casos. La aplicación de medicación de hidróxido de calcio con CHX a los 7 días aumento significativamente el número de casos que producen cultivos negativos (45).

Ferraz y Cols. evaluaron in vitro la eficacia antimicrobiana de gel de CHX como una sustancia química auxiliar en comparación con hipoclorito sódico. Los resultados de este estudio indican que en cuanto a sus propiedades antimicrobianas se refiere, CHX gel tiene un gran potencial para ser utilizado como una sustancia química auxiliar endodóntico



(46). Bashetty y Hegde describieron los niveles de dolor post operatorio después de la limpieza y conformación de los conductos radiculares con dos diferentes irrigantes de conductos. Concluyeron que el dolor estaba presente en los dientes irrigados con de NaOCl al 5,25% cuando se compara a la de los dientes irrigados con CHX al 2%. La diferencia significativa en el nivel de dolor estaba presente sólo en la horas inmediatas después de la operación, y en los otros períodos (24 horas, 4 ° y 7° día), no hubo diferencia significativa en el nivel de dolor entre los dos grupos (47).

Jhamb, Nikhil y Singh compararon los efectos antibacterianos de la clorhexidina y el hidróxido de calcio en *Enterococcus faecalis*. Encontraron que la clorhexidina en combinación con preparaciones de hidróxido de calcio muestra una actividad antibacteriana similar a la de clorhexidina sola (48).

Rasimick y Cols. evaluaron la CHX y doxiciclina como agentes antimicrobianos

capaces de proporcionar una acción antimicrobiana sostenida intraradicularmente. La vida media de los antimicrobianos en la dentina se sospecha que es en gran parte debido a la difusión de los antimicrobianos. En comparación con la doxiciclina, la CHX es más estable en la dentina del conducto radicular (49).

Shahani y Reddy consideran que la desinfección del sistema de conductos radiculares es uno de los principales objetivos del tratamiento de conducto radicular. Esto puede lograrse mediante el uso de diversos agentes antimicrobianos en forma de irrigantes y medicamentos. La sustentividad antimicrobiana de CHX al 2% seguido de NaOCl al 2%, y NaOCl al 2% solo como irrigantes, se evaluaron en los canales radiculares instrumentados. CHX al 2% mostró una sustentividad antimicrobiana que puede durar hasta 72 horas, seguido del NaOCl al 2%. Así CHX al 2% debe ser utilizado como un enjuague final en protocolos de tratamiento de endodoncia (50).



Gomes y Cols. midieron la eficacia de la preparación con NaOCl al 2,5% y CHX al 2% en gel en la eliminación de lipopolisacárido bacteriano (LPS) en dientes con necrosis pulpar y periodontitis apical. El NaOCl al 2,5% y el CHX al 2% en gel no fueron eficaces en la eliminación de la endotoxina de los conductos radiculares principalmente infectados (35).

Balandrano realizo una revisión de la literatura, en la cual encontró que el NAOCL y CHX son soluciones que no llegan a ser irrigantes ideales en endodoncia, pero utilizadas de manera conjunta pueden ser muy efectivas. Algunos autores recomiendan irrigar con hipoclorito de sodio y al final utilizar la CHX, con el fin de aprovechar la propiedad de liberación gradual de esta última; el inconveniente es que si se mezclan adquieren un color oscuro que puede pigmentar la dentina; debido a esto, se recomienda que si utiliza las dos soluciones nunca deberán mezclarse; su uso debe ser por etapas bien definidas,

como es eliminar la solución anterior antes de utilizar la siguiente (51).

### MTAD

Es una solución de irrigación cuya combinación de tetraciclina (doxiciclina) + ácido cítrico + detergente (tween 80), dentro de sus características posee acción antibacteriana igual que el hipoclorito de sodio al 5,25%, efecto removedor de barrillo dentinario igual que el EDTA, no es citotóxico y posee sustantividad (2, 52).

Singla, Garg y Gupta estudiaron las ventajas y limitaciones de los irrigantes endodónticos NaOCl, Clorhexidina, yodo y yoduro de potasio: MTAD, un irrigante endodóntico nuevo, se ha introducido para eliminar estas limitaciones. MTAD es una mezcla de doxiciclina, ácido cítrico, y un detergente (Tween80). Desde su introducción, es un material que se ha investigado extensamente por sus propiedades. Concluyó que MTAD



presenta propiedades, como la actividad antimicrobiana y la biocompatibilidad (3).

Ghoddusi y Cols. evaluaron el efecto de la MTAD como irrigante final en la eliminación del barrillo dentinario favoreciendo la adhesión de los cementos obturadores sobre la dentina, lo que conlleva una disminución de la filtración de las bacterias al interior del conducto radicular (53).

Mohammadi, Shariari compararon la sustentividad antimicrobiana de Biopure MTAD, 2% de clorhexidina (CHX) y 2.6% de Hipoclorito de Sodio (NaOCl) en la dentina radicular humana infectada con enterococcus faecalis. Concluyeron que la sustentividad de Biopure MTAD fue significativamente mayor que CHX y NaOCl (54).

Yasuda y Cols. investigaron el efecto de MTAD en la diferenciación de células similares a osteoblastos. Estos resultados sugieren que MTAD es un irrigante menos citotóxico y no afecta la

diferenciación de osteoblastos en comparación con otros irrigantes intrarradiculares, tales como H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOCl, ácido etilendiaminotetraacético, y clorhexidina (55).

Zaccaro y Cols. observaron la respuesta inflamatoria de EDTA al 17%, 17% de EDTA-T, y el 10% de ácido cítrico en el defecto óseo creado en las mandíbulas de la rata. Entre las sustancias analizadas, el 10% de ácido cítrico resultó ser la solución menos agresiva a prueba a los 14 días. A los 28 días, todas las soluciones fueron similares, pero EDTA-T siguió mostrando el mayor número de células inflamatorias. EDTA-T: Es un compuesto químico generalmente utilizados en la elaboración de geles o en los laboratorios de química analítica o en procesos industriales (56).

Torabinejad, Shabahang, Bahjri probaron la capacidad de una mezcla de isómero de tetraciclina, un ácido y un detergente (MTAD) para eliminar Enterococcus faecalis y comparar su eficacia a la de



NaOCl y el EDTA. Con base en los resultados de este estudio, MTAD es una solución eficaz en la erradicación de *E. faecalis* (57).

Yoshiyuki y Çols. investigaron el efecto de MTAD en la diferenciación de los osteoblastos. Sus resultados sugieren que el MTAD es un irrigador menos citotóxico y no afecta a la diferenciación en osteoblastos en comparación con otros irrigantes intracanal, como H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOCl, EDTA, y clorhexidina (58).

Baumgartner, Johal y Gordon compararon la eficacia antimicrobiana del NaOCl 1,3% / Biopure MTAD contra NaOCl 5,25% / EDTA 15% para la irrigación del conducto radicular, los dientes seleccionados para este estudio, fueron incubados con *Enterococcus faecalis* durante 4 semanas. Esta investigación

puso de manifiesto la desinfección total de los conductos radiculares donde se utilizó 5,25% NaOCl/15% EDTA durante la instrumentación a diferencia de las muestras donde se utilizó 1,3% NaOCl / Biopure MTAD en donde encontraron que cerca del 50% de los canales estaban contaminados con *E. faecalis* (59,60).

#### COMPARACIÓN DE LOS CUATRO IRRIGANTES MÁS UTILIZADOS EN LA ACTUALIDAD

En el siguiente cuadro, se describen y comparan las distintas propiedades de los cuatro irrigantes objeto de estudio en esta revisión, tomando en cuenta las propiedades de un irrigante ideal. Como puede observarse, ninguno de los cuatro irrigantes tienen todas las propiedades necesarias para realizar tratamiento endodónticos totalmente exitosos.

**Cuadro N° 1:** Comparación entre los 4 sistemas de irrigación.

PROP. IRRIGANTES	TOXICIDAD	DISO. DE TEJIDO ORGÁNICO	BACTERICIDA	ELIMINACIÓN EL BARRIDO DENTINARIO	LUBRICANTE	SUSTANTIVIDAD
NaOCl	sí	sí	sí	no	sí	no



<b>EDTA</b>	sí	no	no	sí	sí	no
<b>CHX</b>	no	no	sí	no	sí	sí
<b>MTAD</b>	no	no	sí	sí	sí	sí

## CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que hasta el momento no se ha logrado producir un irrigante que garantice el éxito total del tratamiento endodóntico; sin embargo, el NaOCl es la sustancia que se utiliza con mayor frecuencia por su alta capacidad antibacteriana y bajo costo.

Se propone, en consecuencia, el uso combinado de NaOCl, EDTA, Clorexidina y MTAD en concentraciones adecuadas y condiciones que aumenten su efectividad.

Durante la preparación biomecánica recomendamos utilizar EDTA al 17% +

NaOCl en bajas concentraciones + ultrasonido para evitar una erosión excesiva de la dentina. Una vez concluida la preparación, se puede utilizar EDTA al 17% con el fin de lavar restos de NaOCl del conducto y poder llevar CHX a 2% o MTAD durante 1 a 3 minutos garantizando un efecto antibacteriano prolongado aun obturado el conducto.

Por otra parte, se recomienda realizar más estudios para encontrar una sustancia que cumpla con los requisitos del irrigante ideal.



---

## REFERENCIAS

1. Ingle J, Bakland L. Preparación de la Cavidad Endodóntica. 5°ed. Mexico, McGrawhill interamericana, S.A; 2004.
2. Peters O, Peters C. Limpieza y Conformación de Conductos Radiculares. En: Cohen S, Haegreaves K. Vías de la Pulpa. 9° ed. España, Elsevier; 2008. p. 321.
3. Singla M, Garg A, Gupta, S. MTAD in Endodontics. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2011; 112, 70-76.
4. Kuttler S, Gutierrez R. Irrigación del sistema de conductos radicales UNITEC 1996; 4-10.
5. Arape N, Avendaño E, Aranguibel V, Belandria L, Briceño J, Castellanos M. Irrigación de conductos radicales. ULA 2005; 2-31.
6. Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH, Newton CW. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980; 49:455-58.
7. Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JI. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. J Endodon 1988; 14:7-12.



- 
8. Morgan R, Carnes D, Montgomery S. The solvent effects of calcium hydroxide irrigating solution on bovine pulp tissue. *J Endodon* 1991; 17:165-68.
  9. Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio R, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: An in vitro investigation. *J Endod* 2003;29:400-3.
  10. Soares J, Goldberg, F. Endodoncias técnicas y fundamentos. En procedimientos químicos auxiliares de la preparación quirúrgica. 1° ed. Argentina 2003; p.128-140.
  11. Estrela C. Ciencia Endodóntica. En: Hipoclorito de Sodio. 1° ed. Sao Paulo: Brasil, Artes Médicas Ltda 2005; p.415-455.
  12. De Lima M. Endodoncia de la biología a la técnica. En: Sustancias químicas auxiliares utilizadas en endodoncia-Irrigación y Aspiración. 1°ed. Brasil; Livraria 2009; p. 253-268.
  13. Brunson M, Heilborn C, Johnson J, Cohenca N. Effect of Apical Preparation Size and Preparation Taper on Irrigant Volume Delivered by Using Negative Pressure Irrigation System. *Journal of Endodontics* 2010; 36: 721-724.
  14. Bulacio M, Hero F, Cheein E, Erimbaue M, Galván A. Efecto de soluciones de irrigación y sus combinaciones sobre la



- microdureza de la dentina radicular. *Endodoncia* 2010; 28: 63-68.
15. Inoue N. Dental clinic study determination root Canals irrigation. *J can dent Assoc* 1985; 39.
16. Tsurumachi T, Takita T, Hashimoto K, Katoh T, Ogiso B. Ultrasonic irrigation of a maxillary lateral incisor with perforation of the apical third of the root. *J Oral Sci* 2010; 52: 659-663.
17. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Int Endod J* 2007; 40:415-26.
18. Castelo P, Martín B, Cantatore G, Ruíz M, Bahillo, J, Rivas B, Varela P. In Vitro Comparison of Passive and Continuous Ultrasonic Irrigation in Simulated Lateral Canals of Extracted Teeth. *Journal of Endodontics* 2010.
19. Shen Y, Stojicic S, Qian W, Olsen I, Haapasalo M. The synergistic antimicrobial effect by mechanical agitation and two chlorhexidine preparations on biofilm bacteria. *J Endod* 2010; 36:100-4.
20. Gregorio C, Estevez R, Cisneros, R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, Sonic, and Ultrasonic Activation on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals. *Journal of Endodontics* 2009; 35: 891–895.



21. Alves F, Almeida B, Neves M, Moreno, J, Rôças I, Siqueira J. Disinfecting Oval-shaped Root Canals: Effectiveness of Different Supplementary Approaches. *Journal of Endodontics* 2011; 37:496–501.
22. Cohenca N, Heilborn C, Johnson D, Silva D, Flores H, Yoko I, Bezerra L. Apical negative pressure irrigation versus conventional irrigation plus triantibiotic intracanal dressing on root canal disinfection in dog teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 42-46.
23. Basrani B. Nuevas técnicas y dispositivos de desinfección en endodoncia, SAE. [Documento en línea] 2009. [Consulta: 2012, Enero 25]. Disponible: <http://www.endodoncia-sae.com.ar/index.php>.
24. Nielsen B, Craig B. Comparison Of The Endovac System To Needle Irrigation Of Root Canals. *J Endod* 2007; 33: 611.
25. Spencer H, Ike V, Brennan P. Review: the use of sodium hypochlorite in endodontics — potential complications and their management. *British Dental Journal* 2007; 202: 555 – 559.
26. Alves J, Pires D. Influence of sodium hypochlorite-based irrigants on the susceptibility of intracanal microbiota to



- 
- biomechanical preparation. Braz. Dent. J 2006; 17: 4.
27. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. Int Dent J 2008; 58:329-41.
28. Martinho F, Gomes B. Quantification of Endotoxins and Cultivable Bacteria in Root Canal Infection before and after Chemomechanical Preparation with 2.5% Sodium Hypochlorite. Journal of Endodontics 2008; 34: 268–272.
29. 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; 32: 993-997.
30. Fedele G, Poli J, Steier L, Canullo L, Steier G, Roberts A. Evaluation of the antimicrobial effect of super-oxidized water (Sterilox<sup>®</sup>) and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* in a bovine root canal model. J. Appl. Oral Sci 2010;18:5.
31. Mehdipour O, Kleier D, Averbach R. Anatomy of sodium hypochlorite accidents. Compend Contin Educ Dent 2007; 28: 544-6.
32. Cem T, Serper A, Cehreli Z, Kalayci S. Calcium Loss From Root Canal Dentin Following EDTA, EGTA, EDTAC, and Tetracycline-HCl Treatment With

- 
- or Without Subsequent NaOCl Irrigation. *Journal of Endodontics* 2007; 33: 581–584.
33. Parirokh M, Jalali S, Haghdoost, A, Abbott P. Comparison of the Effect of Various Irrigants on Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation. *Journal of Endodontics* 2012; 38:196–199.
34. Mai S, Kim Y, Arola D, Gu L, Kim J, Pashley D, Tay F. Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. *Journal of dentistry* 2010; 38: 201 – 206.
35. Gomes B, Martinho F, Vianna M. Comparison of 2.5% Sodium Hypochlorite and 2% Chlorhexidine Gel on Oral Bacterial Lipopolysaccharide Reduction from Primarily Infected Root Canals. *Journal of Endodontics* 2009; 35:1350–1353.
36. Duarte L, Grazziotin R, Azevedo A, Zen A, Santos J. Dissolution of bovine pulp tissue in solutions consisting of varying NaOCl concentrations and combined with EDTA. *Braz. Oral Res* 2010; 24.
37. Aponte R, Teixidó M, Cayón R. Accidentes durante la irrigación del sistema de conductos radiculares. A propósito de un caso. *Endodoncia* 2006; 22 :225-230.



- 
38. Chaves M, Fröner I. A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Braz. Oral Res* 2006; 20:3.
39. Kaya S, Yigıt S, Adigüzel O, Turkey D. Evaluation of radicular dentin erosion and smear layer removal capacity of Self-Adjusting File using different concentrations of sodium hypochlorite as an initial irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 112: 524-530.
40. Ozgur H, Dogan H, Calt S, Stabholz A, Steinberg D. Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid and Sodium Hypochlorite Irrigation on *Enterococcus faecalis* Biofilm Colonization in Young and Old Human Root Canal Dentin: In Vitro Study. *Journal of Endodontics* 2010; 36: 842-846.
41. Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D. Comparison of the Effect of Four Decalcifying Agents Combined with 60°C Three Percent Sodium Hypochlorite on Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics* 2011.
42. Wadhvani K, Tikku A, Chandra A, Shakya V. A comparative evaluation of smear layer removal using two rotary instrument systems with ethylenediaminetetraacetic acid in different states: A SEM study. *Indian J Dent Res* 2011; 22: 10-5.



- 
- 43.** Kuga M, Gouveia E, Tanomaru M, Guerreiro J, Bonetti I, Faria G. Penetration into dentin of sodium hypochlorite associated with acid solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 112:155-159.
- 44.** Ferreira D, Prado M, Simão R. Evaluation of the Interaction between Endodontic Sealers and Dentin Treated with Different Irrigant Solutions. *Journal of Endodontics* 2011, 37: 1550–1552.
- 45.** Siqueira J, Paiva S, Rôças I. Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod* 2007; 33: 541-7.
- 46.** Ferraz C, Gomes B, Zaia A, Teixeira F, Souza F. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. *Braz. Dent. J* 2007; 18: 4.
- 47.** Bashetty K, Hegde J. Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: A randomized clinical trial. *Indian J Dent Res* 2010; 21:523-7.
- 48.** Jhamb S, Nikhil V, Singh V. An in vitro study of antibacterial effect of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *Indian J Dent Res* 2010; 21: 512-4.



- 
49. Rasimick, B., Wan, J., Musikant, B., Deutsch, A. Stability of Doxycycline and Chlorhexidine Absorbed on Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics* 2010, 36 (3): p.489–492.
50. Shahani M, Reddy S. Comparison of antimicrobial substantivity of root canal irrigants in instrumented root canals up to 72 h: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2011; 29:28-33.
51. Balandrano, F. Soluciones para Irrigación en Endodoncia: Hipoclorito de Sodio y Gluconato de Clorhexidina. [Documento en línea] 2011.[Consulta: 2012, Enero 20]. Disponible: <http://colegiodentistas.org/revista/index.php/revistaodontologica/article/view/34/70.htm>.
52. Beltz R, Torabinejad M, Poursmail M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod* 2006; 29: 334-7.
53. Ghoddusi J, Rohani A, Rashed T, Ghaziani P, Akbari M. An Evaluation of Microbial Leakage After Using MTAD as a Final Irrigation. *Journal of Endodontics* 2007; 33: 173-176.
54. Mohammadi Z, Shahriari S. Residual antibacterial activity of chlorhexidine and MTAD in



- 
- human root dentin in vitro. *J Oral Sci* 2008; 50: 63-7.
55. Yasuda Y, Tatematsu Y, Fujii S, Maeda H, Akamine A, Torabinejad M, Saito T. Effect of MTAD on the Differentiation of Osteoblast-like Cells. *Journal of Endodontics* 2010; 36: 260–263.
56. Zaccaro M, Da silva V, Chagas M, Scelza P. Evaluation of inflammatory Response of EDTA, EDTA-T and citric acid in animal model. *Journal of Endodontics* 2010; 36: 515-519.
57. Torabinejad M, Shabaha S, Bahiri K. Effect of MTAD on Postoperative Discomfort A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics* 2005; 31:171-176.
58. Yoshiyuki Y, Tatematsu Y, Fujii S, Maeda A, Torabinejad M, Saito T. Effect of MTAD on the Differentiation of Osteoblast-like Cells. *Journal of Endodontics* 2010; 36: 260–263.
59. Baumgartner J, Johal S, Gordon J. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for Root Canal Irrigation. *Journal of Endodontics* 2007; 33: 48-51.
60. Desai P, Himel V. Comparative Safety Of Various Intracanal Irrigation Systems. *J Endod* 2009; 35: 545.