

**CAMBIOS HISTOMORFOMÉTRICOS EN DENTINA AL UTILIZAR ÁCIDO
CÍTRICO, EDTA Y TETRACICLINA COMO BIOMODIFICADORES
RADICULARES. REVISIÓN SISTEMÁTICA.**



PAOLA TOUS YEMAIL

SANDRA GARCÍA FERRER

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ENDODONCIA
CARTAGENA DE INDIAS**

2018

**CAMBIOS HISTOMORFOMÉTRICOS EN DENTINA AL UTILIZAR ÁCIDO
CÍTRICO, EDTA Y TETRACICLINA COMO BIOMODIFICADORES
RADICULARES. REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

**PAOLA TOUS YEMAIL
SANDRA GARCÍA FERRER**

Residentes Postgrado de Endodoncia Universidad de Cartagena

TRABAJO DE GRADO

Título profesional: Especialista en Endodoncia
Facultad de Odontología - Universidad de Cartagena
Postgrado de Endodoncia

Investigador Principal

EDUARDO COVO MORALES

Odontólogo – Pontificia Universidad Javeriana
Especialista en Endodoncia - Pontificia Universidad Javeriana
Magister en Microbiología– Universidad de Cartagena
Grupo GITOUC
Docente - Universidad de Cartagena

Co-investigador

ANTONIO DÍAZ CABALLERO

Odontólogo-Universidad de Cartagena
Especialista en Periodoncia- Pontificia Universidad Javeriana
Magister en Educación- Universidad del Norte
Doctor en Ciencias Biomédicas- Universidad de Cartagena
Grupo GITOUC
Docente- Universidad de Cartagena

Asesor Metodológico

NATALIA FORTICH MESA

Odontóloga – Pontificia Universidad Javeriana
Endodoncista- Universidad de Cartagena
Magíster en Epidemiología Clínica – Universidad Nacional de Colombia
Docente- Universidad de Cartagena

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ENDODONCIA
CARTAGENA DE INDIAS**

2018

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos de sus alumnos emitidos en los trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral, y porque las tesis no contengan ataques personales contra nadie, antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Cartagena, febrero 20 de 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque sin Él, nada es posible.

A esta prestigiosa Universidad, la confianza y oportunidad, que nos fue concedida, de la mano de un grupo docentes especialistas, que guiaron cada uno de nuestros pasos y así culminar con éxito nuestra carrera.

Al Dr. Eduardo Covo Morales, por aportar su valioso tiempo, paciencia y conocimiento para la elaboración de este proyecto investigativo.

A los directivos y docentes de la Universidad de Cartagena, quienes en todo momento se mostraron colaboradores, amables y con disposición de brindarnos su tiempo para permitir el desarrollo de las actividades de este trabajo de investigación.

A nuestros familiares, que en todo momento nos brindaron su incondicional y permanente, apoyo logrando ser nuestro soporte invaluable en el desarrollo de nuestra profesión.

DEDICATORIA

A Dios, arquitecto de la vida.

A nuestros padres, quienes son nuestra inspiración, y con sus palabras de aliento nos motivaron día a día para así culminar nuestro sueño que hoy se hace realidad y compartieron junto a nosotras nuestras alegrías y preocupaciones.

A nuestros hijos Felipe, Kevin y Danna.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo general	24
3.2 Objetivos específicos	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 Dentina	25
4.1.1 Tipos de dentina	25
4.1.2 Túbulos dentinarios	26
4.2 Smear layer	26
4.3 Agentes biomodificadores	28
4.3.1 Ácido etilendiaminotetracético (EDTA)	28
4.3.2 Ácido cítrico	30
4.3.3 Tetraciclina	32
4.3.4 Otros agentes	36
4.4 Erosión dentinaria	36
4.5 Revisiones sistemáticas	38
5. METODOLOGÍA	39
5.1 Tipo de estudio	39
5.2 Criterios de elegibilidad	39
5.2.1 Criterios de Inclusión	39
5.2.2 Criterios de Exclusión	39
5.3 Estrategia de búsqueda	39
5.4 Selección de estudios	40
5.5 Extracción de datos	41
6. RESULTADOS	42

6.1 Evaluación de riesgo de sesgo	59
7. DISCUSIÓN	63
8. CONCLUSIONES	68
9. RECOMENDACIONES	69
10. REFERENCIAS	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Términos de búsqueda(MESH)	42
Tabla 2. Términos de búsqueda(DECS)	42
Tabla 3. Criterios de filtros	43
Tabla 4. Búsqueda de artículos por buscador con filtros	44
Tabla 5. Consolidado - búsqueda de artículos con filtros	45
Tabla 6. Artículos incluidos en la revisión	45
Tabla 7. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios.	60

RESUMEN

Antecedentes: el éxito del tratamiento endodóntico depende de una adecuada preparación biomecánica, la cual incluye remoción del barro dentinario, formado durante la instrumentación del conducto; esta capa se adhiere a la superficie de la dentina y ocluye los túbulos dentinarios, y debe ser removida por soluciones irrigadoras, las cuales causan cambios en la superficie dentinaria. Se ha utilizado ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), ácido cítrico y tetraciclina como irrigantes.

Objetivo: determinar los cambios producidos en la dentina al aplicar EDTA, ácido cítrico y tetraciclina como agentes irrigadores mediante la revisión sistemática de la literatura.

Métodos: revisión sistemática, se estudiaron los diferentes cambios histomorfométricos al utilizar biomodificadores radiculares en la estructura dentinaria, según el tiempo de aplicación y la concentración de las soluciones, en 30 artículos seleccionados de 79, publicados entre 2009 y 2017. La medida global del resultado fue la diferencia estándar de la profundidad de desmineralización dentinaria, obtenida por los agentes empleados.

Resultados: se encontró que la profundidad de ésta es directamente proporcional al tiempo y concentración después de su aplicación. Para las demás variables como el pH, no se pudieron extraer conclusiones significativas debido a los pocos datos obtenidos, por lo que se sugiere que no existen las pruebas científicas suficientes para respaldar este tipo de estudio.

Conclusiones: los cambios que se presentan en la dentina al utilizar biomodificadores radiculares dependen del tiempo de aplicación y la concentración de los mismos.

Palabras clave: EDTA (ácido etilendiamino tetraacético), ácido cítrico, tetraciclina, smear layer, dentina, erosión.

Área temática: Endodoncia

ABSTRACT

Background: the success of endodontic treatment depends on optimal biomechanical preparation, which includes removal of smear layer formed during instrumentation conduit, this layer adheres to the surface of dentin and occlude the dentinal tubules, and must be removed by irrigating solutions, which cause changes in the dentin surface. It has been used ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), citric acid and tetracycline as irrigants.

Purpose: to determine the changes in dentine by applying EDTA, citric acid and tetracycline as irrigators agents by systematic review of the literature.

Methods: systematic review, were studied different histomorphometric changes using bio modifiers root in dentin at different times and concentrations in 30 selected from 79 articles reviewed and published between 2009 and 2017. The overall changes were studied outcome measure was the difference standard depth dentin demineralization obtained by employees conditioners.

Results: it was found that the depth of this is directly proportional to time and concentration after application. For other variables such as pH, we were unable to draw significant conclusions due to the limited data obtained, so it is suggested that there is not enough scientific evidence to support this type of study.

Conclusions: the changes that occur in dentin using root biomodificadores depend on the time of application and the concentration thereof.

Keywords: EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid), citric acid, tetracycline, smear layer, dentine, erosion.

Thematic field: Endodontics

INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico depende de una adecuada preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares, la cual incluye remoción del barro dentinario, formado durante la instrumentación, está constituido de tejido inorgánico y detritos calcificados. Brannström y Pashley encontraron que este barrillo es irregular, granular y amorfo; tiene contenido inorgánico y orgánico como trozos de dentina, remanente de tejido pulpar vital o necrótico, proteínas coaguladas y células sanguíneas ^{1 2}

Durante la instrumentación del conducto radicular, son creadas limaduras de dentina, las cuales asociadas con los materiales orgánicos forman la capa de barro dentinario o smear layer, esta se adhiere a la superficie de la dentina y ocluye los túbulos dentinarios, por lo cual los canales tienen que ser sometidos a la preparación química y mecánica que constituye una importante etapa de la terapia endodóntica, la cual se realiza con instrumentos manuales o rotatorios y el uso

¹ GONZÁLEZ P, LIÑÁN F, ORTÍZ V, ORTIZ V, DEL REAL L, GUERRERO L. Estudio comparativo in vitro de tres acondicionadores de dentina para evaluar apertura de los túbulos dentinarios en conductos radiculares. En: Revista Odontológica Mexicana. 2009. vol. 13, N°4, p. 217 - 23.

² ZIA A, ANDRABI SM, BEY A, KUMAR A, FATIMA Z. Endodontic irrigant as a root conditioning agent: An in vitro scanning electron microscopic study evaluating the ability of MTAD to remove smear layer from periodontally affected root surfaces. En: Singapore Dent J. 2014. vol. 35, p.47-52.

simultáneo de sustancias químicas como medicación intracanal para remover la mayor cantidad posible de detritus, restos pulpares y microorganismos ^{3 4 5}

El ácido etilendiaminetetraacético (EDTA) es un ácido orgánico tetracarboxílico. Actúa como agente quelante de iones metálicos. Es utilizado en Endodoncia en la preparación biomecánica de los conductos, para facilitar la localización de los conductos estrechos y elimina el componente inorgánico de la capa de barrillo.⁶

La tetraciclina es un antibiótico efectivo, este es absorbido por la superficie radicular y lentamente liberado en su forma activa ^{2 7}es un agente desmineralizante debido a su pH ácido. ⁸

El ácido cítrico es una sustancia que remueve el barrillo dentinario, se emplea de 1 a 3 minutos, aunque sigue sin existir un consenso acerca del volumen a utilizar. Altera las características de la superficie radicular tratada.⁹

³ KUMAR Y, LOHAR J, BHAT S, BHATI M, GANDHI A, MEHTA A. Comparative evaluation of demineralization of radicular dentin with 17% ethylenediaminetetraacetic acid, 10% citric acid, and MTAD at different time intervals: An in vitro study. En: J Int Soc Prev Community Dent. 2016. vol. 6, N°1, p. 44-8.

⁴ GUEVARA C, LOPES S, MORALES V, BOTEGA C, NEIVA C, QUEIRÓZ DE PAULA V. Evaluación radiográfica y microscópica de la acción de quelantes en la remoción del barro dentinario. En: Revista Cubana de Estomatología. 2014. Vol. 51, N°2, p.156-68.

⁵ GUO X, MIAO H, LI L, ZHANG S, ZHOU D, LU Y. Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60 degrees C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal. En: BMC Oral Health. 2014. vol. 14 N° 114.

⁶ SEGURA E, LLAMAS C, JIMÉNEZ P. Ácido etilendiaminetetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. En: Endodoncia 1997. vol. 15, N°2, p. 90-97.

⁷ TANDON C, GOVILA V, PANT VA, MEENAWAT A. Comparative in vitro SEM study of a novel root canal irrigant-MTAD and conventional root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: J Indian Soc Periodontol. 2015. vol. 19, N°3, p 268-72.

⁸ GRUBER R, STADLINGER B, TERHEYDEN H. Cell-to-cell communication in guided bone regeneration: molecular and cellular mechanisms. En: Clin Oral Implants Res. 2016.

⁹ BIEDMA B, CASTELO B, OTERO R, RUIZ P, BLANCO C. La endodoncia en los pacientes mayores. En: Avances en Odontoestomatología. 2015. vol. 31, p.149-59.

Wu et al. demostraron que la capacidad de eliminación de la capa de barrillo con EDTA al 17% era significativamente más efectiva que con ácido cítrico al 20% y MTAD (mezcla de tetraciclina, ácido y detergente). Spanó et al. revelaron que el uso de EDTA al 15% fue la solución más eficiente para la eliminación de la capa de barrillo. Pawlicka informó que los quelantes pueden reducir la microdureza de la dentina radicular. El efecto del quelante ya es evidente después de 5 min y no puede aumentarse significativamente extendiendo el tiempo de trabajo a 24 horas.¹⁰

Tay y Pashley investigaron la estructura de la dentina intrarradicular instrumentada mecánicamente después de la irrigación. Determinaron que EDTA y MTAD crearon una zona de matrices de colágeno desmineralizadas en dentina erosionada y alrededor de los túbulos dentinarios, siendo el MTAD ligeramente más agresivo que EDTA. Machnick et al. estudiaron el efecto del MTAD sobre la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de la dentina. Con base en los resultados, concluyeron que el uso clínico de BioPure MTAD como irrigante intracanal no causó efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.¹¹

A partir de lo anterior, el objetivo de esta revisión fue resumir la literatura existente publicada entre 2009 y 2017 acerca de los cambios histomorfométricos de la dentina

¹⁰ MOHAMMADI Z, SHALAVI S, JAFARZADEH H. Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. En: Eur J Dent. Septiembre 2013. vol. 7. N° 1, p. S135-42.

¹¹ SRIKUMAR G, SEKHAR K, NISCHITH K. Mixture tetracycline citric acid and detergent - A root canal irrigant. En: A review. J Oral Biol Craniofac Res. Enero-abril 2013. vol. 3, N°1, p.31-5.

al aplicar EDTA, ácido cítrico y tetraciclina como Biomodificadores Radiculares. Esta revisión pretende dar a conocer los cambios producidos por estos agentes al ser aplicados en la dentina como irrigantes en el tratamiento del sistema de conductos radiculares y determinar sus beneficios y/o perjuicios sobre ésta, teniendo en cuenta su concentración y tiempo de aplicación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los objetivos del tratamiento endodóntico son la limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos radiculares; y la prevención de la reinfección.¹²

Durante la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares se produce barro dentinario.¹³ Este es una capa irregular, amorfa y granulada, constituida por material inorgánico (calcio, fosfato) y orgánico (procesos odontoblásticos, bacterias, células sanguíneas y productos bacterianos: endo y exotoxinas).¹⁴

La presencia de esta capa, sobre todo en la parte apical del conducto radicular es de interés clínico, ya que los microorganismos contenidos en ella, junto con los factores desfavorables locales en el periápice del huésped, podrían ser una causa de los fracasos de los tratamientos de conductos radiculares. Esta capa puede interferir con la acción de irrigantes, afectar la adaptación selladora a las paredes del canal y permitir la penetración de irritantes en los tejidos periapicales.¹⁵

¹² COHEN S, BURNS R. Pathways of the Pulp, 9th ed. St. Louis: Mosby; 2006.

¹³ GUEVARA C, FLORIANO L, MORALES V, BOTEAGA W., NEIVA C., QUEIRÓZ M., LOPES D. Evaluación radiográfica y microscópica de la acción de quelantes en la remoción del barro dentinario. En: Revista Cubana de Estomatología 2014. vol. 51, N°2, p.156-168.

¹⁴ CHARU T, VIVEK G, VANDANA A, AJITA M. Comparative in vitro SEM study of a novel root canal irrigant-MTAD and conventional root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: Journal of Indian Society of Periodontology. May-Jun 2015. vol. 9, N°3.

¹⁵ SHARMA G, KAKKAR P, VATS A. A Comparative SEM Investigation of Smear Layer Remaining on Dentinal Walls by Three Rotary NiTi Files with Different Cross Sectional Designs in Moderately Curved Canals. En: J Clin Diag Res. Mar 2015. vol. 9, N°3, p.43-47.

Debido a esto, la eliminación de la capa de barrillo en los conductos radiculares infectados es recomendable para facilitar la penetración de los medicamentos intracanales en los túbulos dentinarios.¹⁶

Frente a ello, la irrigación se considera un complemento vital para la instrumentación del conducto radicular. Sólo con la limpieza mecánica, todos los microorganismos no pueden ser eliminados; por lo tanto, se recomienda el uso de irrigantes apropiados. La irrigación del conducto radicular es indispensable en la eliminación de bacterias donde la instrumentación es inaccesible.¹⁷

Los irrigantes pueden aumentar el desbridamiento mecánico, actuando como una “descarga” física para eliminar los residuos, disolver el tejido, y desinfectar el sistema de conductos radiculares.¹⁸

Las características que debe cumplir un irrigante ideal según Zehnder y cols, en 2006 son: amplio espectro y alta eficiencia contra microorganismos anaerobios y facultativos, disolver los tejidos orgánicos, prevenir la formación de smear layer durante la instrumentación o disolverlo una vez formado, baja tensión superficial, escasa toxicidad para los tejidos perirradiculares vitales y lubricar las paredes del conducto.¹⁹

¹⁶ CZONSTKOWSKY M., WILSON E, HOLSTEIN F. The smear layer in endodontics. En: Dent Clin North Am. 1990. vol. 34, N° 1, p.13-25

¹⁷ BABAJI P, JAGTAP K, LAU H, BANSAL N, THAJURAJ S, SONDHI P. Comparative evaluation of antimicrobial effect of herbal root canal irrigants (Morinda citrifolia, Azadirachta indica, Aloe vera) with sodium hypochlorite: An in vitro study. En: J Int Soc Prev Community Dent. May-Jun 2016.vol. 6, N° 3, p. 196–199

¹⁸ KANDASWAMY D., VENKATESHBABU N. Root canal irrigants. En: J Conserv Dent. 2010. vol: 13. N° 4, p. 256-64.

¹⁹ DUMANI A, KORKMAZ H, YILMAZ S, YOLDAS O, BEK Z. Antibacterial Efficacy of Calcium Hypochlorite with Vibringe Sonic Irrigation System on Enterococcus faecalis: An In Vitro Study. En: Biomed Res Int. 2016: 8076131, 5 pages.

Según Jaju S y Jaju PP, en 2011, el irrigante endodóntico más ampliamente utilizado es hipoclorito de sodio (NaOCl) debido a su actividad bactericida y la capacidad de disolver el tejido orgánico vital y necrótico.²⁰

La principal desventaja del NaOCl es su incapacidad para eliminar la porción inorgánica de barrillo dentinario. Por esta razón, se recomienda la combinación de NaOCl con EDTA, el cual tiene la capacidad de descomponer el componente inorgánico de los desechos intracanal y se utiliza generalmente a una concentración del 17%. EDTA parece reducir la actividad antibacteriana y disolvente del hipoclorito razón por la cual estos dos líquidos no deben estar en el canal al mismo tiempo. Por tanto, durante la preparación se debe irrigar con abundante hipoclorito de sodio, mientras que EDTA se utiliza en la fase final de preparación para eliminar completamente los restos inorgánicos y capa de barrillo de las paredes del canal.²¹

Sin embargo, hasta la fecha no existe ninguna solución irrigadora utilizada en endodoncia que elimine simultáneamente la capa de barrillo y desinfecte todo el sistema de conductos radiculares. Es por esto que varios ácidos orgánicos, agentes quelantes, ultrasonidos y láser han sido utilizados para eliminarla. Estudios como los realizados por Torabinejad y Cols, en 2002, demostraron que estos agentes y

²⁰ JAJU S, JAJU P. Newer root canal irrigants in horizon: a review. En: Int J Dent. 2011. p.1-9.

²¹ PLOTINO G, CORTESE T, GRANDE NM, LEONARDI DP, DI GIORGIO G, TESTARELLI L, GAMBARINI G. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. En: Braz Dent J. January-february 2016. vol: 27. N° 1. p. 3-8.

métodos por sí solos no proporcionan la desinfección completa de los espacios del conducto radicular en todos los casos cuando se emplean en una sola visita.²²

La concentración, temperatura ideal, la frecuencia de aplicación, y los métodos de activación de irrigantes, junto con el tiempo requerido para estas soluciones están siendo continuamente investigados.²³ Se ha propuesto una irrigación final con clorhexidina (CHX) al 2% después de NaOCl y EDTA para asegurar buenos resultados en casos de infección persistente, debido a su amplio espectro de acción y su propiedad de sustantividad. Sin embargo, la CHX se ve obstaculizada por su interacción con el NaOCl, que tiende a crear productos que pueden decolorar el diente y precipitados que pueden ser mutagénicos. Por esta razón, la CHX no debe utilizarse junto con o inmediatamente después del hipoclorito de sodio. Esta interacción se ha evitado o minimizado por un lavado intermedio con alcohol absoluto, solución salina o agua destilada.²⁴

Se ha utilizado el ácido cítrico como irrigante, el cual altera las características de la superficie radicular al ser aplicado de uno a tres minutos;²⁵ y el clorhidrato de tetraciclina por su amplio rango de actividad antimicrobiana.²⁶ La tetraciclina es un antibiótico efectivo, es un agente desmineralizante debido a su pH ácido y tiene la

²² TORABINEJAD M., HANDYSIDES R., KHADEMI A., BAKLAND L. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002. vol: 94. N° 6, p.658-66.

²³ INGLE J. Endodontics, 3rd ed. Philadelphia, PA, USA: Lea and Febiger; 1995. p. 178-80.

²⁴ HEGDE R, BAPNA K. Comparison of removal of endodontic smear layer using ethylene glycol bis (beta-amino ethyl ether)-N, N, N', N'-tetraacetic acid and citric acid in primary teeth: A scanning electron microscopic study. En: Contemp Clin Dent. April-june 2016.vol. 7. N° 2, p. 216–220.

²⁵ JAISHREE G., RAJKUMAR M., ANKUR G., PRADEEP T. KRISHNA KUMAR G., AMITABH S. An in vitro scanning electron microscope study to evaluate the efficacy of various root conditioning agents. En: J Indian Soc Periodontol. September-october 2015.vol. 19, N° 5, p. 520–524.

²⁶ AVENDAÑO V. Acondicionamiento radicular en humanos. Evaluación Clínica. Clorhidrato de tetraciclina Vs. ácido cítrico. Octubre, 1996. Tesis. Universidad de Nuevo León. Dirección General de Bibliotecas.

capacidad de ser absorbida por la superficie radicular y posteriormente liberada en el medio. El clorhidrato de doxiciclina (una tetraciclina) se emplea como irrigante debido a sus propiedades acídicas, las cuales eliminan el barrillo dentinario superficial e intratubular.²⁷

Estos estudios utilizaron los agentes biomodificadores en solución a diferentes concentraciones y pH. Recientemente se ha introducido al mercado la presentación en gel de estos. En el estudio de George RP et al, se demostró que el gel combinado de tetraciclina y ácido cítrico tuvo un efecto sinérgico de los dos agentes y un potencial mayor de desmineralización del gel de tetraciclina.²⁸

Por lo anteriormente expuesto, se formula la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los cambios histomorfométricos que ocurren en la dentina al aplicar ácido cítrico, EDTA y tetraciclina como sustancias irrigadoras, y, ¿cuál es la concentración y el tiempo ideal de aplicación sin causar daño irreversible?

²⁷ POONAM K, PATIL U., KAPIL G., SHEELA N. Comparative evaluation of a new endodontic irrigant- mixture of a tetracycline isomer, an acid, and a detergent to remove intracanal smear layer: A scanning electron microscopic study. En: Journal of International Oral Health. 2015. vol: 7. N° 4, p. 1-6.

²⁸GEORGE R, KUMAR S, T RAMAKRISHNA, EMMADI P, N AMBALAVANA N, ABBASALI N, KHADEMI, SAATCHI M, MEHDI M, BAGHAEIC B. Effects of tetracycline-containing gel and a mixture of tetracycline and citric acid-containing gel on non-surgical periodontal therapy. En: Indian J Dent Res. 2013. vol. 24. N: 1, p. 52-59.

2. JUSTIFICACIÓN

La irrigación del conducto radicular constituye una parte fundamental en la terapia endodóntica, en esta se utilizan agentes irrigadores, los cuales eliminan el smear layer superficial y profundo formado durante la preparación biomecánica.

La presencia del barrillo dentinario dentro del sistema de conductos radiculares dificulta, de manera significativa la limpieza del mismo, ya que no solo la instrumentación es la pieza clave para la eliminación de bacterias que colonizan los túbulos dentinarios; la irrigación durante la preparación biomecánica, brindará mejores resultados para reducir la carga bacteriana del sistema de conductos radiculares, permitiendo una mejor adaptación del material de obturación y por lo tanto, disminuya el fracaso del tratamiento endodóntico.²⁹

Los agentes descritos en esta revisión sistemática, son capaces de remover el barrillo dentinario, logrando conseguir ensanchamiento químico de túbulos dentinarios y facilitando la localización de algunos conductos estrechos.

Los efectos son variables, estudios demuestran que las concentraciones y el tiempo juegan un papel fundamental en lograr efectos deseables e indeseables en tejido mineralizado. Se ha demostrado que el EDTA al 17% durante 1 minuto, tiene la capacidad de penetración y eliminación del barrillo dentinario, provocando la apertura de los túbulos dentinarios en zonas de difícil acceso, pero si prolongamos

²⁹ AL SHEHADAT S. Smear layer in endodontics: Role and management. En: Journal of Clinical and Oral Health. 2017. vol.1. N° 1.

el tiempo de trabajo de este material tiende a erosionar los túbulos y dañar el tejido.³⁰

Estos 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.

Esta revisión pretende:

- Sintetizar información actualizada de los efectos producidos por los agentes descritos.
- Recordar conceptos básicos útiles en la práctica clínica.
- Generar nuevo conocimiento acerca de los agentes irrigadores.
- Aplicar el conocimiento adquirido a la práctica clínica de acuerdo a los requerimientos terapéuticos.

³⁰ MARTINELLI S, STREHL A, MESA M. Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. En: Odontoestomatología 2012. vol.14, N°.19, p. 52-63.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar mediante una revisión sistemática los cambios producidos en la dentina al aplicar EDTA, ácido cítrico y tetraciclina como agentes irrigadores.

3.2 Objetivos específicos

- Describir las características principales de los estudios seleccionados.
- Establecer las diferencias estructurales producidas en la dentina al aplicar los biomodificadores entre las intervenciones.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Dentina

La dentina está compuesta por aproximadamente por un 70% de materia inorgánica, 20% de materia orgánica y 10 % de agua. La matriz inorgánica está compuesta principalmente por cristales de hidroxiapatita, los cuales son más pequeños y delgados comparados con los cristales de hidroxiapatita del esmalte. Ellos se orientan de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria, disponiéndose entre las fibras y también dentro de las mismas.

La matriz orgánica está constituida por el colágeno tipo I que representa el 90% de dicha matriz y un componente menor de colágeno tipo V. Las proteínas más comunes son la dentinofosfoproteína (DPP), proteína de matriz de dentina (DMP1), sialoproteína de dentina (DSP), osteopontina (OPN), osteocalcina y sialoproteína ósea. Además, contiene proteoglicanos, fosfolípidos y factores de crecimiento, como proteína morfogenética ósea (BMP) factor de crecimiento transformante beta (TGF-B) y factor de crecimiento similar a la insulina (IGF).

4.1.1 Tipos de dentina

La dentina primaria se forma durante el desarrollo del diente hasta que erupciona en la cavidad oral, se forma a una velocidad relativamente alta y forma la mayor parte de la dentina, tiene una estructura regular y contiene túbulos que forman una curvatura en forma de S. La dentina secundaria se sintetiza a una velocidad mucho más lenta y tiene una estructura menos regular que la primaria. Se deposita durante

el resto de la vida del diente. La dentina terciaria o reparadora se deposita como consecuencia de un proceso patológico, como caries o abrasión.³¹

4.1.2 Túbulos dentinarios

Una característica de la dentina humana es la presencia de túbulos dentinarios, éstos miden entre 1 y 2.5 micras de diámetro. Son ligeramente cónicos con la porción más ancha situada hacia la pulpa. Esta conicidad es el resultado de la formación de dentina peritubular, que conlleva a una disminución continua del diámetro de la luz del túbulo.

La dentina intertubular está situada entre los anillos de dentina peritubular y constituye la mayor parte de la dentina, está bien mineralizada y proporciona resistencia tensional a la dentina.

La dentina que recubre el túbulo se denomina dentina peritubular o intratubular, por su menor contenido de colágeno, ésta es más dura que la intertubular, y por lo tanto se disuelve más rápidamente en ácido ³²

4.2 Smear layer

Durante la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares se produce barro dentinario ³³ descrito por primera vez por Mc Comb y Smith en 1975,³⁴este es una capa irregular, amorfa y granulada, constituida por material

³¹ HARGREAVES K, COHEN, S. Cohen Vías de la pulpa. Décima edición. 2011.

³² GÓMEZ M, CAMPOS M. Histología y Embriología bucodental. 2º edición. Madrid: Ed. Panamericana 2002.

³³ GUEVARA C, FLORIANO L, MORALES V, BOTEGA W., NEIVA CAMPOS C., QUEIRÓZ DE PAULA M., LOPES DK. Evaluación radiográfica y microscópica de la acción de quelantes en la remoción del barro dentinario. En: Revista Cubana de Estomatología. 2014. vol: 51. N° 2, p. 156-168.

³⁴ PRAVEEN M, AARTHI G, MEENAPRIYA PK, KUMAR SS, KUMAR NSM, KARUNAKARAN JV. A Comparative Evaluation of Intraradicular Smear Removal Efficacy of 2% Chitosan (Low Molecular Weight), 4%

inorgánico (calcio, fosfato) y orgánico (procesos odontoblásticos, bacterias, células sanguíneas y productos bacterianos: endo y exotoxinas).³⁵

El smear layer o barrillo dentinario tiene un espesor de 1-2 micras y se produce durante la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. Algunos investigadores han apoyado la persistencia de este, ya que puede bloquear los túbulos de la dentina y restringir la penetración de bacterias o toxinas por el cambio de la permeabilidad dentinaria. Aunque otros han apoyado su eliminación porque esta permite la difusión y penetración de irrigantes, selladores y medicamentos en los túbulos dentinarios.³⁶ Los motivos para su eliminación son:

Tiene un grosor y un volumen impredecibles, porque una gran parte de este consiste en agua. Contiene bacterias, sus subproductos y tejido necrótico. Las bacterias pueden sobrevivir, multiplicarse y proliferar en los túbulos dentinarios, que pueden servir como un reservorio de irritantes microbianos.

Puede actuar como un sustrato para las bacterias, permitiendo su penetración más profunda en los túbulos dentinarios. Puede limitar la penetración óptima de los agentes desinfectantes.³⁷

Chitosan Citrate, and 10% Citric Acid when Used as Final Rinse in Irrigation Protocols: A Field Emission Scanning Electron Microscopic Study. En: J Pharm Bioallied Sci. November 2017. vol: 9. N° 1.

³⁵ CHARU T., VIVEK G., VANDANA A., AJITA M. Comparative in vitro SEM study of a novel root canal irrigant-MTAD and conventional root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: Journal of Indian Society of Periodontology. May-june 2015. vol 9, N° 3.

³⁶ HERRERA D, SANTOS Z, TAY L, SILVA E, LOGUERCIO A, GOMES B. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. En: Microsc Res Tech. 2013. vol. 76. N° 4, p. 364-9.

³⁷ VIOLICH D, CHANDLER N. The smear layer in endodontics - a review. En: Int Endod J. January 2010. vol. 43. N° 1, p. 2-15.

Este barrillo, está formado por 2 capas: una superficial, poco adherida a las paredes dentinarias, irregular, densa, granular y amorfa con un espesor de 1 a 2 μm y otra más profunda que forma tapones dentro de los túbulos obliterándolos total o parcialmente pudiendo llegar a una profundidad de hasta 40 μm . 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.³⁸

4.3 Agentes biomodificadores

4.3.1 Ácido etilendiaminotetracético (EDTA)

Fue presentado por Nygaard-Ostby en 1957. Es una sustancia fluida con un pH neutro de 7,3. Se emplea en una concentración del 10 al 17%. Posee un pequeño efecto antibacterial sobre ciertas especies bacterianas como Streptococcus alfa-hemolíticos y Staphylococcus aureus, y tiene un alto efecto antimicótico. Produce una reacción inflamatoria leve al contacto con tejido blando, al contacto con tejido óseo reacciona en forma similar al de la dentina.³⁹

El EDTA a lo largo del tiempo ha sido el irrigante de elección para la eliminación de la capa de barrillo. Pero no es antimicrobiano y se usa junto con el hipoclorito de sodio (NaOCl) para una irrigación eficaz del conducto radicular. Los agentes

³⁸ MARTINELLI. Op., Cit., p. 53.

³⁹ HÜLSMANN M. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. En: J. Endodon Pract. Edición en español. 1998. vol: 4. N° 1, p. 15-29

quelantes descalcifican la dentina al combinarse con los iones de calcio del diente. El EDTA generalmente se acepta como la solución quelante más eficaz en la terapia endodóntica.⁴⁰

La aparición del ácido etilendiamino tetraacético (EDTA), determinó que tanto los ácidos inorgánicos como álcalis usados en la preparación biomecánica, cayeran en desuso. A la fórmula original propuesta por Östby en 1957, del EDTA al 17%, se agregó posteriormente el bromuro de acetiltrimetil amonio (Cetavión), compuesto de amonio cuaternario, que sin disminuir la acción quelante del EDTA, le proporciona propiedades antibacterianas y facilita la humectación de las paredes radiculares, a este compuesto, se le conoce como EDTAC. En el tratamiento del sistema de conductos radiculares la sal disódica de EDTA es generalmente aceptada como el más efectivo lubricante y agente quelante. En estudios realizados por Abbott en 1989, se demostró que la combinación de hipoclorito de sodio y EDTAC produce un aumento de la permeabilidad de la dentina optimizando la entrada de la medicación intraconducto.

En un estudio *in vitro*, se evaluó la citotoxicidad del EDTA en diferentes concentraciones y el hipoclorito de sodio, concluyendo que ambos presentan una citotoxicidad moderada, si atraviesan el periápice. Yamada et al. refieren que mientras la solución de ácido cítrico posee un pH ácido de 1-2 al 50%, la solución

⁴⁰ SINGLA R, JHAMB S, KAUR A, RUCHI R. Incidence of dentinal defects during root canal preparation with hand files using different irrigants: An in vitro study. En: J Conserv Dent. November-december 2017. vol: 20. N° 6, p. 459–462.

amortiguada de EDTA posee un pH de 8, condición que la hace biológicamente aceptable.⁴¹

EDTA es más comúnmente usado como solución neutralizada al 17% (disodio EDTA, pH7), pero unos pocos reportes han indicado que las soluciones con menor concentración (por ejemplo 10%, 5% e incluso 1%) remueven el barro dentinario igual después de la irrigación de NaOCl. Considerando el alto costo de EDTA, puede ser conveniente utilizarlo diluido.⁴²

4.3.2 Ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de las frutas cítricas. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$ y se trata de una solución clasificada dentro del grupo de los quelantes, ya que por su bajo pH 1,67 (ácido cítrico 10%), reacciona con los iones metálicos de los cristales de la hidroxiapatita produciendo un quelato metálico al remover los iones de calcio de la dentina formando un anillo. La dentina se reblandece y cambia las características de solubilidad y permeabilidad, especialmente a nivel de la dentina peritubular que es rica en hidroxiapatita, produciéndose un incremento del diámetro de los túbulos dentinarios expuestos. El hecho de que se encuentre naturalmente en el cuerpo humano, lo hace biológicamente más compatible que otros ácidos utilizados. Se debe tener en cuenta que el ácido cítrico no posee un efecto antimicrobiano desde

⁴¹ GARCÍA D. Uso del Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) en la Terapia Endodóntica. Odontólogo, Universidad Central de Venezuela, 1997.

⁴² HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y. Irrigation in endodontics. En: Dent Clin North Am. April 2010. vol. 54. N° 2, p. 291-312.

el punto de vista químico, Al reducir el barro dentinario se reduce la microflora y las endotoxinas asociadas y se aumenta la posterior capacidad de sellado de los materiales de obturación.⁴³

Yamaguchi y cols. en 1996 propusieron al ácido cítrico como un irrigante sustituto del EDTA. Ellos notaron que uno de los principales problemas de este agente irrigante es su bajo pH, lo que lo hace más ácido y biológicamente menos aceptable, mientras que el EDTA tiene un pH neutro. Ellos concluyeron que todas las concentraciones de ácido cítrico mostraron buenos efectos antibacterianos y fueron buenos quelantes (eliminó la capa de detritus), y sugirieron que el ácido cítrico puede ser usado como una solución irrigante para los conductos alternándolo con hipoclorito de sodio. El ácido cítrico (AC) se emplea en varias concentraciones, desde 1% a 50%, siendo 10% la solución más común. EDTA y AC son usados por 2 a 3 minutos al final de la instrumentación y después de la irrigación de NaOCl. La remoción del barro dentinario por EDTA y AC mejora el efecto antibacteriano de los agentes antimicrobianos usados localmente en capas más profundas de dentina. EDTA y AC son fabricados como líquido o gel.⁴⁴

Di Lenarda y cols. en el 2000, concluyeron que la acción del ácido cítrico es comparable a la acción del EDTA, y sugieren que este irrigante es conveniente debido a su bajo costo, buena estabilidad química si es usado correctamente

⁴³ JIMÉNEZ-CHAVES V, LABARTA A, GUALTIERI A, SIERRA L. Evaluación de la remoción del barro dentinario al utilizar ácido cítrico al 10% y Rc- Prep como soluciones irrigantes. Estudio con microscopio electrónico de barrido". *En: Rev. Cient. Odontol.* Enero - junio 2013. vol.9. No 1.

⁴⁴ HAAPASALO, Op., Cit., p. 292.

alternándolo con NaOCl, y su efectividad aún con una aplicación corta de tiempo (20 seg).⁴⁵

La efectividad del ácido cítrico se reduce al disminuir la concentración y tiempos de aplicación. Es un agente antimicrobiano de gran alcance. Su eficacia para eliminar la capa de barrillo se ha demostrado por Salama y Abdelmegid.⁴⁶ Su bajo precio, disponibilidad y eficacia lo han convertido en uno de los agentes irrigadores más utilizados.⁴⁷

4.3.3 Tetraciclina

Las tetraciclinas (TC) son un grupo de antibióticos descubiertos durante los años 40 de amplio uso en la práctica clínica. Son antibióticos de amplio espectro que muestran actividad frente a gran número de bacterias gramnegativas y positivas, rickettsias, mycoplasmas, chlamidias así como protozoos. Se describieron por primera vez en 1948 como productos naturales de fermentación de *Streptomyces aureofaciens*. El primer miembro del grupo completamente caracterizado, a través de su aislamiento químico y purificación, fue la clortetraciclina en 1954. En 2005, The Food and Drug Administration (FDA) aprobó la tigeciclina, última tetraciclina comercializada y la primera de un nuevo grupo: las glicilciclinas. Las TC se clasifican

⁴⁵ YAMAGUCHI M, YOSHIDA K, SUZUKI R, NAKAMURA H. Root canal irrigation with citric acid solution. En: J Endod. 1996. vol: 22. N° 1, p. 27-29.

⁴⁶ HEGDE R, BAPNA K. Comparison of removal of endodontic smear layer using ethylene glycol bis (beta-amino ethyl ether)-N, N, N', N'-tetraacetic acid and citric acid in primary teeth: A scanning electron microscopic study En: Contemp Clin Dent. Apr-Jun 2016.vol: 7. N° 2, p. 216–220.

⁴⁷ AHMAD M, SHIRIN Z, ALIREZA F, MEHRDAD B, MORVARID M, MOHAMMAD S. Debris and smear layer removal efficacy and changes in morphology of dentinal tubules after using citric acid, tetracycline-hydrochloride and mixture of tetracycline and acid and detergent. En: Dent Res J (Isfahan). March-April 2013. vol: 10. N°2, p. 232–237.

así: productos naturales de tetraciclinas (clortetraciclina, oxitetraciclina, tetraciclina), compuestos de segunda generación o compuestos semisintéticos de tetraciclinas (minociclina, doxiciclina, metaciclina), tetraciclinas de tercera generación o glicilciclinas (tigeciclina) y las tetraciclinas químicamente modificadas (CMTs), grupo que comprende al menos 10 análogos (CMT-1 al -10). El efecto antibiótico de las TC ha sido ampliamente estudiado y demostrado a lo largo de los años. Su gran aplicación terapéutica tanto en animales como en el hombre se justifica por las buenas propiedades antimicrobianas reflejadas y por la escasa presencia de efectos adversos graves. Sin embargo, cada vez son más las investigaciones centradas en las aplicaciones fuera del ámbito de la microbiología de estos compuestos. Así, las TC poseen efectos anti-inflamatorios y anti-apoptóticos y afectan a múltiples procesos como la angiogénesis, la proteólisis y el metabolismo óseo. Se han utilizado con diferentes resultados en afecciones en las que no existe un mecanismo infeccioso (artritis reumatoide, diferentes tipos de cáncer y sus metástasis, enfermedades cardiovasculares y metabólicas, etc) ⁴⁸

Estigmatizadas tiempo atrás por la frecuencia de microorganismos resistentes, actualmente han renacido al recuperar sensibilidad e incorporarse nuevos y más activos componentes. La doxiciclina es la tetraciclina más utilizada actualmente y constituye uno de los medicamentos esenciales de la Organización Mundial de la Salud. La tigeciclina, una TC de tercera generación, tiene un mayor espectro de

⁴⁸ GARCÍA-ÁLVAREZ L, OTEO J. Efectos no antimicrobianos de las tetraciclinas. En: Rev Esp Quimioter. 2010. vol: 23 N° 1, p. 4-11.

actividad, y representa una alternativa en el tratamiento de infecciones complicadas con microorganismos multirresistentes.⁴⁹ La propiedad bacteriostática es ventajosa ya que, en ausencia de lisis de células bacterianas, no se liberan subproductos antigénicos (endotoxinas).⁵⁰

La familia Tetraciclina, que incluye doxiciclina, consiste en antibióticos bacteriostáticos de amplio espectro que actúan inhibiendo la síntesis de proteínas bacterianas. Para ser eficaces, tales compuestos deben ingresar a la célula bacteriana en concentraciones suficientes para unirse al sitio aceptor ribosómico en la subunidad ribosómica 30S del complejo de traducción de ARNm. Allí, el fármaco previene la incorporación del ARNt de amino-acilo a la cadena peptídica en crecimiento. Cuando están presentes en concentraciones suficientes, las tetraciclinas bloquean la síntesis de proteínas. Los mecanismos de resistencia a los antibióticos son principalmente una función de la protección ribosómica y las bombas de efusión no específicas. La protección ribosómica confiere una amplia resistencia a los antibióticos e implica la síntesis de una proteína que impide la unión del fármaco al sitio ribosómico o provoca el desalojo de la TC unida.⁵¹

Las tetraciclinas son los antimicrobianos más comúnmente prescritos en la terapia periodontal. Los grupos de tetraciclinas generalmente se consideran más eficaces contra las bacterias Gram-positivas que las bacterias Gram-negativas y muestran

⁴⁹ VICENTE D, PÉREZ- TRALLERO E. Tetraciclinas, sulfamidas y metronidazol. En: Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. February 2010. vol 28. N° 2, p. 122-130.

⁵⁰ SRIKUMAR G, SEKHAR K., NISCHITH K. Mixture tetracycline citric acid and detergent – A root canal irrigant. A review. En: J Oral Biol Craniofac Res. Jan-Apr 2013. vol: 3. N° 1, p. 31–35.

⁵¹ YING GU, WALKER C, RYAN M, PAYNE J, GOLUB L. En: J. Oral Microbiol. 2012. vol. 4, p.1-14.

una buena actividad contra la mayoría de las espiroquetas así como para muchas bacterias anaeróbicas y facultativas. Se ha informado de altas concentraciones de fármaco en el fluido crevicular gingival, lo que los hace particularmente adecuados para aplicaciones periodontales. Los hallazgos de Golub mostraron que, aparte de su acción antimicrobiana, las tetraciclinas pueden inhibir la colagenasa tisular y, por lo tanto, retrasar la descomposición del colágeno como se ve en la enfermedad periodontal. Esto también fue confirmado por los estudios de Rifkin y Vermilo sobre la actividad anti-colagenasa de las tetraciclinas. Las otras propiedades de las tetraciclinas son la inhibición de la resorción ósea, las acciones antiinflamatorias y promover la unión de los fibroblastos y el tejido conectivo a las superficies de las raíces en la terapia periodontal. Por lo tanto, la tetraciclina ha mejorado los resultados como un complemento de la terapia periodontal no quirúrgica y quirúrgica⁵².

En endodoncia, la tetraciclina ha sido utilizada para eliminar la capa de barrillo de las paredes del conducto radicular instrumentado y para evitar el riesgo de contaminación radicular durante un procedimiento de cirugía periapical. Como medicamento intraconducto, también se ha evaluado el efecto de la doxiciclina en el ápice observando la penetración del colorante a través de los márgenes de la raíz con obturación. Los dientes con restauraciones en amalgama o IRM colocados

⁵² BAJAJ A, KUMAR K CHAUBEY, KUMAR R, MOHAN R, CHOWDHARY Z, TRIPATHI R. Comparative evaluation of efficacy of three treatment modalities – tetracycline fibers, scaling and root planing, and combination therapy: A clinical study. En: J Indian Soc Periodontol. 2016. vol. 20. N°6, p.608–613.

después de irrigar con doxiciclina tuvieron significativamente menos penetración del colorante que los que no se irrigaron con doxiciclina⁵³.

4.3.4 Otros agentes

Los irrigantes endodónticos desarrollados recientemente como MTAD® (una mezcla de doxiciclina, ácido cítrico y un detergente), y Tublicid plus han sido reportados como aceptables en actividad antimicrobiana y capacidad de limpieza. MTAD® fue introducido por Torabinejad et al., en el año 2003, demostrando que cuando se usa como solución de irrigación final después de NaOCl al 5.25% efectivamente elimina la capa de barrillo, incluso en el tercio apical del canal y no modifica significativamente la estructura de los túbulos dentinarios en comparación con la irrigación con EDTA y NaOCl al 5,25%. Liolios et al. demostraron la eliminación efectiva de la capa de barrillo usando Tubulicid plus como solución de irrigación final después del uso de NaOCl al 1%. Es un agente eficaz para eliminar la capa de barrillo y consiste en cocoanfodiacetato, cloruro de benzalconio, edetato de sodio dihidratado, solución tampón, y agua destilada⁵⁴.

4.4 Erosión dentinaria

La erosión dental es una afección de creciente preocupación ya que causa daños irreparables a la dentadura en sujetos de todas las edades. En la erosión, se observa pérdida progresiva e irreversible de los tejidos dentales duros debido a un

⁵³ RUIZ M, NEGRETE C, TRESPALACIO R, ALVEAR J. Efecto antimicrobiano del compuesto a base de metronidazol, ciprofloxacina y doxiciclina contra el enterococcus faecalis. Cartagena. Universidad de Cartagena. 2011.

⁵⁴ AMARNATH S, AHMADUDDIN, NAGESH B, SARATH R, PRAGNA M, SHRUTI. Effect of final irrigating solution on smear layer removal and penetrability of the root canal sealer. En: Journal of Conservative Dentistry. 2014. vol. 17 N° 1, p. 40-44.

proceso químico, es decir, disolución de ácidos que no implican bacterias. Se han realizado muy pocos estudios de prevalencia para la erosión dental. Además, a menudo es difícil comparar los resultados de diversos estudios epidemiológicos de erosión dental porque emplean diferentes estándares de examen y sistemas de puntuación y porque los métodos de muestreo y los grupos examinados no son comparables. Los primeros estudios sobre la erosión dental se han centrado solo en técnicas seleccionadas: técnicas cualitativas, cuantitativas o *in vitro* o *in vivo*⁵⁵.

La erosión dentinaria no ha sido estudiada lo suficiente; sin embargo, existe la conciencia general de que puede ser dañina y debe ser evitada. Algunos estudios han demostrado que la exposición a largo plazo a altas concentraciones de hipoclorito de sodio puede llevar a una reducción considerable de la fuerza de flexión y modos elásticos de la dentina. Estos estudios han sido realizados *in vitro* utilizando bloques de dentina, que facilitan la penetración de hipoclorito en la dentina. Sin embargo, aun con la irrigación en cortos plazos con NaOCl, EDTA o AC al final de la preparación quimicomecánica, se produce una erosión fuerte en la superficie dentinaria.

A pesar que no se conoce a ciencia cierta si la erosión superficial es un asunto negativo o si, por ejemplo, podría mejorar la adhesión de la dentina a un poste, la irrigación con NaOCl seguida de los agentes desmineralizantes debería ser evitada⁵⁶.

⁵⁵ JOSHI M, JOSHI N, KATHARIYA R, ANGADI P, RAIKAR S. Techniques to Evaluate Dental Erosion: A Systematic Review of Literature. En: J Clin Diagn Res. 2016. vol. 10 N°10, p. ZE01-ZE07.

⁵⁶ HAAPASALO. Op., Cit., p. 300.

4.5 Revisiones sistemáticas

Una revisión sistemática (RS) es un tipo de estudio que pretende recopilar toda la investigación sobre un tema determinado, evaluarla críticamente y obtener unas conclusiones que resuman el efecto de una intervención sanitaria.

Una RS es un ejercicio exhaustivo de búsqueda, evaluación y síntesis de la información. Intenta ser objetiva y cuantitativa utilizando números para sintetizar toda la evidencia disponible. Con una RS se pretende mantener el efecto individual de cada estudio.

Una ventaja de la RS es que, al combinar la información de diversos estudios, permiten analizar la consistencia de los resultados. Muchos de los estudios, son demasiados pequeños para detectar efectos importantes, es decir tienen un poder estadístico insuficiente, así que, combinando los estudios, se aumenta el tamaño de la muestra, y de esta manera se incrementa el poder estadístico.⁵⁷

⁵⁷ EMPARRANZA J, URRETA I. Revisión sistemática y meta-análisis. En: Anales de pediatría continuada. 2005. vol. 3. N° 6.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

Revisión sistemática

5.2 Criterios de elegibilidad

5.2.1 Criterios de Inclusión

- ✓ **Tipo de estudio:** ensayos clínicos, estudios *in vitro*.
- ✓ **Idioma:** inglés y español.
- ✓ **Tipo de intervención:** Aplicación de agentes biomodificadores en la dentina de dientes permanentes.
- ✓ **Tipo de desenlace:** Cambios histomorfométricos producidos en la superficie dentinal

5.2.2 Criterios de Exclusión

Estudios en dientes primarios, estudios en animales, con dientes obturados, dientes con enfermedad periodontal.

5.3 Estrategia de búsqueda

Se empleó una estrategia de búsqueda electrónica, en esta revisión sistemática de la literatura se incluyeron estudios que evaluaran el efecto del ácido etilendiamino tetraacético (EDTA), ácido cítrico y tetraciclina como agentes desmineralizantes sobre la dentina. Los artículos incluyeron estudios cuyas pruebas se realizaron *in vitro*, en dientes permanentes de humanos, con dentina como sustrato, que

incluyeran algunas de las siguientes variables: concentración, pH, y tiempo de aplicación. Los cambios en dentina fueron evaluados por medio de observación bajo el microscopio electrónico de barrido. Se buscaron las investigaciones publicadas en revistas indexadas en las bases de datos Medline (vía PubMed), Elsevier (vía ScienceDirect), SCielo, y el buscador Google Académico en el periodo 2009 a 2017. Para la búsqueda se utilizaron los términos MESH: EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid), citric acid, tetracycline, smear layer, erosion, erosion tooth, demineralized dentin matrix. Y en español los términos DeCS: capa de barro dentinario, ácido etilendiamino tetraacético, tetraciclina, ácido cítrico, erosión de los dientes.

Se empleó la estrategia **PICO**, así:

Población: dentina de dientes permanentes

Intervención: aplicación de ácido cítrico, EDTA y tetraciclina.

Comparación: remoción de barrillo, apertura de túbulos.

Desenlace: Desmineralización y erosión dentinaria.

5.4 Selección de estudios

Una vez identificados los estudios, dos autores de manera independiente revisaron el resumen y metodología de los artículos para seleccionar los que cumplieran con los criterios de inclusión. Las discrepancias fueron discutidas por los dos evaluadores, en caso de no alcanzarse el acuerdo, estos debían consultar y revisar el texto completo para determinar su inclusión o exclusión.

5.5 Extracción de datos

La extracción de datos se realizó por dos revisores de manera pareada e independiente; en la cual se obtuvieron las características de los estudios y los principales datos de los desenlaces, los cuales fueron consignados en una tabla.

6. RESULTADOS

Para la realización de este artículo, se consultaron distintos recursos electrónicos especializados: Medline (vía PubMed), Elsevier (vía ScienceDirect), SCielo, y Google Académico. En la búsqueda se utilizaron como descriptores, en inglés (MeSH): EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid), citric acid, tetracycline, smear layer, demineralized dentin matrix, erosion tooth (Tabla 1). En español (DeCS): capa de barro dentinario, erosión de los dientes, ácido etilendiamino tetraacético, tetraciclina, ácido cítrico (Tabla 2).

Tabla 1. Términos de búsqueda(MESH)

TÉRMINOS MESH
1. Erosion tooth
2. Demineralized dentin matrix
3. Smear layer
4. EDTA
5. Citric acid
6. Tetracycline

Tabla 2. Términos de búsqueda(DECS)

TÉRMINOS DECS
1. Erosión de los dientes
2. Capa de barro dentinario
3. Ácido etilendiamino tetraacético
4. Ácido cítrico
5. Tetraciclina

Los descriptores Mesh y Decs fueron relacionados en ecuaciones de búsqueda aplicando los criterios de filtro (Tabla 3).

Tabla 3. Criterios de filtros

CRITERIOS DE FILTROS	
1° FILTRO	AÑO 2009-2017, FREE, JOURNAL, IDIOMA
2° FILTRO	TÓPICO
3° FILTRO	TÍTULOS

Esta búsqueda se limitó a artículos publicados entre los años 2009 al 2017, con acceso a los resúmenes y textos completos gratuitos. En la tabla 4 y 5 se detallan los resultados de la búsqueda de acuerdo con el descriptor temático, la base de datos consultada, y el número de artículos obtenidos.

Tabla 4. Búsqueda de artículos por buscador con filtros

ECUACIONES DE BÚSQUEDA	BUSCADOR	TÉRMINOS MESH/DECS	1° FILTRO	2° FILTRO	3° FILTRO	
1	erosion tooth AND EDTA	PUBMED	erosion tooth AND EDTA	5	3	3
		SCIENCE DIRECT	erosion tooth AND EDTA	11	6	3
		SCIELO	EDTA y erosión de los dientes	1	1	1
		GOOGLE ACADÉMICO	EDTA y endodoncia y erosión de los dientes	934	309	80
SUBTOTALES erosion tooth AND EDTA			951	319	87	
2	erosion tooth AND citric acid	PUBMED	erosion tooth AND citric acid	58	53	3
		SCIENCE DIRECT	erosion tooth AND citric acid	16	6	4
		SCIELO	acido cítrico y erosión de los dientes	0	0	0
		GOOGLE ACADÉMICO	acido cítrico y endodoncia y erosión de los dientes	191	25	8
SUBTOTALES erosion tooth AND citric acid			265	84	15	
3	erosion tooth AND tetracycline	PUBMED	erosion tooth AND tetracycline	0	1	1
		SCIENCE DIRECT	erosion tooth AND tetracycline	7	0	0
		SCIELO		0	0	0
		GOOGLE ACADÉMICO	tetraciclina y endodoncia y erosión de los dientes	195	29	10
SUBTOTALES erosion tooth AND tetracycline			202	30	11	
4	demineralized dentin matrix AND EDTA	PUBMED	demineralized dentin matrix AND EDTA	0	0	0
		SCIENCE DIRECT	demineralized dentin matrix AND EDTA	12	6	2
		SCIELO				
		GOOGLE ACADÉMICO				
SUBTOTALES demineralized dentin matrix AND EDTA			12	6	2	
5	demineralized dentin matrix AND citric acid	PUBMED	demineralized dentin matrix AND citric acid	0	0	0
		SCIENCE DIRECT	demineralized dentin matrix AND citric acid	5	3	2
		SCIELO				
		GOOGLE ACADÉMICO				
SUBTOTALES demineralized dentin matrix AND citric acid			5	3	2	
6	demineralized dentin matrix AND tetracycline	PUBMED	demineralized dentin matrix AND tetracycline	0	0	0
		SCIENCE DIRECT	demineralized dentin matrix AND tetracycline	6	3	2
		SCIELO				
		GOOGLE ACADÉMICO				
SUBTOTALES demineralized dentin matrix AND tetracycline			6	3	2	
7	smear layer AND EDTA	PUBMED	smear layer AND EDTA	59	8	8
		SCIENCE DIRECT	smear layer AND EDTA	77	19	7
		SCIELO	EDTA y capa de barro dentinario	4	3	3
		GOOGLE ACADÉMICO	EDTA y endodoncia y capa de barro dentinario	640	30	18
SUBTOTALES smear layer AND EDTA			780	60	36	
8	smear layer AND citric acid	PUBMED	smear layer AND citric acid	20	7	7
		SCIENCE DIRECT	smear layer AND citric acid	21	11	6
		SCIELO	ácido cítrico y capa de barro dentinario	2	2	2
		GOOGLE ACADÉMICO	ácido cítrico y endodoncia y capa de barro dentinario	126	48	3
SUBTOTALES smear layer AND citric acid			169	68	18	
9	smear layer AND tetracycline	PUBMED	smear layer AND tetracycline	5	3	3
		SCIENCE DIRECT	smear layer AND tetracycline	20	6	1
		SCIELO	tetraciclina y capa de barro dentinario	0	0	0
		GOOGLE ACADÉMICO	tetraciclina y endodoncia y capa de barro dentinario	77	14	5
SUBTOTALES smear layer AND tetracycline			102	23	9	
			TOTALES	2492	596	182
				DUPLICADOS	103	
				BÚSQUEDA REFINADA	79	

Tabla 5. Consolidado - búsqueda de artículos con filtros

ECUACIONES DE BÚSQUEDA		1° FILTRO	2° FILTRO	3° FILTRO
1	SUBTOTALES erosion tooth AND EDTA	951	319	87
2	SUBTOTALES erosion tooth AND citric acid	265	84	15
3	SUBTOTALES erosion tooth AND tetracycline	202	30	11
4	SUBTOTALES demineralized dentin matrix AND EDTA	12	6	2
5	SUBTOTALES demineralized dentin matrix AND citric acid	5	3	2
6	SUBTOTALES demineralized dentin matrix AND tetracycline	6	3	2
7	SUBTOTALES smear layer AND EDTA	780	60	36
8	SUBTOTALES smear layer AND citric acid	169	68	18
9	SUBTOTALES smear layer AND tetracycline	102	23	9
		2492	596	182
			DUPLICADOS	103
			BÚSQUEDA REFINADA	79

Los artículos seleccionados están consignados en la tabla 6.

Tabla 6. Artículos incluidos en la revisión

Autor	Año	Población	Objetivo	Comparación	Resultado	Tipo de estudio
Germán González P, Maribel Liñán Fernández, Mónica Ortiz Villagómez, Guillermo Ortiz Villagómez, Alicia del Real López, Guadalupe Guerrero-Lara.	2009	65 dientes con conductos amplios y rectos.	Evaluar remoción de smear layer con EDTA al 17%(A), EDTA al 17% y cetrimida(B), y EDTA al 17% con surfactante(C)	Grupo 1 control: 5 muestras: irrigación con NaOCl al 5,25%. Grupo 2 con (A). Grupo 3: con (B). Grupo 4: con (C). Los grupos 2, 3 y 4 con 20 muestras cada uno.	NaOCl al 5,25% no removió smear layer. Acondicionador A y C: removieron parcialmente smear layer. Acondicionador B: eliminó el smear layer casi en su totalidad.	Experimental <i>in vitro</i>

Nahid Mohammadzadeh Akhlaghi, Elahe Behrooz,, and Mohammad Ali Saghiri, BS, MS,	2009	40 primeros molares maxilares con conductos mesiovestibulares curvos (30° -35), fueron divididos en 3 grupos exp. (n = 12) y un grupo control (n = 4).	Eficacia de MTAD, Glyde and EDTA en la remoción del smear layer producido en tercio apical de canales radiculares curvos	Grupo A (control); 5 ml de agua destilada, Grupo B; 1 ml de (EDTA) al 17 % durante 1 min, Grupo C; BioPure MTAD, (5 ml por 5 min) , y el grupo D; Glyde File Prep alternaban NaOCl cada dos limas.	MTAD y el EDTA 17 % eliminaron la capa de barrillo de tercios apicales. MTAD fue más eficaz que el EDTA. Glyde no debridó adecuadamente los conductos radiculares	Experimental <i>in vitro</i>
Pedro Alvarez Lloret, Purificación González Villafranca, Santiago González López	2010	Dentina radicular desprovista de esmalte, cemento y pulpa de 2 dientes.	Investigar las alteraciones en la composición de la dentina radicular, al aplicar 2 protocolos de irrigación EDTA, Ácido Cítrico, NaOCl	NaOCl al 5%, EDTA al 17%, ácido cítrico al 20% y clorhexidina al 2%. Las muestras se sumergieron en soluciones independientes, de NaOCl al 5 % y EDTA al 17%, tiempo aprox de 1 a 4 min y luego se procedió a tratamientos combinados con NaOCl + EDTA Ácido cítrico.	Alteraciones en la composición de dentina, pérdida en gran parte en su parte mineral y orgánica	Experimental <i>in vitro</i>
Lucas Amaral Fontanari, Shelon Cristina Souza Pintol, Rodrigo Cavassim, Rubens Spin-Neto, Eduardo de Paula Ishi, José Eduardo Cezar Sampaio	2011	70 dientes: 35 con superficie radicular expuesta al medio oral, profundidad de bolsa mayor a 4 mm y 35 impactados	Evaluar la capacidad de 3 acondicionadores : EDTA al 24 %, ácido cítrico al 1%, ácido cítrico al 25% y clorhidrato de tetraciclina para remover el barrillo	140 muestras Cada grupo tenía 10 especímenes.	EDTA al 24% y ácido cítrico al 25 % produjeron hiperdesmineralización; clorhidrato de tetraciclina a 50/ml y ácido cítrico 1% eliminaron mayor cantidad de barrillo que los otros dos acondicionadores.	Experimental <i>in vitro</i>
Amaral NG, Rezende ML, Hirata F, Rodrigues MG, Sant'ana AC, Gregghi SL, Passanezi E.	2011	50 fragmentos radiculares expuestos a enfermedad periodontal	Comparar 4 agentes desmineralizantes por su capacidad de remover el smear layer y abrir túbulos dentinarios	Grupo control: 10 especímenes en solución salina. Grupo 1: ácido cítrico Grupo 2: tetraciclina Grupo 3: EDTA. Grupo 4: ácido fosfórico al 37%, todos por 3 minutos	El ácido cítrico fue más efectivo seguido de tetraciclina-HCl, ácido fosfórico y EDTA	Experimental <i>in vitro</i>

Prado M, Gusman H, Gomes BP, Simão RA.	2 0 1 1	52 caninos maxilares unirradiculares	Comparar la efectividad del ácido fosfórico al 37% con la del EDTA al 17% y ácido cítrico al 10% en la eliminación de la capa de barrillo.	Se utilizó EDTA al 17%, 10% ácido cítrico, y 37% ácido fosfórico al 37% solución y gel, durante 30 segundos, 1 minuto y 3 minutos	Ningún agente eliminó la capa de barrillo a los 30 segundos. A 1 minuto el ácido fosfórico mostró mejores resultados que las otras. A los 3 minutos, todas funcionaron bien en el tercio medio y cervical, el ácido fosfórico mostró excelentes resultados incluso en el tercio apical.	Experimental <i>in vitro</i>
Maribel Liñán Fernández, Germán González Pérez, Mónica Ortiz Villagómez, Guillermo Ortiz Villagómez, Tatiana Dinorah Mondragón Báez, Guadalupe Guerrero Lara.	2 0 1 2	80 dientes recientemente extraídos y almacenados a temperatura ambiente en solución salina al 4%.	Estudiar el grado de erosión que provoca el EDTA sobre la dentina del conducto radicular.	Irrigación con NaOCl al 5,25%, Irrigación final: 3 ml de EDTA al 17% 1 minuto, seguido de 5 ml de NaOCl al 5,25% y 5 ml de agua destilada.	EDTA al 17% sobre la dentina radicular en el tercio medio: el 25% no presentó erosión, (25%) presentó erosión moderada y el 50% presentó erosión severa	Cuasi-experimental
Martinelli Sylvia, Strehl Adriana, Mesa Mariana.	2 0 1 2	40 dientes unirradiculares.	Evaluar Eficacia de soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. Seccionando los dientes en 3 tercios.	Grupo A: NaOCl (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 ácido cítrico al 25%, pH 1,4.	En tercio cervical el NaOCl y ácido cítrico al 10% y 25%, en tercio medio el ácido cítrico al 25% y EDTA al 17%, en tercio apical el ácido cítrico al 25% lograban la eliminación del barrillo.	Experimental <i>In vitro</i>
Daniel R. Herrera, Zarinat. Santos, Lidia Tay, Emmanuel J. Silva, Alessandro D. Loguercio, Brenda Gomes.	2 0 1 3	45 premolares unirradiculares inferiores extraídos por razón ortodóntica, con el ápice formado completamente	Evaluar la eficacia de los Irrigantes, Protocolos de activación en eliminación del barrillo con EDTA y ácido cítrico	Grupo control: EDTA al 17%; y ácido cítrico al 10%. Cada grupo se dividió en 3 subgrupos de acuerdo con el protocolo de activación utilizado: no activación (NA), activación dinámica manual(MDA), o activación sónica(SA).	No hubo diferencia significativa entre las sustancias ($p > 0,05$). la SA mostró los mejores resultados.	Experimental <i>in vitro</i>

<p>Tanuja Penmatsa, Satish Varma, Mythili, Killi Prabhakar Rao, Trinath Kishore, Hima Bindu</p>	<p>2 0 1 3</p>	<p>20 muestras de dentina de premolares sanos y 20 muestras de dentina de premolares con periodontitis avanzada, sin caries o restauraciones en raíces</p>	<p>Estudiar eficacia de remoción del smear layer, exposición y diámetro de túbulos dentinarios</p>	<p>8 grupos: 5 muestras cada grupo. 4 grupos con dientes sanos y 4 con dientes enfermos. Tratados con tetraciclina a varias concentraciones</p>	<p>La tetraciclina a 100 mg/ml fue más efectiva para remover el barrillo causando menor exposición de túbulos dentinarios.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Jiménez-Chaves Víctor, Labarta Alicia Beatriz, Gualtieri Ariel, Sierra Liliana Gloria</p>	<p>2 0 1 3</p>	<p>60 premolares inferiores.</p>	<p>Evaluar con Microscopio Electrónico de Barrido la remoción del barro dentinario utilizando ácido cítrico al 10% y RCPrep como irrigantes</p>	<p>La muestra se dividió en tres grupos, (n=20) cada uno. El grupo control se irrigó luego de cada cambio de instrumento con 5 ml de NaOCl al 5,25%. El grupo uno con ácido cítrico 10% y el grupo dos con RC Prep.</p>	<p>La irrigación única con NaOCl no eliminó la capa de barro dentinario. El ácido cítrico al 10% logró removerlo. Hubo erosión en algunas muestras del grupo uno. El RCPrep no se eliminó totalmente del interior del conducto. La remoción del barro realizada por el RC Prep fue inferior a la del ácido cítrico al 10%.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Ahmad Moghare Abed, Shirin Zahra Farhad, Alireza Farhad, Mehrdad Barekatin, Morvarid Mafi, and Mohammad Shah Abooie</p>	<p>2 0 1 3</p>	<p>12 terceros molares recién extraídos</p>	<p>comparar la eficacia de la eliminación de la capa de barrillo con ácido cítrico, hidrocloreuro de tetraciclina (TTC-HCL) y una mezcla de tetraciclina y ácido y detergente (MTAD).</p>	<p>Tres grupos fueron acondicionados con ácido cítrico al 3%, TTC-HCL 50 mg / ml y MTAD por medio de bolitas de algodón, que se cambiaron cada 30 s durante 3 minutos. El grupo de control fue acondicionado por agua destilada.</p>	<p>La media del diámetro de los túbulos dentinarios fue la mayor en el grupo con MTAD y la menor en el TTC-HCL, y esta diferencia fue estadísticamente significativa.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>ÖzgürGençFe, SadullahKaya, ÖzgürEr, and TayfunAlaçam.</p>	<p>2 0 1 4</p>	<p>23 dientes unirradiculares con canal recto, almacenados en solución salina</p>	<p>Evaluar eficacia de MTAD y ácido cítrico</p>	<p>Grupo 1: 10 raíces, 5,25% NaOCl por 3 minutos, MTAD por 1 minuto; Grupo2: 10 raíces 5,25% NaOCl por 3 minutos y 5ml 20% ácido cítrico por 1 minuto; Grupo 3 (Control): 3 raíces. NaOCl al 5,25% por 4 minutos</p>	<p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tercios coronal, medio y apicales de los grupos 1, 2 y 3. En el tercio coronal, hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos. Grupo control fue estadísticamente diferente de los otros grupos.</p>	<p>Experimental <i>In Vitro</i></p>

<p>Janet Guevara Canales, Mariane Floriano Lopes Santos, Rafael Morales Vadillo, Wanessa Botega Curcio, Celso Neiva Campos, Marcos Vinícius Queiróz de Paula, Karina Lopes Devito</p>	<p>2 0 1 4</p>	<p>30 dientes unirradiculares</p>	<p>Evaluar radiográfica te y microscópicamente la acción de quelantes en la remoción del barrillo.</p>	<p>- Grupo 1 (G1): EDTA al 17 %, pH 7,5. - Grupo 2 (G2): ácido cítrico al 10 %, pH neutro. - Grupo 3 (G3): NaOCl, Grupo control 5,25 %.</p>	<p>Radiográficamente no hubo diferencia significativa.</p> <p>En el tercio cervical la remoción del barro dentinario fue mayor.</p> <p>Al microscopio óptico se observó una mayor infiltración en el grupo de EDTA, seguido del grupo ácido cítrico</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>B Ahir, V Parekh, MK Katyayan, PA Katyayan</p>	<p>2 0 1 4</p>	<p>75 incisivos centrales superiores</p>	<p>Comparar la eficacia en la limpieza del barrillo con NaOCl, EDTA, ácido cítrico y clorhidrato de tetraciclina en tercio apical</p>	<p>Grupo 1: solución salina. Grupo 2: NaOCl al 2,5%. Grupo 3: EDTA al 17% + NaOCl al 2,5%. Grupo 4: ácido cítrico al 10% + NaOCl al 2,5%. Grupo 5: tetraciclina HCL al 10% + NaOCl al 2,5%. Cada grupo con 15 muestras.</p>	<p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las soluciones.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Valeria Pérez De Arce Carrasco, Pamela Rodríguez Olivares, Diego Echeverri Caballero</p>	<p>2 0 1 4</p>	<p>40 dientes unirradiculares, con raíz recta, formación apical completa, canal único</p>	<p>Evaluar la efectividad de la activación sónica y ultrasónica del (EDTA) al 10% para remover barrillo dentinario en el tercio apical y el grado de erosión producido sobre las paredes del canal radicular</p>	<p>4 grupos según protocolo de irrigación final: I: agua destilada estéril sin activación, II: EDTA 10% sin activación por 30 segundos, III: EDTA 10% activado sónicamente por 30 segundos y IV: EDTA 10% activado ultrasónicamente por 30 segundos.</p>	<p>La SA y ultrasónica del EDTA 10% no produjo una remoción de barrillo significativamente superior al compararlo con la irrigación convencional, pero sí hubo diferencias en cuanto a erosión, siendo menor con la SA.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i>.</p>
<p>Amarnath Sheno, Ahmaduddin, Nagesh Bolla, Sarath Raj, Pragna Mandava, Shruti Nayak</p>	<p>2 0 1 4</p>	<p>30 premolares inferiores unirradiculares</p>	<p>Evaluar el efecto de la solución de enjuague final en la remoción de la capa de barrillo a través de la penetrabilidad del sellador del conducto radicular.</p>	<p>Grupo I: se irrigó con EDTA al 17%, Grupo II con TUBLICID plus. Grupo III con Biopure MTAD®</p>	<p>La profundidad máxima de penetración del sellador se observó en el Grupo II, seguido por el Grupo III y el Grupo I</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>

Tugba Turk, Mehmet Emin Kaval and Bilge Hakan Şen	2 0 1 5	25 muestras de dientes unirradiculares extraídos por razones periodontales y protésicas.	Evaluar remoción del smear layer y capacidad de erosión de EDTA, ácido bórico (BA), ácido cítrico (CA) y Desy Clean (ácido sórbico, benzoato de sodio, ácido acético, agua) en paredes del conducto radicular.	Grupo 1: EDTA 5 % Grupo 2: BA al 5 %. Grupo 3: mezcla de BA al 5% y CA al 2,5 %. Grupo 4: CA al 2,5% Grupo 5: Desy Clean al 5%	La solución ácido cítrico al 2,5% fue la solución más eficaz en la eliminación del smear layer y la solución más erosiva. Desy Clean eliminó la capa de smear layer eficazmente y causó menos erosión.	Experi mental <i>in vitro</i>
Jaishree Garg, Rajkumar Maurya, Amitabh Srivastava	2 0 1 5	80 dientes unirradiculares con periodontitis severa, sin caries, restauraciones cervicales ni erosión	Evaluar alteraciones producidas por EDTA, ácido cítrico y tetraciclina en dentina	Grupo control: solución salina. Grupo 2: ácido cítrico. Grupo 3: tetraciclina. Grupo 4: EDTA al 15%	El porcentaje de túbulos abiertos fue mayor para el ácido cítrico, seguido del EDTA y tetraciclina. El diámetro del túbulo dentinario fue mayor para el ácido cítrico, seguido del EDTA y tetraciclina	Experi mental <i>in vitro</i>
Carlos Alberto Garza Rodríguez, Juan Ángel Zapata Garza, Fanny López Martínez, Patricia N. Olivares Ponce.	2 0 1 5	10 molares, de raíces palatinas rectas y de misma longitud	Efectividad en la eliminación de capa residual en el tercio apical de los conductos radiculares.	Muestra 1, NaOCl al 2,5%. Muestra 2, solución salina + EDTA al 17%. Muestra 3 solución salina + EDTA al 17% + EndoActivator. Muestra 4 EndoActivator. Muestra 5: Rc Prep+ EndoActivator. Se observaron en MEB en el tercio apical.	Se concluyó que la irrigación con NaOCl al 2,5% con o sin la activación del EndoActivator no fue suficiente en la eliminación de la capa residual del tercio apical sin la ayuda de un agente quelante.	Experi mental <i>in vitro</i>
Hernández Morelia Agreda Carolina, Jiménez Arias Liliana Coromoto, Hernández Morelia Del Pilar	2 0 1 5	113 premolares superiores e inferiores	Determinar la efectividad del EDTA al 17% y AC al 10% en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares	Grupo 1 N=30 NaOCl al 5.25% + EDTA al 17% Grupo 2: n=30 NaOCl al 5.25% + AC al 10% Grupo 3: (control positivo), n=5 NaOCl al 5.25%. grupo 4: (control negativo), n=5 solución fisiológica	EDTA fue más efectivo en la remoción del barrillo dentinario que el AC, el grupo de dientes irrigados con EDTA presentó menor cantidad de barrillo dentinario y mayor número de túbulos dentinarios abiertos en comparación con los dientes irrigados con AC, mostrando diferencias estadísticamente significativas	Experi mental <i>in vitro</i>

<p>Yogender Kumar, Jitendra Lohar, Sureka Bhat, Manisha Bhati, Aanesh Gandhi, and Abhishek Mehta</p>	<p>2016</p>	<p>65 dientes permanentes superiores recién extraídos sin caries fracturas o restauraciones</p>	<p>Evaluar desmineralización de dentina con EDTA, ácido cítrico y MTAD a diferentes intervalos de tiempo</p>	<p>Grupo 1: 20 dientes con EDTA al 17% Grupo 2: 20 dientes con ácido cítrico al 10%. Grupo 3: 20 dientes con MTAD. Grupo 4: control 5 dientes con solución salina</p>	<p>MTAD es una solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo y no altera significativamente la estructura de los túbulos de la dentina.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Aline Silva, Camilla Christian Gomes Moura, Jessica Afonso, Ferreira, Denildo de Magalhães, Paula Dechichi, Priscilla Barbosa Ferreira Soares</p>	<p>2016</p>	<p>96 incisivos mandibulares</p>	<p>Evaluar las modificaciones de la superficie radicular al aplicar EDTA en gel, ácido cítrico y tetraciclina y su influencia en la red de fibrina y fibroblastos</p>	<p>Grupo control, que no recibió ningún tratamiento; la creación de una capa de barrillo (fue el primer paso para todos los demás grupos), la dentina fue grabada con ácido cítrico al 30% con pH de 1,6 por 5 minutos, con EDTA gel al 24% con pH de 7 por 1 min; con tetraciclina disuelta en 2 ml de solución salina por 3 min; con tetraciclina gel con pH 1,8 durante 1 min. Las muestras se enjuagaron con solución salina</p>	<p>Ácido cítrico, EDTA y gel de tetraciclina causaron desmineralización adecuada sin eliminar completamente la capa de barrillo. La tetraciclina produjo grandes residuos de tetraciclina con varias áreas de desmineralización. La tetraciclina en gel y EDTA presentaron más fijación de fibroblastos.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Mensudar Rathakrishnan, Vridhachalam Ganapathy Sukumaran, Arunajatesan Subbiya</p>	<p>2016</p>	<p>30 segundos premolares inferiores recién extraídos con raíces rectas y anatomía del canal de tipo I.</p>	<p>Comparación de la eficacia de EDTA y agua super-oxidada (Oxum), como un enjuague final en la eliminación de la capa de barrillo y la erosión en relación con los tercios coronal, medio y apical de la dentina radicular utilizando el análisis de microscopio electrónico de barrido</p>	<p>Irrigación final (5 ml) de la siguiente manera: Grupo I- EDTA al 17%, Grupo II - OXUM, y el Grupo III - 0,9% de solución salina (control) durante un minuto. A continuación, los conductos radiculares finalmente fueron irrigados con 5 ml de agua destilada para eliminar cualquier precipitado.</p>	<p>Todos los grupos experimentales mostraron diferencias significativas entre tercio coronal, medio y apical para la eliminación de la capa de barrillo con valor de $p < 0,05$. Para la erosión, en el grupo II (Oxum) mostraron estadísticamente diferencia significativa entre coronal, medio y tercio apical y se mostró significativamente menor erosión de la dentina cuando se compara a EDTA.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>

<p>Baldasso Flávia Emi, Roletto Razera Luana Vinicius, Duval da Silva Renata Dornelles Morgenta L Patrícia Kopper Maria Poli</p>	<p>2 0 1 6</p>	<p>60 incisivos mandibulares</p>	<p>Evaluar el efecto de los protocolos de irrigación final sobre la reducción de la microdureza y la erosión de la dentina del conducto radicular</p>	<p>6 grupos (n = 10) según el irrigante utilizado: QMiX, EDTA al 17%, 10% ácido cítrico al 10%, 1% ácido peracético al 1%, 2.5% NaOCl (control de solución) y agua destilada (control negativo).</p>	<p>AC causó una erosión más extensa en los túbulos dentinarios, seguido de PA y EDTA. QMiX abrió los túbulos dentinarios, pero no causó la erosión de la dentina. QMiX y 17% de EDTA redujeron la microdureza de la dentina a mayor profundidad.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Miriam Zaccaro Scelza , Fernando de Noronha , Licinio Esmeraldo da Silva , Marcos Mauricio , Marco Antonio Gallito , Pantaleo Scelza</p>	<p>2 0 1 6</p>	<p>50 dientes de menores de 30 años, y mayores de 60</p>	<p>Evaluar el efecto del ácido cítrico al 10% y del EDTA al 17% sobre la morfología superficial de la dentina de raíz joven y vieja determinando el número y diámetro de los túbulos dentinarios mediante MEB</p>	<p>Las muestras se enjuagaron, secaron y se trataron durante 4 minutos con ácido cítrico al 10% o EDTA al 17%</p>	<p>El diámetro de los túbulos en la dentina de raíz envejecida fue mayor cuando se utilizó EDTA al 17% (P <0.05). No difirieron con el tratamiento con ácido cítrico al 10% (P > 0.05). El EDTA al 17% indujo una desmineralización significativa en dentina de raíz envejecida.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Sayesh Vemuri, Sreeha Kaluva Kolanu, Sujana Varri, Ravi Kumar Pabbati, Ramesh Penumaka, Nagesh Bolla</p>	<p>2 0 1 6</p>	<p>40 premolares mandibulares</p>	<p>Comparar la eficacia de eliminación de la capa de barrillo de diferentes soluciones de irrigación en el tercio apical del conducto radicular.</p>	<p>(Grupo 1, control negativo: solución salina), (Grupo 2 EDTA), (Grupo 3: BioPure MTAD) y (Grupo 4: QMiX 2 en 1)</p>	<p>Hubo diferencia estadísticamente significativa en la eficacia de eliminación de la capa de barrillo de los irrigantes probados. QMix 2 en 1 es más efectivo en comparación con los otros irrigantes</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Ruchi Singla, Swaty Jhamb, Amandeep Kaur, Ruchi Vashisht</p>	<p>2 0 1 7</p>	<p>120 incisivos mandibulares</p>	<p>Comparar la incidencia de defectos dentinarios durante la preparación del conducto radicular con limas manuales con diferentes irrigantes.</p>	<p>Se dividieron aleatoriamente en un grupo de control y 5 experimentales (n = 20). Los dientes se prepararon con limas K. Grupo 2: solución salina. grupos 3, 4, 5 y 6: NaOCL al 3%, SmearClear, EDTA al 17% y clorhexidina al 2%</p>	<p>Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los 6 grupos. El grupo 5 (17% EDTA) tuvo el mayor número de defectos dentinarios, seguido por el grupo 3 (3% NaOCl), el grupo 4 (SmearClear) y el grupo 6 (2% CHX).</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>

<p>Sherin Jose Chockattu, B. S. Deepak, K. Mallikarjun Goud</p>	<p>2 0 1 7</p>	<p>45 dientes mandibulares unirradiculares</p>	<p>Comparar la eficacia de los protocolos de irrigación (EDTA, ácido cítrico y etidronato) en la eliminación de Ca (OH) 2.</p>	<p>Los dientes fueron instrumentados y llenados con Ca (OH) 2. Después de 7 días de incubación, el Ca (OH) 2 se eliminó así: (Grupo-I: 17% de EDTA, Grupo-II: 10% de ácido cítrico y Grupo-III: 18% de etidronato)</p>	<p>El pH altamente alcalino de Ca (OH) 2 aumenta el pH del ácido cítrico hacia la neutralidad, donde se convierte en un quelante ineficiente; la alta acidez del etidronato compensa su quelación más débil. El etidronato puede no requerir una duración de 5 minutos para la eliminación de Ca (OH) 2 debido a la probabilidad de erosión de la dentina.</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>
<p>Praveen M, Aarthi G, Meenapriya PK, Kumar SS, Kumar NSM, Karunakaran JV</p>	<p>2 0 1 7</p>	<p>60 incisivos y caninos maxilares</p>	<p>Comparar la eficacia de eliminación de la capa de barrillo de quitosano al 2% (bajo peso molecular) (C-LMV), 4% de citrato de quitosano (CC) y 10% de ácido cítrico (AC) cuando se utiliza en protocolos de irrigación específicos.</p>	<p>Grupo 1 control positivo: NaOCl Grupo II control negativo: sol. salina Grupo III: quitosano al 2% Grupo IV: quitosano al 4% Grupo V: ácido cítrico al 10% Grupo VI: ácido acético al 10%</p>	<p>En general, el Grupo IV, V y III presentaron la menor cantidad de barrillo, detritus y erosión en los tercios apicales, medios y coronales</p>	<p>Experimental <i>in vitro</i></p>

Descripción de los estudios seleccionados:

En un estudio de 2009, González y cols. evaluaron remoción de smear layer con EDTA al 17%(A), EDTA al 17% y cetrimida(B), y EDTA al 17% con surfactante(C), en 65 dientes Grupo 1 control: 5 muestras: irrigación con NaOCl al 5,25%. Grupo 2 con (A). Grupo 3: con (B). Grupo 4: con (C). Los grupos 2, 3 y 4 con 20 muestras cada uno. Dando como resultados que el NaOCl al 5,25% no removió smear layer.

Acondicionador A y C: removieron parcialmente smear layer Acondicionador B: eliminó el smear layer casi en su totalidad.⁵⁸

En el estudio de Mohammadzadeh y cols. en 2009, se utilizaron 40 dientes con raíces curvas, divididos en 3 grupos experimentales y un grupo control, así: Grupo control: 5 ml de agua destilada, Grupo B; 1 ml de EDTA al 17 % durante 1 min, Grupo C; MTAD (5 ml por 5 min), y el grupo D; Glyde. Alternaban con NaOCl cada dos limas. El análisis estadístico de los datos mostró que MTAD y el 17 % de EDTA fueron eficaces en la eliminación de la capa de barrillo de los tercios apicales. MTAD fue más eficaz que el EDTA en la eliminación de la capa de barrillo. Glyde no debridó adecuadamente los conductos radiculares.⁵⁹

Alvarez y cols. en 2010 Investigaron las alteraciones en la composición de la dentina radicular, en muestras de 2 dientes. Utilizaron NaOCl al 5%, EDTA al 17%, ácido cítrico al 20% y clorhexidina al 2%. Las muestras se sumergieron en soluciones independientes, de NaOCl al 5 % y EDTA al 17%, tiempo aprox de 1 a 4 min y luego se procedió a tratamientos combinados con NaOCl + EDTA+ ácido cítrico. Se presentaron efectos marcados en dentina, manifestándose alteraciones de su composición observándose pérdida en gran parte en los diferentes componentes de la parte mineral y orgánica de la dentina. tomaron muestras de 2 dientes.⁶⁰

⁵⁸ GONZÁLEZ, Op., Cit., p. 220.

⁵⁹ MOHAMMADZADEH AKHLAGHI N, BEHROOZ E, SAGHIRI MA. Efficacy of MTAD, Glyde and EDTA in debridement of curved root canals. En: Iran Endod J. 2009. vol. 4, N°2, p.58-62.

⁶⁰ ÁLVAREZ L, GONZÁLEZ V, GONZÁLEZ L, RODRÍGUEZ N, SÁNCHEZ S. Efectos de los Diferentes Protocolos de Irrigación en la Composición de la Dentina Radicular. En: Revista de la sociedad española de mineralogía macla N° 13. septiembre 2010.

Fontanari y cols, en 2011, demostraron que al utilizar fragmentos dentales con la superficie radicular expuesta, se evaluaba la eficacia y la capacidad de los 3 acondicionadores: EDTA, ácido cítrico y tetraciclina, en diferentes concentraciones, los resultados obtenidos en ambos estudios determinaron que el EDTA al 24% y ácido cítrico al 25 % produjeron hiper-desmineralización y eliminación del smear layer y el ácido cítrico al 1% mostró ensanchamiento de los túbulos dentinarios y eliminación del barro dentinario, en comparación con los otros acondicionadores estudiados.⁶¹

Liñán M y cols. en 2012, recolectaron 80 dientes recientemente extraídos y almacenados a temperatura ambiente en solución salina al 4% para estudiar el grado de erosión que provoca el EDTA sobre la dentina del conducto radicular. La instrumentación se realizó mediante la técnica de fuerzas balanceadas coronopical con instrumentos manuales, irrigando entre cada instrumento con NaOCl al 5,25%. Como irrigación final recibieron 3 ml de EDTA al 17% durante 1 minuto, seguido de 5 ml de NaOCl al 5,25% y 5 ml de agua destilada. Se secó el conducto con puntas de papel. Se seccionó la raíz longitudinalmente y se observaron en el MEB. Los resultados encontrados al utilizar el EDTA al 17% sobre la dentina radicular en el tercio medio mostraron, que, del total de las 40 muestras, en 10

⁶¹ FONTANARI L, PINTO S, CAVASSI R, DE PAULA R, CEZAR S. Influence of Dental Exposure to Oral Environment on Smear Layer Removal and Collagen Exhibition after Using Different Conditioning Agents. En: Braz Dent J.2011. vol. 22. N°6, p. 479-485.

(25%), no se presentó erosión, otras 10 muestras (25%) presentaron erosión moderada y en 20 de las muestras (50%) se presentó erosión severa.⁶²

En el estudio de Martinelli y cols. 2012, utilizaron 40 dientes unirradiculares para evaluar eficacia de soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. Seccionando los dientes en 3 tercios (cervical, medio y apical). Se dividieron en 4 grupos experimentales 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 y Grupo E: ácido cítrico al 25%, pH 1,4. Los resultados que se obtuvieron a nivel del tercio cervical fueron la remoción de barro dentinario con hipoclorito de sodio y ácido cítrico al 10% y 25%, en tercio medio los resultados fueron obtenidos con el ácido cítrico al 25% y EDTA al 17% y en tercio apical el ácido cítrico al 25% lograba la eliminación del barrillo.⁶³

Herrera D. y cols. 2013, utilizaron 45 premolares inferiores unirradiculares extraídos por razón ortodóntica, se seleccionaron con el ápice formado para evaluar la eficacia de los diferentes irrigantes, los protocolos de activación en eliminación del smear layer del EDTA y ácido cítrico y aleatoriamente en tres grupos en función del agente quelante. (grupo de control); 17% de EDTA; y 10% ácido cítrico y cada grupo se dividió en tres subgrupos de acuerdo con el protocolo de activación utilizado: NA, MDA, o SA. El test de Kappa mostró una buena concordancia entre los

⁶² LINÁN F, PÉREZ G, VILLAGÓMEZ M, VILLAGÓMEZ G, BÁEZ T, LARA G. In vitro study of erosion caused by EDTA on root canal dentin. En: Revista Odontológica Mexicana. 2012. vol.16. N°1, p. 8-13.

⁶³ MARTINELLI, Op; Cit. p. 54.

observadores, con valores de 0,9 o superior. activaron las sustancias químicas auxiliares, ya sea por MDA o SA, no hubo diferencia significativa entre las sustancias ($p > 0,05$).⁶⁴

Özgür GençFe y col. 2014, en 23 dientes unirradiculares recién extraídos con un canal recto, almacenados en solución salina, evaluaron la eficacia de dos irrigantes: MTAD y ácido cítrico. Grupo 1: 10 raíces, NaOCl al 5,25% fue aplicado por 3 minutos de 5ml/min, 15ml en total y 5ml de MTAD fue usado por 1 minuto, grupo 2: se utilizaron 10 raíces 5.25% NaOCl se aplicó por 3 minutos (de 5ml/min, 15mL en total) y 5ml 20% se usó ácido cítrico por 1 minuto y el grupo 3 (Control): 3 raíces fueron usadas. NaOCl al 5.25% por 4 minutos 5ml/min, 20 ml en total) y tras la comparación de cada grupo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la capa de mancha en la pared de la dentina entre los tercios coronal, medio y apical de los Grupos 1, 2 y 3 ⁶⁵

En otro estudio, Garza y cols. en 2015, en 10 molares con raíces palatinas rectas y de misma longitud, evaluaron la efectividad en la eliminación de la capa residual en el tercio apical de los conductos radiculares. Muestra 1: NaOCl al 2,5%. Muestra 2: solución salina + EDTA al 17%. Muestra 3: solución salina +EDTA al 17% +EndoActivator. Muestra 4: EndoActivator. Muestra 5: Rc Prep+ EndoActivator, después de observar en MEB en el tercio apical, concluyeron que la irrigación con

⁶⁴ HERRERA D, SANTOS Z, TAY L, SILVA E, LOGUERCIO A, GOMES B. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. En: Microsc Res Tech. 2013. vol. 76. N°4, p. 364.

⁶⁵ ÖZGÜR S, ÖZGÜR E, TAYFUN A. Efficacy of Two Irrigants Used with Self-Adjusting File System on Smear Layer: A Scanning Electron Microscopy Study. En: International Scholarly Research Notices. 2014. vol. 2014, Article ID 289164, 5 pages,

NaOCl al 2,5% con o sin la activación del EndoActivator no fue suficiente en la eliminación de la capa residual del tercio apical y sin la ayuda de un agente quelante.⁶⁶

Silva A y cols. en 2016, Evaluaron en 96 incisivos mandibulares, las modificaciones de la superficie radicular al aplicar EDTA en gel, ácido cítrico y tetraciclina y su influencia en la red de fibrina y fibroblastos. Las muestras se dividieron al azar en 6 grupos: grupo de control, que no recibió ningún tratamiento; la creación de una capa de barrillo (fue el primer paso para todos los demás grupos), la dentina fue grabada con ácido cítrico al 30% con pH de 1,6 por 5 minutos, luego con EDTA gel al 24% con pH de 7 por 1 min; luego fue grabada por 3 min con una solución de tetraciclina disuelta en 2 ml de solución salina; se graba la dentina con tetraciclina gel con pH 1,8 durante 1 min. Todas las muestras se enjuagaron durante 1 min con 20 ml de solución salina. Los resultados que se obtuvieron con ácido cítrico, EDTA y gel de tetraciclina fueron: desmineralización sin eliminar completamente la capa de barrillo. La tetraciclina produjo grandes residuos de tetraciclina con varias áreas de desmineralización. La tetraciclina en gel y EDTA presentaron más fijación de fibroblastos.⁶⁷

⁶⁶ GARZA R, ZAPATA G, LÓPEZ M, OLIVARES P. Efectividad en la eliminación de capa residual en el tercio apical de los conductos radiculares. En: Revista Mexicana de Estomatología. 2015. vol. 2. N° 3, p. 5-6.

⁶⁷ SILVA A, MOURA C, FERREIRA J, MAGALHAES D, DECHICHI P, SOARES P. Biological Effects of a Root Conditioning Treatment on Periodontally Affected Teeth--An In Vitro Analysis. En: Braz Dent J. 2016. vol. 27, N°2, p.160-8.

Kumar y cols. 2016, y evaluaron en 65 dientes permanentes superiores recién extraídos sin caries, fracturas o restauraciones, la desmineralización de dentina con EDTA, ácido cítrico y una mezcla de doxiciclina, ácido cítrico y detergente (MTAD) a diferentes intervalos de tiempo, Grupo 1: 20 dientes con EDTA al 17%, Grupo 2: 20 dientes con ácido cítrico al 10%, Grupo 3: 20 dientes con MTAD, Grupo 4: control. La mezcla de doxiciclina, ácido cítrico, y un detergente es una solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo y no altera significativamente la estructura de los túbulos de la dentina.⁶⁸

MTAD es una sustancia biocompatible altamente eficiente con potencial eficiencia antibacteriana y representa un enfoque innovador para la eliminación simultánea de la capa de barrillo y la desinfección de los conductos radiculares. Es particularmente eficaz contra *E. faecalis* en infecciones refractarias del conducto radicular.

6.1 Evaluación de riesgo de sesgo

Se determinó que una parte de los estudios revisados presentaron alto riesgo de sesgo, ya que no se evidenció información acerca del método de generación de la secuencia, ocultamiento de la asignación, y las medidas utilizadas para cegar a los participantes y a los evaluadores.

⁶⁸ KUMAR, Op., Cit., p.46.

Tabla 7. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios.

AUTOR	TIPO DE ESTUDIO	CRITERIO DE RIESGO
González, Liñán, Ortiz Villagómez, Ortiz Villagómez, del Real López, Guerrero-Lara.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	ALTO
Nahid Mohammadzadeh Akhlaghi, Elahe Behrooz, Mohammad Ali Saghiri.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	BAJO
Álvarez, González Villafranca, González López	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	ALTO
Amaral Fontanari, Souza Pinto, Cavassim, Spin-Neto, de Paula Ishi, Sampaio	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	BAJO
Amaral NG, Rezende ML, Hirata F, Rodrigues MG, Sant'ana AC, Gregghi SL, Passanezi E.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	POCO CLARO
Prado M, Gusman H, Gomes BP, Simão RA.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	BAJO
Martinelli Sylvia, Strehl Adriana, Mesa Mariana.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	BAJO
Herrera, Zarinat. Santos, Lidia Tay, Silva, D. Loguercio, Gomes.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	POCO CLARO
Tanuja Penmatsa, Satish Varma, Mythili, Killi Prabhakar Rao, Trinath Kishore, Hima Bindu	EXPERIMENTAL <i>in vitro.</i>	BAJO
Jiménez-Chaves, Labarta, Galtieri, Sierra	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	ALTO
Ahmad Moghare Abed, Shirin Zahra Farhad, Alireza Farhad, Mehrdad Barekatin, Morvarid Mafi,	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	ALTO
ÖzgürGençFe, SadullahKaya, ÖzgürEr, and TayfunAlaçam.	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	POCO CLARO

Guevara, Lopes Santos, Morales Vadillo, Botega Curcio. Neiva Campos, Queiróz de Paula, Lopes Devito	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	ALTO
B Ahir, V Parekh, MK Katyayan, PA Katyayan	EXPERIMENTAL <i>in vitro</i>	BAJO
Pérez De Arce Carrasco, Rodríguez Olivares, Echeverri Caballero	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO
Jaishree Garg, Rajkumar Maurya, Amitabh Srivastava	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	POCO CLARO
Amarnath Sheno, Ahmaduddin, Nagesh Bolla, Sarath Raj, Pragna Mandava, Shruti Nayak	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO
Tugba Turk, Mehmet Emin Kaval and Bilge Hakan Şen	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	POCO CLARO
Hernández Morelia Agreda, Jiménez Arias Liliana, Hernández Morelia Del Pilar	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO
Garza Rodríguez, Zapata Garza, López Martínez, Olivares Ponce	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	ALTO
Hernández, Jiménez Arias, Hernández	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	ALTO
Yogender Kumar, Jitendra Lohar, Sureka Bhat, Manisha Bhati, Aanesh Gandhi, and Abhishek Mehta	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO
Silva, Christian Gomes Moura, Afonso, Ferreira, de Magalhães, Dechichi, Barbosa Ferreira Soares	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO
Mensudar Rathakrishnan, Vridhachalam Ganapathy Sukumaran , Arunajatesan Subbiya	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	POCO CLARO
Zaccaro Scelzal, de Noronha , da Silva , Marcos Maurício , Gallito , Scelza	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO
Sayesh Vemuri, Sreeha Kaluva Kolanu, Sujana Varri, Ravi Kumar Pabbati, Ramesh Penumaka, Nagesh Bolla	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	POCO CLARO
Ruchi Singla, Swaty Jhamb, Amandeep Kaur, Ruchi Vashisht	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	POCO CLARO

Sherin Jose Chockattu, B. S. Deepak, K. Mallikarjun Goud	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	ALTO
Praveen M, Aarthi G, Meenapriya PK, Kumar SS, Kumar NSM, Karunakaran JV	EXPERIMENTAL <i>In vitro</i>	BAJO

7. DISCUSIÓN

Para proveer una evaluación consistente de los estudios con los cambios histomorfométricos en dentina con el uso de agentes biomodificadores, se seleccionaron 30 publicaciones de 79 artículos revisados que cumplieron los criterios de inclusión.

Este gran número de estudios no incluidos, se podría considerar como una ventaja para realizar un mejor análisis, porque se eliminan estudios con conclusiones inconsistentes, lo cual es una condición para la generación de conocimiento y para avanzar en la investigación.

En esta revisión sistemática, el sesgo de publicación es difícil de estimar, considerando el número tan reducido de publicaciones que lo componen. Cuando el número de estudios comprendidos en el análisis es pequeño, se debe tener cuidado con la interpretación de resultados que no sean significativos.⁶⁹

Un irrigante ideal es capaz de desinfectar el canal y eliminar la capa de barrillo de los túbulos dentinarios. Ningún irrigante por sí solo logra tales objetivos, por lo que se utilizan agentes quelantes como el EDTA, en canales calcificados y estrechos con pocos efectos en los tejidos periapicales; y ácidos orgánicos tales como ácido cítrico. Concentraciones que oscilan desde 1% hasta 50% han sido investigadas.

⁶⁹ GARCÍA H, CUARTAS M, CASTAÑO A, LLANO E. Revisión sistemática del efecto del ácido fosfórico usado en resinas compuestas sobre la desmineralización dentinal. En: Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2009. vol. 16, N° 1 y 2.

Tidmarsh y cols. informaron que la irrigación con ácido cítrico al 50% fue eficaz en la eliminación de esta capa.

Wayman y cols. demostraron que el uso de NaOCl al 2,5% y ácido cítrico al 10% fueron eficaces en la eliminación de la capa de barrillo. Recientemente, Torabinejad y cols. evaluaron una mezcla de un isómero de tetraciclina, un ácido y un detergente (MTAD) para la eliminación de la capa de barrillo y desinfección del canal. El MTAD es un agente eficaz como irrigante final para eliminar la capa de barrillo y clínicamente, el resultado muestra que posee propiedades antibacterianas.⁷⁰

En la presente revisión, Fontanari y cols. determinaron que el EDTA al 24% y ácido cítrico al 25 % produjeron hiper-desmineralización y eliminación del smear layer; y el ácido cítrico al 1% mostró ensanchamiento de los túbulos dentinarios y eliminación del barro dentinario,⁷¹ mientras que en el estudio de Mohammadzadeh y cols. demostraron que el MTAD fue más eficaz que el EDTA en la eliminación de la capa de smear layer.⁷²

González y cols. determinaron que el EDTA al 17% con cetrimida eliminó el smear layer casi en su totalidad, mientras que Martinelli y cols. demostraron que el ácido cítrico al 25% y EDTA al 17% en el tercio apical lograban la eliminación del barrillo.⁷³

Silva y cols. demostraron desmineralización sin eliminación total del smear layer cuando se utilizó EDTA en gel, ácido cítrico y tetraciclina a diferentes tiempos y pH,

⁷⁰ KUMAR, Op., Cit., p. 48.

⁷¹ FONTANARI, Op., Cit., p. 482

⁷² MOHAMMADZADEH. Op., Cit., p. 60.

⁷³ GONZÁLEZ Op., Cit., p. 220.

⁷⁴ mientras que Kumar y cols. demostraron que la mezcla de doxiciclina, ácido cítrico, y un detergente es una solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo y no cambia significativamente la estructura de los túbulos de la dentina.⁷⁵

En el estudio de Penmatsa compararon varias concentraciones de tetraciclina, demostrando que la tetraciclina a 100 mg/ml fue más efectiva para remover el barrillo causando menor exposición de túbulos dentinarios.⁷⁶ Mientras que en el estudio de Amaral el AC fue más efectivo seguido de TC -HCl, ácido fosfórico y EDTA.

Las principales limitaciones de esta revisión son:

- Falta de artículos que tuvieran las mismas variables para poderlas comparar estadísticamente.
- Falta de especificación sobre el patrón de erosión de cada una de las muestras.
- Falta de datos más específicos en algunos artículos con respecto a variables que se pretendían estudiar (pH, entre otros).
- Falta de datos estadísticos de algunos artículos que tenían la posibilidad de ser incluidos en la revisión.
- Solo se incluyeron artículos en español e inglés.

El tiempo de aplicación, así como la concentración del agente biomodificador son de suma importancia, pero no se puede concluir respecto a su pH.

⁷⁴ SILVA. Op., Cit., p.164

⁷⁵ KUMAR, Op., Cit., p. 48

⁷⁶ PENMATS T, VARMA S., MYTHILI, PRABHAKAR K, KISHORE T, BINDU H. Effect of various concentrations of tetracycline hydrochloride En: J Pharm Bioallied Sci. June 2013. vol. 5. N° 1, p. S48–S53

Se sugiere, entonces, que, a mayor tiempo de aplicación de los agentes, se presenta mayor número de cambios en la superficie de la dentina, los cuales van a estar determinados por la concentración y las condiciones previas de las muestras.

Los resultados de una revisión sistemática de la literatura acerca de investigaciones *in vitro* deben extrapolarse a la clínica con precaución. Se enfrentan varias dificultades al desarrollar estudios de este tipo. Por una parte, son muchas las variables a considerar dentro del diseño metodológico que pueden afectar de manera significativa los resultados observados (variaciones anatómicas de los dientes seleccionados, tiempo de aplicación, concentración de agentes, los diferentes métodos de procesamiento *in vitro*), las cuales pueden generar condiciones diferentes de las mismas al inicio de los estudios, y por ello los resultados obtenidos se deban a esas condiciones, pero varios estudios presentan metodologías semejantes, los cuales pueden tener más estandarización de datos para comparar los resultados finales.

Se debe considerar además que al estudiar una superficie con gran magnificación: microscopio electrónico de barrido (MEB) es posible obtener diferentes observaciones sobre el mismo campo de observación lo que puede llevar a diferentes interpretaciones de los resultados.

Con respecto al alto riesgo de sesgo que se evidenció en algunos artículos, puede inferirse que es por la falta de información de los métodos de generación de la secuencia, ocultamiento de la asignación, las medidas utilizadas para cegar a los participantes y a los evaluadores. Ello no supone que las investigaciones carezcan

del rigor metodológico requerido, sino, que las razones pueden ser, entre otras: que los autores hayan considerado poco importante el expresarlos dentro del texto, o que por razones de publicación y/o edición hayan sido excluidos.

8. CONCLUSIONES

Los cambios que se presentan en la dentina al utilizar biomodificadores radiculares dependen del tiempo de aplicación y la concentración de los mismos.

No se puede concluir respecto al pH. debido a los pocos datos disponibles.

Un agente biomodificador no remueve el barrillo dentinario por sí solo, así que se emplean combinaciones para lograr los resultados esperados.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante más utilizado durante la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares.

El MTAD es un irrigante prometedor del conducto radicular, pero aún se requieren estudios clínicos adicionales para establecerlo como un irrigante ideal.

A pesar de que las soluciones de EDTA y ácido cítrico son eficaces para la eliminación de la capa de barrillo, ambas soluciones causan erosión de la dentina peritubular e intertubular y reducen la microdureza de la dentina. Además, la irrigación con NaOCl después de EDTA aumenta el efecto de erosión dentinaria. Debido a estos efectos adversos, los estudios se centran en nuevas soluciones de irrigación. Sin embargo, aún no se ha encontrado una solución ideal que pueda eliminar la capa de barrillo sin causar erosión en las paredes de la dentina del conducto radicular.

9. RECOMENDACIONES

No hay consenso respecto al volumen óptimo, tiempo de aplicación o método de activación del irrigante por lo que se insta a seguir investigando para determinar los ideales y estandarizar los protocolos de irrigación.

Generalmente los efectos de irrigantes en el conducto radicular son evaluados en su mayoría en condiciones *in vitro*, por lo tanto, se debe llevar a cabo una mayor investigación para imitar la condición clínica de la dentina.

10. REFERENCIAS

- AGREDA M, JIMÉNEZ L, HERNÁNDEZ M, OSTOS J. Efectividad del ácido etilendiaminotetraacético y ácido cítrico en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares. En: Odous Científica. 2015. vol.16 N° 2, p.18-30.
- AHIR B, PAREKH V, KATYAYAN M K, KATYAYAN P A. Smear layer removal efficacy of different irrigating solutions: A comparative scanning electron microscope evaluation. En: Indian J Dent Res 2014. vol. 25, p. 617-22.
- AL SHEHADAT S. Smear layer in endodontics: Role and management. En: Journal of Clinical and Oral Health. 2017. vol: 1. N° 1.
- ÁLVAREZ L, GONZÁLEZ VP, GONZÁLEZ LS, RODRÍGUEZ NA, SÁNCHEZ SP. Efectos de los Diferentes Protocolos de Irrigación en la Composición de la Dentina Radicular. En: Revista de la sociedad española de mineralogía macla. septiembre 2010. N° 13.
- AMARAL NG, REZENDE ML, HIRATA F, RODRIGUES MG, SANT'ANA AC, GREGHI SL, Y COL. Comparison among four commonly used demineralizing agents for root conditioning: a scanning electron microscopy. En: J Appl Oral Sci. 2011. vol. 19. N°5, p. 469-75.
- AMARNATH S, AHMADUDDIN, NAGESH B, SARATH, PRAGNA M, SHRUTI N. Effect of final irrigating solution on smear layer removal and penetrability of the root canal sealer. En: Journal of Conservative Dentistry. 2014. vol. 17 N°1, p. 40-44.
- AVENDAÑO V. Acondicionamiento radicular en humanos. Evaluación Clínica. Clorhidrato de tetraciclina Vs. ácido cítrico. Octubre, 1996. Tesis. Universidad de Nuevo León. Dirección General de Bibliotecas.
- BABAJI P, JAGTAP K, LAU H, BANSAL N, THAJURAJ S, SONDHI P. Comparative evaluation of antimicrobial effect of herbal root canal irrigants (Morinda citrifolia, Azadirachta indica, Aloe vera) with sodium hypochlorite: An in vitro study. En: J Int Soc Prev Community Dent. May-June 2016. vol. 6. N° 3, p. 196–199.
- BAJAJ A, KUMAR K, KUMAR R, MOHAN R, CHOWDHARY Z, TRIPATHI R. Comparative evaluation of efficacy of three treatment modalities – tetracycline fibers, scaling and root planing, and combination therapy: A clinical study. En: J Indian Soc Periodontol. November-December 2016. vol. 20 N°6, p. 608–613.
- BIEDMA BM, CASTELO BP, OTERO RE, RUIZ PM, BLANCO CA. La endodoncia en los pacientes mayores. En: Avances en Odontoestomatología. 2015. vol. 31, p.149-59.

CHARU T, VIVEK G, VANDANA A, AJITA M. Comparative in vitro SEM study of a novel root canal irrigant-MTAD and conventional root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: Journal of Indian Society of Periodontology. May-June 2015. vol. 9, N°3.

CHOCKATTU S, DEEPAK B, MALLIKARJUN K. Comparison of efficiency of ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid, and etidronate in the removal of calcium hydroxide intracanal medicament using scanning electron microscopic analysis: An in-vitro study. En: J Conserv Dent. vol. 20. N° 1, p. 6-11.

COHEN S, BURNS RC. Pathways of the Pulp, 9th ed. St. Louis: Mosby; 2006.

CZONSTKOWSKY M., WILSON EG., HOLSTEIN FA. The smear layer in endodontics. En: Dent Clin North Am. 1990. vol. 34. N° 1, p.13-25.

DEMMERS, M; BRODEUR, JM y MOUTON, C. et al. A multivariate model to predict caries increment in Montreal children aged five years. En: Community Dent Health. Abril 1992. vol. 9. N° 2, p. 273-81.

EMPARRANZA J, URRETA I. Revisión sistemática y meta-análisis. En: Anales de pediatría continuada. Noviembre - diciembre 2005. vol. 3. N° 6.

FONTANARI A, PINTO S, CAVASSI R., DE PAULA R., CEZAR S. Influence of Dental Exposure to Oral Environment on Smear Layer Removal and Collagen Exhibition after Using Different Conditioning Agents. En: Braz Dent J. 2011. vol. 22 N°6, p. 479-485.

GARCÍA D. Uso del Ácido EtilendiaminoTetraacético (EDTA) en la Terapia Endodóntica. Universidad Central de Venezuela. 1997.

GARCÍA H, CUARTAS M, CASTAÑO A, LLANO E. Revisión sistemática del efecto del ácido fosfórico usado en resinas compuestas sobre la desmineralización dentinal. En: Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2009. vol. 16. N°1 y 2.

GARCÍA-ÁLVAREZ L. OTEO J. Efectos no antimicrobianos de las tetraciclinas. En: Rev Esp Quimioter 2010. vol. 23. N°1, p. 4-11.

GARG J, MAURYA R, GUPTA A, TANDON P, GUPTA KK, SRIVASTAVA A. An in vitro scanning electron microscope study to evaluate the efficacy of various root conditioning agents. En: J Indian Soc Periodontol. 2015. vol. 19. N°5, p. 520-4.

GARZA RC, ZAPATA GJ, LÓPEZ MF, OLIVARES PP. Efectividad en la eliminación de capa residual en el tercio apical de los conductos radiculares. En: Revista Mexicana de Estomatología 2015. vol. 2. N°3, p. 5-6.

GAURAV S, POOJA K, ASIT V. A Comparative SEM Investigation of Smear Layer Remaining on Dentinal Walls by Three Rotary NiTi Files with Different

Cross-Sectional Designs in Moderately Curved Canals. En: J Clin Diag Res. March 2015. vol. 9. N°3, p. 43-47.

GEORGE R, KUMAR S, RAMAKRISHNA T, EMMADI P, N AMBALAVANAN ABBASALI KHADEMI, MASOUD SAATCHI, MOHAMMAD MEHDI SHOKOUHI, BADRI BAGHAEIC. Effects of tetracycline-containing gel and a mixture of tetracycline and citric acid-containing gel on non-surgical periodontal therapy. En: Indian J Dent Res. 2013. vol. 24. N° 1, p. 52-59.

GÓMEZ M, CAMPOS M. Histología y Embriología bucodental. 2° edición. Madrid: Ed. Panamericana 2002.

GONZÁLEZ P, LIÑÁN F, ORTÍZ V, ORTIZ V, DEL REAL LA, GUERRERO L. Estudio comparativo in vitro de tres acondicionadores de dentina para evaluar apertura de los túbulos dentinarios en conductos radiculares. En: Revista Odontológica Mexicana. 2009. vol. 13. N°4, p. 217 - 23.

GUEVARA C, LOPES S, MORALES V, BOTEGA C, NEIVA C, QUEIRÓZ V. Evaluación radiográfica y microscópica de la acción de quelantes en la remoción del barro dentinario. En: Revista Cubana de Estomatología. 2014. vol. 51. N°2, p.156-68.

GUO X, MIAO H, LI L, ZHANG S, ZHOU D, LU Y. Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60 degrees C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal. En: BMC Oral Health. 2014. vol. 14. N° 114.

HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y. Irrigation in endodontics. En: Dent Clin North Am. April 2010. vol. 54. N° 2, p. 291-312.

HEGDE R, BAPNA K. Comparison of removal of endodontic smear layer using ethylene glycol bis (beta-amino ethyl ether)-N, N, N', N'-tetraacetic acid and citric acid in primary teeth: A scanning electron microscopic study. En: Contemp Clin Dent. April-june 2016. vol. 7. N° 2, p. 216–220.

HERRERA D, SANTOS Z, TAY L, SILVA, LOGUERCIO A, GOMES B. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. En: Microsc Res Tech. 2013. vol. 76. N°4, p. 364-9.

HÜLSMANN M. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. En: J. Endodon Pract. Edición en español. 1998. vol. 4. N° 1, p. 15-29.

INGLE J. Endodontics, 3rd ed. Philadelphia, PA, USA: Lea and Febiger; 1995. p. 178-80.

JAISHREE G., RAJKUMAR M., ANKUR G., PRADEEP T. KRISHNA KUMAR G., AMITABH S. An in vitro scanning electron microscope study to evaluate the efficacy of various root conditioning agents. En: J Indian Soc Periodontol. September-October 2015. vol. 19. N° 5, p. 520–524.

JAJU S, JAJU P. Newer root canal irrigants in horizon: a review. En: Int J Dent. 2011. p.1-9.

JIMÉNEZ-CHAVES V, LABARTA A, GUALTIERI A, SIERRA L. Evaluación de la remoción del barro dentinario al utilizar ácido cítrico al 10% y Rc- Prep como soluciones irrigantes. Estudio con microscopio electrónico de barrido. En: Rev. Cient. Odontol. Enero - junio 2013. vol. 9. N° 1.

JOSHI M, JOSHI N, KATHARIYA R, ANGADI P, RAIKAR S. Techniques to Evaluate Dental Erosion: A Systematic Review of Literature. En: J Clin Diagn Res. October 2016. vol: 10. N°10, p. ZE01-ZE07.

KALLURU R, KUMAR N, AHMED S, SATHISH E, JAYAPRAKASH T, GARLAPATI R, Y COL. Comparative Evaluation of the Effect of EDTA, EDTAC, NaOCl and MTAD on Microhardness of Human Dentin - An In-vitro Study. En: J Clin Diagn Res. 2014. vol. 8. N°4, p. ZC39-41.

KANDASWAMY D., VENKATESHBABU N. Root canal irrigants. En: J Conserv Dent. 2010. vol: 13. N° 4, p. 256-64.

KHADEMI A, SAATCHI M, MEHDI M, BAGHAEI B. Scanning Electron Microscopic Evaluation of Residual Smear Layer Following Preparation of Curved Root Canals Using Hand Instrumentation or Two Engine-Driven Systems. En: Iran Endod J. Fall 2015. vol. 10. N° 4, p.236–239.

KUMAR Y, LOHAR J, BHAT S, BHATI M, GANDHI A, MEHTA A. Comparative evaluation of demineralization of radicular dentin with 17% ethylenediaminetetraacetic acid, 10% citric acid, and MTAD at different time intervals: An in vitro study. En: J Int Soc Prev Community Dent. 2016. vol. 6. N°1, p. 44-8.

LINÁN M, PÉREZ G, VILLAGÓMEZ M, VILLAGÓMEZ G, BÁEZ T, LARA G. In vitro study of erosion caused by EDTA on root canal dentin. En: Revista Odontológica Mexicana. 2012. vol.16. N°1, p. 8-13.

MARTINELLI S, STREHL A, MESA M. Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. En: Odontoestomatología. 2012. vol. 14. N°19, p. 52-63.

MOGHARE A, ZAHRA S, FARHAD A, BAREKATAIN M, MAFI M, SHAH M. Debris and smear layer removal efficacy and changes in morphology of dentinal tubules after using citric acid, tetracycline-hydrochloride and mixture of tetracycline and acid and detergent. En: Dent Res J. March-April 2013. vol. 10 N° 2, p. 232–237.

MOHAMMADI Z, SHALAVI S, JAFARZADEH H. Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. En: Eur J Dent. September 2013. vol. 7. N° 1, p. S135-42.

MOHAMMADZADEH AKHLAGHI N, BEHROOZ E, SAGHIRI MA. Efficacy of MTAD, Glyde and EDTA in debridement of curved root canals. En: Iran Endod J. 2009. vol. 4. N° 2, p. 58-62.

ÖZGÜR S, ÖZGÜR E, TAYFUN A. Efficacy of Two Irrigants Used with Self-Adjusting File System on Smear Layer: A Scanning Electron Microscopy Study," En: International Scholarly Research Notices. 2014. p. 1-6

PENMATSA T, VARMA S., MYTHILI, PRABHAKAR K, KISHORE T, BINDU H. Effect of various concentrations of tetracycline hydrochloride demineralization on root dentin surface: A scanning electron microscopic study. En: J Pharm Bioallied Sci. June 2013. vol. 5. N° 1, p. S48–S53.

PÉREZ V, RODRÍGUEZ P, ECHEVERRI D. Sonic Versus Ultrasonic Activation of 10% EDTA for Smear Layer Removal in the Root Canal Apical Third. En: Int. J. Odontostomat. 2014. vol. 8. N° 1, p.153-159.

PLOTINO G, CORTESE T, GRANDE N, LEONARDI D, DI GIORGIO G, TESTARELLI L, GAMBARINI G. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. En: Braz Dent J. January-February 2016. vol. 27. N° 1, p. 3-8.

POONAM K, UMA PATIL M., KAPIL G., SHEELA N. Comparative evaluation of a new endodontic irrigant- mixture of a tetracycline isomer, an acid, and a detergent to remove intracanal smear layer: A scanning electron microscopic study. En: Journal of International Oral Health. 2015. vol. 7. N° 4, p. 1-6.

PRADO M, GUSMAN H, GOMES B, SIMÃO R. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. En: J Endod. February 2011. vol. 37 N° 2, p. 255-8.

PRAVEEN M, AARTHI G, MEENAPRIYA P, KUMAR S, KUMAR N, KARUNAKARAN J. A Comparative Evaluation of Intraradicular Smear Removal Efficacy of 2% Chitosan (Low Molecular Weight), 4% Chitosan Citrate, and 10% Citric Acid when Used as Final Rinse in Irrigation Protocols: A Field Emission Scanning Electron Microscopic Study. En: J Pharm Bioallied Sci. 2017. vol. 9. N°1, p. S73-S78.

RATHAKRISHNAN M, SUKUMARAN V, SUBBIYA A. To Evaluate the Efficacy of an Innovative Irrigant on Smear Layer Removal – Sem Analysis. En: Journal of Clinical and Diagnostic Research. April 2016. vol 10. N°4, p. ZC104-ZC106.

RUIZ M, NEGRETE C, TRESPALACIO R, ALVEAR J. Efecto antimicrobiano del compuesto a base de metronidazol, ciprofloxacina y doxiciclina contra el enterococcus faecalis. 2011

SEGURA E, LLAMAS C, JIMÉNEZ P. Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. En: Endodoncia 1997. vol. 15. N°2, p. 90-97.

SILVA A, MOURA C, FERREIRA J, MAGALHAES D, DECHICHI P, SOARES PB. Biological Effects of a Root Conditioning Treatment on Periodontally Affected Teeth-An In Vitro Analysis. En: Braz Dent J. 2016. vol. 27. N°2, p.160-8.

SINGLA R, JHAMB S, KAUR A, VASHISHT R. Incidence of dentinal defects during root canal preparation with hand files using different irrigants: An in vitro study. En: J Conserv Dent. November – december 2017. vol. 20. N° 6, p. 459–462.

SRIKUMAR G, SEKHAR K, NISCHITH K. Mixture tetracycline citric acid and detergent - A root canal irrigant: A review. En J Oral Biol Craniofac Res. January-april 2013. vol. 3. N°1, p. 31-5.

TANDON C, GOVILA V, PANT VA, MEENAWAT A. Comparative in vitro SEM study of a novel root canal irrigant-MTAD and conventional root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: J Indian Soc Periodontol. 2015. vol. 19. N°3, p 268-72.

TORABINEJAD M., HANDYSIDES R., KHADEMI AA., BAKLAND LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. En: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002. vol. 94. N° 6, p. 658-66

TURK T, KAVAL M, SEN B. Evaluation of the smear layer removal and erosive capacity of EDTA, boric acid, citric acid and desy clean solutions: an in vitro study. En: BMC Oral Health. 2015. vol. 15. N°104.

VEMURI S, KOLANU S, VARRI S, PABBATI R, PENUMAKA R, BOLLA N. Effect of different final irrigating solutions on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. En: J Conserv Dent. 2016. vol.19 N°1, p. 87-90.

VICENTE D, PÉREZ- TRALLERO E. Tetraciclínas, sulfamidas y metronidazol. En: Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Febrero 2010. vol. 28. N° 2, p.122-130.

VIOLICH D, CHANDLER N. The smear layer in endodontics - a review. En: Int Endod J. January 2010. vol. 43. N°1, p. 2-15.

YAMAGUCHI M, YOSHIDA K, SUZUKI R, NAKAMURA H. Root canal irrigation with citric acid solution. En: J Endod. 1996. vol. 22. N°1, p. 27-29.

YING GU, WALKER C, RYAN M, PAYNE J, GOLUB L. Non-antibacterial tetracycline formulations: clinical applications in dentistry and medicine. En: J Oral Microbiol. 2012. vol. 4. N°10, p. 1-14.

ZACCARO M, DE NORONHA F, DA SILVA L, MARCOS M, GALLITO M, SCELZAA P. Effect of Citric Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Surface Morphology of Young and Old Root Dentin. En: Iran Endod J. 2016. vol.11. N°3, p.188-191.

ZIA A, ANDRABI S, BEY A, KUMAR A, FATIMA Z. Endodontic irrigant as a root conditioning agent: An in vitro scanning electron microscopic study evaluating the ability of MTAD to remove smear layer from periodontally affected root surfaces. En: Singapore Dent J. 2014. vol. 35, p. 47-52.