

**DETERMINACIÓN DE LOS CAMBIOS EN DENTINA ANTE SOLUCIONES
IRRIGANTES.**

REVISIÓN SISTEMÁTICA

**LINA MARÍA MORALES MORENO
TULIO ORTEGA BARBOZA**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

2020

**DETERMINACIÓN DE LOS CAMBIOS EN DENTINA ANTE SOLUCIONES
IRRIGANTES**

REVISIÓN SISTEMÁTICA

INVESTIGADOR PRINCIPAL

STELLA PUPO MARRUGO

Odontóloga, Especialista en Endodoncia, Universidad de Cartagena

Docente Facultad de Odontología Universidad de Cartagena

Miembro del grupo de investigación GITOUC

CO-INVESTIGADORES

LINA MARÍA MORALES MORENO

Estudiante de pregrado de Odontología

TULIO ORTEGA BARBOZA

Estudiante de pregrado de Odontología

ASESOR METODOLÓGICO

JOSE MARIA BUSTILLO ARRIETA

Odontólogo, Especialista en Ortodoncia, Magister en Estadística.

Docente Facultad de Odontología Universidad de Cartagena

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Cartagena, 02 de septiembre de 2020.

AGRADECIMIENTOS

De antemano agradecer a Dios por regalarnos la oportunidad de disfrutar cada momento de nuestras vidas, a nuestros padres quienes nos han impulsado a alcanzar nuestras metas y sueños; a familiares y compañeros por el apoyo moral y humano en los momentos difíciles.

Gracias a La Universidad de Cartagena por habernos permitidos formarnos en ella y a todas las personas que fueron partícipes de este logro; En especial A la Doctora Stella Pupo, Doctor José Bustillo y al Doctor Farith Damián González quienes fueron nuestros guías durante todo este proceso, forjado con dedicación y pasión por la actividad docente2

MIL GRACIAS

DEDICATORIA

A nuestros padres por habernos impulsado y formar las personas que somos hoy en día, la mayoría de nuestros logros son gracias a ellos, incluido el actual. Por motivarnos constantemente a alcanzar nuestros sueños

Gracias Padre y Madre.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACION	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
4. MARCO TÉORICO	17
Dentina.....	17
Barrillo dentinario	19
Tratamiento endodóntico	20
Irrigación en endodoncia.....	21
<i>Propiedades de los irrigantes</i>	22
<i>Clasificación de los irrigantes de uso odontológico</i>	22
5. METODOLOGÍA.....	27
5.1. Tipo de estudio.....	27
5.2. Criterios de elegibilidad.....	27
5.3. Estrategia de búsqueda.....	27
5.4. Selección de los estudios y extracción de los datos	28
5.5. Evaluación del riesgo de estudios.....	28
6. RESULTADOS	29
6.1. Resultados de la búsqueda	29
6.2. Características de los estudios incluidos	30
6.3. Riesgo de sesgo en estudios individuales	34
7. DISCUSIÓN.....	35
8. CONCLUSIONES.....	38
9. RECOMENDACIONES.....	39
10. BIBLIOGRAFÍA.....	40

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Estrategias de búsqueda.....	28
Tabla II. Datos obtenidos de los artículos incluidos en la revisión sistemática.....	30
Tabla III. Riesgo de sesgo en estudios individuales.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura I. Flujograma de los estudios seleccionados	29
--	----

RESUMEN

Introducción: Una adecuada preparación biomecánica del conducto radicular implica la remoción total de los desechos que se originan tras realizar la instrumentación, con el uso de sustancias irrigantes que permitan la adhesión del material cementante en forma eficaz. La literatura reporta los cambios en dentina producidos durante la irrigación con hipoclorito de sodio y sustancias Quelantes como el ácido cítrico.

Objetivo: Determinar los efectos que producen las sustancias irrigantes sobre las propiedades físicas- químicas de la dentina y su estructura, tras ser tratada con nuevas soluciones irrigantes como el MTAD y el Smear Clear

Metodología: En esta revisión sistemática se estudiaron los diferentes cambios estructurales en dentina al ser tratada con Hipoclorito de Sodio (NaOCl), ácido etilendiaminotetracético, (EDTA), Clorhexidina, Ácido Acético, y otras sustancias nuevas como el MTAD, y Smear Clear. Fueron seleccionados estudios de tipo descriptivo, analítico y ensayos clínicos aleatorizados de los años 2014 al 2020. Para identificar los estudios de esta revisión se desarrolló una estrategia de búsqueda detallada para cada una de las bases de datos; la muestra estuvo conformada por 12 artículos seleccionados revisados de las bases de datos Scopus, MEDLINE (vía Pubmed), Scielo, Google Académico publicados durante los últimos cinco años. Entre tanto 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 datos de los principales.

Resultados: De acuerdo a la búsqueda de la información bibliográfica realizada, se obtuvo que Luego de la utilización de distintos irrigantes, el tejido orgánico queda expuesto y se resta contenido mineral; ocurre una pérdida de agua y las fibras colágenas se desnaturalizan, alterando las propiedades mecánicas como módulo elástico, resistencia a la fractura y microadhesión. La apertura de los túbulos dentinarios erosiona la dentina intertubular y se reduce la microdureza de la dentina.

Conclusión: Los resultados de esta revisión, mostraron que las sustancias irrigantes que se utilizan para tratar la dentina, generan cambios irreversibles en su matriz, el grado de erosión depende del tipo de sustancia utilizada y el tiempo de exposición a la misma. Además, todas las concentraciones tienen repercusiones en las propiedades mecánicas de la dentina en mayor o menor proporción.

PALABRAS CLAVES (DeCS): Conducto radicular, endodoncia, soluciones irrigantes, erosión.

INTRODUCCIÓN

El órgano dental en su mayor parte se encuentra formado por dentina; un tejido conjuntivo conformado por 20% de materia orgánica, que incluye gran cantidad de colágeno tipo I y colágeno tipo III, proteoglicanos y otras proteínas no colágenas como sialoproteínas dentinales, fosforinas y lípidos (1). El 70% lo constituyen los minerales, conformado en su mayoría por Hidroxiapatita carbonata, y un pequeño porcentaje de fosfatos y otros minerales (2). El 10% está formado por agua. El colágeno presente en la matriz orgánica, le confiere propiedades mecánicas relevantes a la dentina, Esta glucoproteína de tipo fibrilar, conformada por fibrillas de aproximadamente 50 a 100 nm de diámetro, aportan elasticidad y resistencia a la flexión y compresión (1). Debido a las propiedades mecánicas y fisiológicas de la dentina cambian con el tiempo, provocando que el tejido sea más vulnerable (3).

Podemos decir que histológicamente la dentina se encuentra formada por estructuras cilíndricas, recubiertas por dentina peritubular denominadas túbulos dentinales. Estos le proporcionan gran porcentaje de rigidez al órgano dentario; Los túbulos se encuentran rodeados por matriz intertubular, formada por una malla de fibras colágenas entre las cuales se encuentran los cristales de Hidroxiapatita con un grado de mineralización menor (4).

La irrigación es un proceso que nos permite realizar un lavado y aspiración de todas las sustancias que se encuentran dentro del conducto radicular, logrando un aumento en la permeabilidad dentinario y mejorando la desinfección del conducto mediante el mecanismo de acción del irrigante (5).

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es la sustancia proteolítica más recomendada para la irrigación de los conductos radiculares, ya que posee excelentes propiedades bactericidas y tiene la capacidad de disolver la materia orgánica, en concentraciones adecuadas, pero cuenta con la desventaja de que no puede disolver la materia inorgánica. (6). Por tal razón, existen otras sustancias que también se pueden emplear en este proceso; como lo son el ácido etilendiaminotetracético (EDTA), Agentes antibacterianos (Clorhexidina). El Ácido Cítrico, la clorhexidina y otras

soluciones irrigantes nuevas (MTAD y Smear Clear). Podemos decir que la mayoría de estos irrigantes buscan de alguna manera proporcionar un ambiente propicio, ideal para que se pueda dar una instrumentación y obturación de los conductos en condiciones favorables. El objetivo de esta revisión bibliográfica fue determinar los efectos que producen las sustancias irrigantes sobre las propiedades físicas-químicas de la dentina, y los cambios estructurales que se producen tras ser tratada con nuevas soluciones irrigantes como el MTAD y el Smear Clear.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se conoce que se han hecho todos los esfuerzos para realizar grandes estudios de las propiedades de los distintos tipos de irrigantes lo que ha llevado a la creación de sustancias irrigadoras que aporten una buena capacidad limpiadora y desinfectante de los conductos radiculares. Por tal motivo se ha podido conocer de antemano que estos tienen distintas propiedades para cumplir su determinada función en la práctica clínica y por ende evitar cualquier tipo de complicación estas propiedades son: Capacidad para disolver los tejidos pulpares vitales y necróticos, baja tensión superficial, escasa toxicidad para los tejidos vitales del periodonto. Capacidad para desinfectar las paredes de los conductos y su lubricación (7).

Por ello, se hace importante conocer que después de la preparación biomecánica del sistema de conductos, se forma una capa amorfa e irregular conocida como barrido dentinario el barrido dentinario contiene remanentes de dentina, tejido pulpar, procesos odontoblásticos, y bacterias (8).

Además, se ha observado que la capa de barrido dentinario no permite una buena penetración de las soluciones desinfectantes al interior de los túbulos dentinarios, ni tampoco de los agentes selladores o medicamentos intraconducto, comprometiendo así el resultado de nuestro tratamiento (9). Por estos motivos, se pretende mediante esta revisión, recopilar información actualizada que permita. Identificar los cambios producidos en dentina al aplicar smear clear, MTAD, y Qui mix, como agentes irrigadores de canales, descritos en la literatura disponible.

Existen diversos irritantes utilizados en tratamientos de conductos como lo son: Hipoclorito de sodio, clorhexidina, hidróxido de calcio, agentes Quelantes (EDTA) soluciones irrigadoras con agregado de detergente (SMEAR CLEAR). El hipoclorito es el irrigante más usado en endodoncia y este tiene alta propiedad antibacteriana, sin embargo, Diferentes publicaciones han reportado los cambios en la estructura y propiedades físicas que se dan en la dentina como resultado del procedimiento. Se ha descrito, la pérdida de humedad, disminución en el módulo de elasticidad, dureza y el debilitamiento de las paredes dentináles, como posibles causas de fracturas

verticales, después de haberse rehabilitado el diente con o sin retenedores intrarradiculares (10).

La solución de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) se recomienda como parte de los protocolos de riego, ya que es eficaz en la eliminación del componente inorgánico de la capa de frotis. Se han estudiado otras soluciones quelantes, como los ácidos peracético y cítrico, porque disminuyen las concentraciones de iones calcio y eliminan la capa de frotis de la dentina del conducto radicular (11).

Además, recientemente han desarrollado una mezcla de un isómero de tetraciclina, un ácido y un irrigante detergente (MTAD). Es una solución acuosa de 3% de doxiciclina, 4,25% de ácido cítrico, un agente desmineralizante; y detergente polisorbato 80 al 0,5% (Tween 80). La doxiciclina aumenta la solubilidad en agua y proporciona efectos antibacterianos continuos. Puede eliminar los microbios, especialmente *Enterococcus faecalis* que son resistentes a los irrigantes endodónticos convencionales. También es eficaz en la eliminación de la capa de frotis cuando se utiliza como irrigante final con cambios erosivos mínimos en la superficie de la dentina (12).

Por lo cual, al existir evidencia que permite concluir que los irrigantes pueden afectar la dentina radicular y cambiar negativamente sus propiedades químicas y físicas, así como puede afectar la capacidad de sellado de los selladores endodónticos a las paredes de la dentina radicular, los investigadores plantean la siguiente pregunta problema:

¿Cuáles son los efectos que producen las sustancias irrigantes sobre las propiedades físicas- químicas de la dentina y su estructura, tras ser tratada con nuevas soluciones irrigantes como el MTAD y el Smear Clear?

2. JUSTIFICACION

En los últimos años, la composición y estructura de la dentina con el uso de soluciones irrigadoras con efectos Quelantes o proteolíticos ha sido un tema de investigación, en donde se ha podido evidenciar que esta interacción ha permitido identificar modificaciones en cuanto a su permeabilidad, solubilidad o resistencia del diente, reduciendo a su vez la resistencia mecánica ante la función masticatoria (13).

De igual forma, se ha encontrado que la prevalencia de pérdida de dientes con fractura vertical de la raíz y tratados con endodoncia oscila entre el 2% y 20%, siendo es la tercera causa más de los casos (14, 15). Así mismo, investigaciones reportadas han mostrado que diversas soluciones irrigadoras como con H_2O_2 / NaOCl o EDTA pueden afectar las propiedades de la dentina, como el valor de microdureza de la dentina radicular, así como la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. Por ello, es necesario implementar la instrumentación y la correcta utilización de agentes para así evitar que interfiera con la estructura química de la dentina, cambiando la relación calcio / fósforo (Ca / P) de la superficie (6).

Por su parte, el área de la endodoncia ha tenido avances en cuanto a la calidad de los tratamientos y la tasa de éxito de los mismos. Por lo cual, en la actualidad se ofrece una variedad de sustancias irrigadoras para la preparación biomecánica de conductos mediante la desinfección y conformación adecuada para la adaptación del material de obturación.

Por lo anterior, la presente revisión está encaminada a determinar los efectos que producen las sustancias irrigantes sobre las propiedades físicas y químicas de la dentina, y los cambios estructurales que se producen tras ser tratada con nuevas soluciones irrigantes como el MTAD y el Smear Clear mediante una búsqueda científica de la literatura, para así poder identificar, analizar los cambios producidos por las diferentes soluciones irrigadoras y mejorar por tanto, la toma de decisiones en el ámbito clínico, aumentando el porcentaje de éxito de tratamientos de conductos y pronóstico favorable para los dientes.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos que producen las sustancias irrigantes sobre las propiedades físicas- químicas de la dentina y su estructura, tras ser tratada con nuevas soluciones irrigantes como el MTAD y el Smear Clear.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las características de los estudios seleccionados
- Evaluar el riesgo de los estudios disponibles en la revisión

4. MARCO TEÓRICO

La prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del complejo dentino-pulpar y sus manifestaciones periapicales, tienen por objetivo mantener la integridad pulpar y la conservación de los dientes. Entre la dentina y la pulpa existe un intercambio activo y a través de este, la pulpa puede afectarse o la dentina remineralizarse, por lo que la pulpa y la dentina pueden considerarse tejidos interconectados que comparten una función importante en la Biología y Fisiopatología dentaria, a esta unión se le ha denominado complejo dentinopulpar (16).

Dentina

La dentina es el eje estructural del diente y es el tejido mineralizado con mayor volumen. En 1996, Pashley la describió como un compuesto biológico poroso, formado por una matriz de colágeno rellena de cristales de Hidroxiapatita. La dentina presenta varias fases, una orgánica, que corresponde al 20%, de la cual el 90% es colágeno tipo I, y el 10% restante lo constituyen proteínas no colágenas (17).

La fase orgánica está compuesta por colágeno tipo I, que es una proteína fibrosa e insoluble formada a partir de moléculas de tropocolágeno, que a su vez están compuestas por tres cadenas polipeptídicas enrolladas, unidas por puentes de hidrógeno que las compactan y le dan resistencia al tejido. Cada cadena polipeptídica tiene una secuencia específica de aminoácidos repetitivos así: glicina, prolina e hidroxiprolina. La glicina, por tener en su cadena lateral un hidrógeno, se comporta como un aminoácido básico y ácido, es decir, anfótero, esto le confiere a la molécula de colágeno características especiales (17).

La otra fase de la dentina es la inorgánica, que constituye el 70% del tejido, formada por Hidroxiapatita, o mejor llamada apatita biológica, que pertenece a la familia de los ortofosfatos de calcio sustituidos iónicamente, organizados en cristales de

menor tamaño que el esmalte. La apatita es una red iónica compleja de cristales de fosfato de calcio, hidroxilos y fluoruros de composición variable. Esto hace que los cristales de apatita de la dentina sean menos estables y más reactivos (17).

Según su formación, la dentina formada durante el desarrollo dentario hasta la completa formación de la raíz se denomina *dentina primaria* y comprende la dentina del manto y la porción principal de la dentina circumpulpar. La dentina sintetizada de forma fisiológica por el odontoblasto tras la completa formación de la raíz recibe el calificativo de *secundaria* y su formación tiene lugar durante toda la vida (18).

La dentina secundaria se forma más lentamente que la primaria y se deposita en la superficie interna de la cámara pulpar y de los conductos radiculares, pero de forma asimétrica, oponiéndose especialmente en el techo y en el suelo de la cámara pulpar, provocando una progresiva disminución del volumen de la cavidad pulpar. Los túbulos dentinarios de la dentina primaria se continúan con los de la secundaria, demostrando que es el mismo odontoblasto el responsable de la formación de los dos tipos de dentina (18).

Las diferencias en el proceso de formación de las dentinas primaria y secundaria repercuten también en sus estructuras. La dentina primaria tiene una estructura tubular regular, distinguiéndose la dentina peritubular, altamente mineralizada y con una matriz rica en proteínas no colágenas, y la intertubular, con mayor proporción de colágena en su matriz. La estructura de la dentina secundaria es similar a la de la primaria, aunque su trama tubular está menos desarrollada (18).

Microestructura de la dentina

Está conformada en su mayoría por túbulos dentinarios, los cuales son los encargados de alojar los procesos odontoblásticos y de recorrer la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria. La dentina que recubre estos túbulos es llamada dentina peritubular, en tanto que aquella entre los túbulos es llamada dentina intertubular. De acuerdo a la distancia de la dentina con el esmalte dental, esa puede ser clasificada como: Dentina superior, dentina central y dentina inferior, estas se diferencian entre sí por la cantidad y diámetro de los túbulos y por su

composición química, estas características hacen de la dentina un material anisotrópico cuyas propiedades mecánicas dependen de su ubicación en el diente (19).

El número de túbulos dentinales varía según la zona del diente analizada. En la dentina profunda, o sea cerca de la pulpa, se aproximan a 25.300- 32.300 por mm², y en la dentina superficial se observan cerca de 13.700- 16.500 mm². Mientras que, en la dentina radicular, el número de túbulos es de 24.000 mm² cerca de la pulpa y de 12.000 mm² lejos de la pulpa (19).

Barrillo dentinario

La Asociación Americana de Endodoncista (2003), definió el barro dentinario, como una película de detritus retenido sobre la dentina u otra superficie. Si bien, es aún controversial la influencia del barro dentinario en el éxito del tratamiento endodóntico, la evidencia nos indica que su presencia puede disminuir la penetración de la medicación e irrigantes en los túbulos dentinarios infectados. Lo anterior, puede llegar a convertirse en un obstáculo para el óptimo sellado del canal radicular, aumentando con ello el riesgo de micro infiltración del relleno endodóntico (20).

Durante la instrumentación de canales radiculares es inevitable la formación de barrillo dentinario, el cual está constituido por una capa amorfa de material orgánico e inorgánico, remanentes dentinarios, tejido pulpar, procesos odontoblásticos y en dientes infectados, bacterias y sus productos. Su remoción es necesaria durante el tratamiento endodóntico ya que puede albergar bacterias, interferir con los materiales de obturación, limitar la efectividad de irrigación y medicación al interior de los túbulos dentinarios y resultar en una inflamación perirradicular persistente. 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 (21).

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. Hasta el momento hay diferentes opiniones respecto a su conservación o eliminación. Los que están a favor de mantenerlo se basan en que éste actuaría de barrera mecánica obstruyendo los túbulos e impidiendo el pasaje de microorganismos. Al día de hoy la mayoría está de acuerdo en remover el barrillo dentinario, así se logra reducir el número de microorganismos que puedan estar presentes en él, se eliminan los restos orgánicos que sirven de sustrato para el crecimiento y desarrollo bacteriano, aumenta la permeabilidad dentinaria optimizando la desinfección del conducto al permitir una mejor acción del irrigante y de la medicación tópica (22).

Por tanto, se hace necesaria la remoción del barro dentinario, no solo del sistema de canales radiculares, sino también de la zona dentinaria alrededor y en el interior de las paredes dentinarias. Para remover completamente el barro dentinario, varios autores han usado diversas soluciones. Durante años se ha tratado de buscar distintas sustancias para retirar el barro dentinario del conducto, sin embargo, no se ha encontrado la forma de eliminarlo completamente de los tres tercios del conducto. Dentro de estos se mencionan al hipoclorito de sodio, ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), ácido maleico y ácido cítrico (23).

Por lo cual, la limpieza y la desinfección de los sistemas de canales radiculares, a través de sustancias irrigantes, constituyen uno de los objetivos de la preparación química mecánica, aunque estudios como el mencionan que las sustancias irrigantes no son suficientes para la remoción del barro dentinario a nivel apical (20).

Tratamiento endodóntico

La terapia endodóntica consiste en la eliminación completa de la pulpa que ha sufrido un daño irreversible y de todo el tejido remanente mediante los

procedimientos de limpieza, conformación y obturación del sistema del conducto radicular, de manera que se pueda conservar el diente como una unidad funcional dentro del arco dental. En este proceso, se utilizan instrumentos endodónticos y soluciones químicas auxiliares para la irrigación, lo cual hace necesario seleccionar sustancias que tengan la capacidad de eliminar tanto las sustancias orgánicas como las inorgánicas y que cumplan una función de desinfección (24).

Así mismo, el conocimiento de la variabilidad y complejidad de la anatomía radicular interna es importante para el tratamiento del sistema de conductos, sin embargo, es fundamental para alcanzar el éxito de la terapéutica endodóntica un correcto diagnóstico y técnicas de instrumentación, conformación, limpieza y obturación de los conductos radiculares adecuadamente (25).

Irrigación en endodoncia

La irrigación es una parte clave del éxito del tratamiento del conducto radicular, ya que cumple varias funciones mecánicas, químicas y (micro) biológicas importantes. La irrigación es también la única forma de impactar aquellas áreas de la pared del conducto radicular que no son tocadas por instrumentación mecánica. Gran parte de la investigación sobre la irrigación endodóntica se ha centrado en el efecto de la irrigación en la capa de frotis (26).

La eliminación de restos vitales y necróticos remanentes del tejido pulpar, microorganismos y toxinas microbianas del sistema de conductos radiculares son esenciales para conseguir éxito en endodoncia. Es muy complicado dar forma y limpiar el conducto completamente, debido a la gran complejidad del sistema de conductos radiculares. Incluso con el empleo de la instrumentación rotatoria, los instrumentos de níquel-titanio disponibles sólo actúan sobre el cuerpo central del conducto, abandonando istmos, deltas, conductos laterales, etc. Estas áreas podrían albergar restos de tejido, microorganismos y sus bioproductos, que podrían impedir la correcta adaptación del material de obturación y causar posteriormente una inflamación peri radicular (26).

Propiedades de los irrigantes

Las soluciones irrigantes deben poseer ciertas propiedades que lo hagan una solución irrigante ideal, estas son:

- Amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia contra los microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms.
- Eliminación de restos de tejido pulpar necrótico.
- Inactivación de endotoxinas.
- Prevención de formación del barrillo dentinario durante la instrumentación o disolución una vez formado.
- No tóxico.
- No cáustico para los tejidos periodontales.
- Bajo potencial para causar una reacción anafiláctica.
- Otros, como son bajos costo y disponibilidad del mismo (7).

Clasificación de los irrigantes de uso odontológico

- Hipoclorito de sodio (NaOCl)

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la Asociación Americana de Endodoncia como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor a cloro, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos, además de ser un potente agente antimicrobiano (27, 28).

Es la solución usada más comúnmente para irrigar el conducto radicular. Se utiliza en diferentes concentraciones, siendo la 5.25%, la más utilizada, se puede diluir a 2.60 %, 1.3 %. Como solubilizantes de la pulpa, las concentraciones de 5.25% y de 2.60% de NaOCl eran igualmente eficaces (mayor de 90%), y 5.25 % NaOCl eran capaces de disolver virtualmente el componente orgánico entero del esmalte dental. Sin embargo, no quita la capa del borrón de transferencia a la izquierda detrás del proceso de la instrumentación (29).

El NaOCl tiene una fuerte acción antibacteriana debido a su capacidad para interrumpir la fosforilación oxidativa y otras actividades asociadas a la membrana, ejerce un rápido efecto inhibitor sobre la función mitocondrial y la síntesis de ADN de las bacterias. Además de su acción antibacteriana, el hipoclorito de sodio tiene la capacidad de disolver los restos pulpares y componente orgánico de la dentina (es decir, acción proteolítica inespecífica) (30). También tiene la capacidad de neutralizar parcialmente los tejidos necróticos o cualquier componente antigénico o microbiano dejado en el espacio del conducto radicular y eliminar todos los restos pulpares y predentina de las superficies no instrumentadas. La capacidad de disolución del tejido y las propiedades de desbridamiento pueden mejorarse significativamente aumentando la temperatura y la concentración de hipoclorito de sodio. La capacidad de penetración en el área no instrumentada de los sistemas de conductos radiculares se puede aumentar reduciendo la tensión superficial del NaOCl. Independientemente de su efecto significativo sobre el componente orgánico de la dentina, el NaOCl no tiene ningún efecto sobre la parte inorgánica de la dentina (31).

- **MTAD**

Desarrollado por Mahmoud Torabinejad y colaboradores, en la Universidad de San Loma Linda, California, distribuido por Tulsa, Dentsply (32). Es una sustancia irrigadora con propiedades antibacterianas que mejora la limpieza de los conductos radiculares y promueve la remoción del barrillo dentinario, por sus capacidades Quelantes sugiriéndose como sustancia irrigadora final coadyuvada por el uso de hipoclorito de sodio (33).

El MTAD, un irrigante intracanal común, consta de un 3% de doxiciclina, un 4,5% de ácido cítrico y un 0,5% de detergente polisorbato 80 y se utiliza para eliminar las bacterias patógenas y las capas de frotis durante los procedimientos de conducto radicular. El MTAD tiene muchas ventajas en la irrigación del conducto radicular, pero su actividad bactericida aún debe mejorarse, ya que su efecto antibacteriano se ha atribuido en gran medida a la doxiciclina, una tetraciclina que es bacteriostática en lugar de bactericida. En un estudio anterior, la nisina, un péptido

antibacteriano, se utilizó como sustituto o en combinación con la doxiciclina en MTAD para mejorar su actividad bactericida (34)

- **SmearClear**

SmearClear, que está disponible comercialmente, es una solución transparente, inodoro, soluble en agua, contiene agua, 17% de sales de EDTA, un agente tensoactivo con el objetivo de aumentar la penetración de las soluciones de irrigación dentro de los túbulos dentinarios, sobre todo en el tercio apical del conducto radicular (35, 36). La casa comercial SybronEndo, Orange CA, introdujo al mercado una solución de EDTA al 17% más la adición de dos surfactantes la cetramida (cationica), y un surfactante aniónico, para reducir la tensión superficial del líquido. Por lo que se creyó que la adición de tensoactivos en los irrigantes de endodoncia mejora la capacidad de humectación en la dentina y el flujo dentro de los conductos radiculares estrechos. En sus inicios se pensaba que el EDTA con tensoactivos mejoraría la eficacia en la eliminación del barrillo dentinario sobre todo en el tercio apical (37).

- **Q- MIX**

Q-Mix es un nuevo irrigante endodóntico fabricado por el Dr. Markus Haapasalo, en la Universidad de British Columbia, Vancouver-Canadá y, comercializado por (Dentsply Tulsa Dental, OK, USA). Q-Mix es una solución lista para su uso que tiene un pH neutro y está compuesto por EDTA 17%, Clorhexidina 2% y un detergente tenso activo bromuro de cetiltrimetilamonio (38).

Fue diseñado con el propósito de realizar una sola irrigación final, después de la utilización de NaOCl 5,25% durante la fase de instrumentación de conductos radiculares (39). Hasta la actualidad el protocolo de irrigación final incluye la eliminación del barrillo dentinario con un agente desmineralizante y, para atacar a las bacterias restantes que se alojan dentro de los túbulos dentinarios se realiza una irrigación final con el antimicrobiano (40).

Bajo condiciones de laboratorio según sus fabricantes, no se evidencian pigmentaciones en los dientes del uso de Q-Mix. Como el precipitado blando que

se forma entre EDTA y clorhexidina. Además, a pesar del contenido de clorhexidina, al mezclarse con hipoclorito de sodio no se forma el precipitado marrón/naranja (41).

- **EDTA**

El EDTA es un quelante, que se utiliza después de NaOCl como irrigante final. La solución de EDTA es neutra o ligeramente alcalina; a un pH ácido precipita EDTA. El EDTA se usa generalmente como una solución al 17% o al 15%, aunque algunos estudios han sugerido que la solución de EDTA al 5% e incluso al 1% es lo suficientemente fuerte para eliminar la capa de frotis. El tiempo recomendado para la eliminación de la capa de frotis es de unos dos minutos, pero las capas gruesas pueden requerir tiempos de exposición más prolongados (26).

La capa de frotis debe eliminarse ya que contiene microbios y antígenos microbianos que se hornean en ella durante la instrumentación del conducto radicular necrótico e infectado EDTA solo afecta la parte inorgánica de la dentina y la capa de frotis (Hidroxiapatita). EDTA tiene poca o ninguna actividad antimicrobiana, aunque algunos estudios han indicado actividad antifúngicas para EDTA (42).

Sin embargo, el EDTA debilita la membrana celular bacteriana sin matar la célula, pero puede funcionar de manera sinérgica con otras sustancias químicas, por ejemplo, la clorhexidina, que ataca más vigorosamente la pared celular bacteriana. EDTA debilita en gran medida el efecto de NaOCl y no debe usarse (mezclado o alternado) con él. Cuando se mezcla con clorhexidina, el EDTA forma un precipitado blanco turbio (43).

- **CLORHEXIDINA**

CHX se puede aplicar clínicamente como agente antimicrobiano durante todas las fases de la preparación del conducto radicular, incluida la desinfección del campo operatorio; durante la ampliación de los orificios de los canales; extracción de tejidos necróticos antes de realizar la determinación de la longitud del conducto radicular; en la preparación quimio mecánica previa a la permeabilidad y agrandamiento foraminal; como medicamento intracanal solo o combinado con

otras sustancias (es decir, hidróxido de calcio - CH); en la desinfección de conos de obturación; para modelar el cono principal de gutapercha; en la remoción de conos de gutapercha durante el retratamiento; en la desinfección del espacio protésico; entre otros (44).

Los principales usos que damos a la clorhexidina en el ámbito odontológico son: como coadyuvante en el tratamiento de las enfermedades periodontales y peri implantarias; para la irrigación y la desinfección de los canales radiculares en procedimientos endodóntico, y para el control químico del biofilm en periodos postquirúrgicos donde no es posible realizar la higiene bucal mecánica de forma adecuada y, por lo tanto, las heridas pueden tardar más en cicatrizar o incluso sobre infectarse (45).

5. METODOLOGÍA

5.1. Tipo de estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura, considerando los ítems recomendados por PRISMA.

5.2. Criterios de elegibilidad

Para los criterios de inclusión de los estudios, se seleccionaron estudios de tipo descriptivo, analítico y ensayos clínicos aleatorizados, publicados en los últimos 6 años, disponibles en texto completo y en idiomas inglés y español, en el cual el objetivo principal era evaluar las propiedades de los diferentes tipos de irrigantes utilizados en dentina intracanal y se permitiera describir los cambios que producen en el tejido dentinario. Por otro lado, se excluyeron estudios en animales, reportes de casos y revisiones de literatura con relación al tema.

5.3. Estrategia de búsqueda

La recolección de la información se realizó a partir de una búsqueda electrónica con enfoque descriptivo, teniendo en cuenta la información que se encuentra en las bases de datos Scopus, MEDLINE (vía Pubmed), Scielo, Google Académico teniendo en cuenta el intervalo de tiempo filtrado (2014-2020) a partir de la inserción y combinación de las palabras claves resumidas en la tabla 1 (**Ver Tabla I**). Esta estrategia de búsqueda se adaptó para cada base de datos seleccionada.

Tabla I. Estrategias de búsqueda.

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA DE BUSQUEDA	RESULTADOS
MEDLINE (Pubmed)	("Dentin*" OR "Dentine*") AND ("change*" OR "effect*" OR "characterization") AND ("Irrigating" OR "Irrigating solution*" OR "Sodium Hypochlorite" OR "Hypochlorite, Sodium" OR "Sodium Hypochlorite (Solution)" OR "Clorox" OR "Edetic Acid" OR "Acid, Edetic" OR "EDTA" OR "Ethylenedinitrilotetraacetic Acid" OR "Acid, Ethylenedinitrilotetraacetic" OR "MTDA" OR "Citric Acid" OR "QMix" AND "Erosion")	94
GOOGLE SCHOLAR	"Root canal" AND "Erosion" AND "Dentin treated" AND "Irrigating Solution"	43
SCIELO	"Irrigating" AND "Dentin" AND "Root Canal"	13
SCOPUS	"Root canal" AND "Erosion" AND "Dentin treated" AND "Irrigating Solution"	15

5.4. Selección de los estudios y extracción de los datos

La extracción de datos se realizó por dos revisores de manera pareada e independiente; en la cual se observaron los títulos-resúmenes de los estudios y por duplicados, y se acordó la inclusión del artículo entre todos los autores.

se obtuvieron las características de los estudios, los cuales fueron consignados en un formato de tabla diseñado para esto.

Las discrepancias en la extracción de datos fueron resueltas mediante discusión. Los artículos de texto completo que cumplieron con los criterios de elegibilidad fueron seleccionados y se extrajeron el título del artículo, año de publicación, autores, resumen y detalles de los métodos.

5.5. Evaluación del riesgo de estudios

La evaluación del riesgo de sesgo se realizó a nivel de resultado en cada estudio. Se evaluaron los siguientes dominios: sesgo que surge del proceso de asignación al azar y sesgo debido a datos de resultados faltantes. El riesgo de sesgo se

consideró en cada dominio como "bajo riesgo", "alto riesgo" o mostrando "algunas preocupaciones". Cualquier desacuerdo entre los 2 revisores independientes se resolvió mediante discusión y, cuando fue necesario, consultando a un tercer revisor.

6. RESULTADOS

6.1. Resultados de la búsqueda

Se obtuvieron los resultados de 12 artículos tomados como muestra, cuyos datos fueron tabulados en una tabla matriz en el Software Microsoft Excel 2016. El análisis fue de tipo descriptivo por tratarse de variables cualitativas, consistió en comparar los distintos cambios que generan los irrigantes consultados en la matriz dental (Ver Figura I. Flujograma).

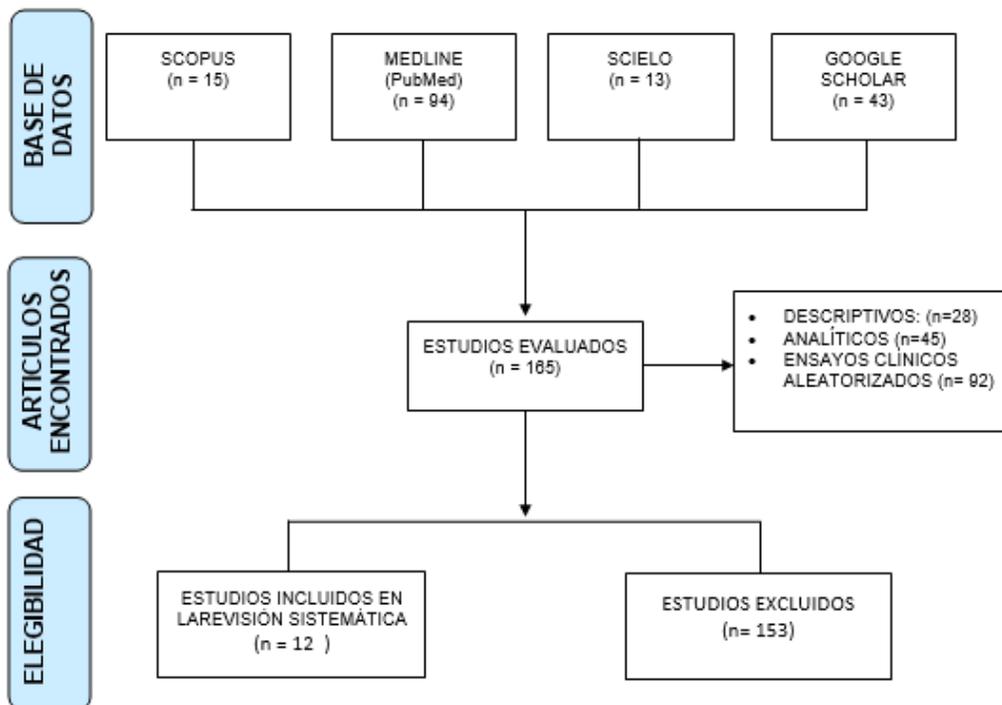


Figura I. Flujograma de los estudios seleccionados

6.2. Características de los estudios incluidos

Por su parte, los resultados de los artículos mostraron que las soluciones irrigadoras más utilizadas fueron el Hipoclorito de Sodio (NaOCl), ácido etilendiaminotetracético, (EDTA), Ácido Acético, y otras sustancias nuevas como el MTAD. Así mismo, al identificar los cambios que producen en el tejido dentinario se pudo evidenciar que el tejido dentinal tras ser sometido a tratamientos endodóntico, adquiere ciertas características que la hacen más vulnerables: Se expone el tejido orgánico y se resta contenido mineral; lo que aumenta la permeabilidad dentinal, debido a que los cristales de Hidroxiapatita presente en la zona tubular se disuelven, exponiendo la red de colágeno y dejando una estructura dependiente de tejido orgánico con propiedades mecánicas disminuidas.

Existe una liberación de fosforo y se presenta una pérdida de agua; las fibras colágenas expuestas se desnaturalizan, alterando las propiedades mecánicas como el módulo elástico, la resistencia a la fractura y microadhesión. La apertura de los túbulos dentinarios erosiona la dentina intertubular y se reduce la microdureza de la misma significativamente **(Ver Tabla II)**

Tabla II. Datos obtenidos de los artículos incluidos os en la revisión sistemática.

TÍTULO	AÑO	AUTOR	METODOLOGÍA	RESULTADOS
EFFECT OF EDTAC AND CITRIC ACID ON DENTINAL WALLS VARIATION OF EXPOSURE TIME AND DENTAL AGE	2019	Silvia Martinelli. Gimena Alburqueque. Lorena Silva.	La muestra constó de 120 dientes, 60 de pacientes jóvenes y 60 de pacientes adultos, se instrumentaron e irrigaron con hipoclorito de sodio (NaOCl) 2,5%. Cada subgrupo fue dividido al azar en 6 grupos: 4 grupos de 12 dientes y 2 grupos control con 6 dientes cada uno. En la irrigación final se aplicó ácido etilendiaminotetraacético más Cetavión (EDTAC) 17% o ácido cítrico 10% durante 1 o 3 minutos según el grupo. se creó una escala para evaluar la presencia de una capa de frotis y otra para evaluar el grado de erosión.	Tanto el EDTAC como el ácido cítrico lograron paredes lisas y limpias con túbulos dentinarios abiertos, a diferencia de los grupos de control, donde solo se utilizó NaOCl. La erosión se presentó tanto en los dientes de los pacientes jóvenes y en los dientes de los pacientes adultos.
THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION PROTOCOLS ON ELASTIC MODULUS OF DENTINE AND BIOMECHANICS OF SINGLE-ROOTED PREMOLAR TOOTH: A NANO-INDENTATION AND FINITE ELEMENT ANALYSIS STUDY	2018	B Durmus A A Hale E Oguz B Sema	Se seleccionaron 40 premolares, se dividieron en ocho grupos y se irrigaron. (Grupo I) 2,5% de NaOCl + 17% de EDTA (Grupo II) NaOCl al 2,5% + EDTA al 17% + NaOCl al 2,5%; (Grupo III) 2,5% de NaOCl + SmearClear; (Grupo IV) NaOCl al 2,5% + clorhexidina al 2%; (Grupo V) 1,3% de NaOCl + MTAD; (Grupo VI) NaOCl al 5,25%; (Grupo VII) EDTA al 17%; y (Grupo VIII) solución salina. Se midió el módulo de elasticidad de la dentina radicular. Se creó un modelo FEA tridimensional de un diente premolar y se modificó la dentina radicular interna para simular el efecto de los protocolos de irrigación en la dentina radicular. Las propiedades elásticas de la capa de dentina radicular interna en los modelos FEA se modificaron para cada grupo de acuerdo con los datos obtenidos con nano indentación. Se aplicó una carga de 300 N en la cúspide bucal y la fosa central de los modelos con un ángulo de 45 °. Las tensiones se calcularon utilizando los criterios de tensión de von Mises.	Todos los protocolos de irrigación afectaron el módulo elástico de la dentina radicular. Los grupos 2 y 3 mostraron valores de módulo elástico similares (P> 0.05), mientras que los valores más bajos se obtuvieron en el grupo 7 (P < 0,05). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 4, 5 y 8 (P> 0,05).
COMPARACIÓN IN VITRO DEL CAMBIO DE MICRODUREZA SUPERFICIAL DENTINARIA ENTRE DOS SECUENCIAS DE IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA	2020	Aitziber Irigoyen Sofía Santis ván Soto Carlos Marchant	10 dientes humanos unirradiculares se cortaron longitudinalmente para obtener 20 muestras. Se prepararon dos SI, una tradicional (NaOCl 5%, suero 0,9%, EDTA 17%, suero 0,9%) y una modificada (tradicional más irrigación final con NaOCl 5% + suero 0,9%), separando cada irrigante en una placa de vidrio. En dos grupos de 10 muestras (SI tradicional y SI modificada) se realizaron 5 indentaciones con microdurómetro Vickers antes y después de sumergir las muestras en las SI. Se obtuvo el promedio de microdureza Vickers (VHN) de las muestras y se compararon estadísticamente.	se encontró una disminución estadísticamente significativa en los valores de microdureza superficial de la dentina tras realizarse ambas secuencias de irrigación endodóntica; pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de ambas secuencias.

EFFECT OF DIFFERENT IRRIGANT SOLUTIONS ON MICROHARDNESS AND SMEAR LAYER REMOVAL OF ROOT CANAL DENTIN	2014	Hebatalla. Kandil. Ahmed. Labib. Hatem. Alhadainy.	la muestra elegida fue 50 premolares inferiores de pacientes adulto Un total de 50 raíces, se dividieron por igual en dos grupos para medir la microdureza de la dentina y evaluar la cantidad de capa de frotis. Luego, las muestras de raíces se dividieron con un cincel. 1 en dos segmentos dando 50 mitades . Se midió la microdureza para cada muestra al inicio del estudio y después de la aplicación de diferentes soluciones de irrigación. las muestras se Cien mitades de raíces se dividieron en cinco grupos iguales, quedando 5 grupos de 20 muestras cada uno: Grupo 1: NaOCl al 2,5%, Grupo 2: hipocloruro de sodio (NaOCl) al 2,5% seguido de ácido málico (MA) al 7%, Grupo 3: NaOCl al 2,5% seguido de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%, Grupo 4: NaOCl al 2,5% seguido de una mezcla de tetraciclina, ácido y detergente (MTAD) y Grupo 5: solución salina.	El ácido málico mostró la mayor reducción en la microdureza de la dentina del conducto radicular, seguido de EDTA, MTAD y NaCOI. El grupo de control (solución salina) mostró la menor reducción en la microdureza de la dentina. El EDTA, ácido málico y MTAD eliminaron eficazmente la capa de frotis, de manera eficiente en los tercios coronal y medio del conducto radicular. Sin embargo el ácido málico fué el mas eficiente. Las muestras tratadas con NaCOI y solución salina mostraron una gruesa capa de frotis en las tres terceras partes de los conductos radiculares.
RADIOGRAPHIC AND MICROSCOPIC EVALUATION OF THE ACTION OF CHELATING AGENTS IN DENTAL SMEAR LAYER REMOVAL	2014	Guevara. Lopes Santos. Morales. Botega. Neiva. Queiróz de Paula. Lopes Devitoll.	30 dientes unirradiculares se instrumentaron con tres diferentes soluciones irrigadoras: EDTA al 17 %, ácido cítrico 10 % e hipoclorito de sodio 5,25 % (grupo control). Posteriormente se evaluó radiográficamente cada diente instrumentado con el uso de una escala de densidad que fue confeccionada de aluminio con diferentes marcadores de densidades. Para el análisis por microscopio electrónico de barrido se utilizaron tres dientes de cada grupo, tratados con diferentes soluciones irrigadoras. Siete dientes de cada grupo se infiltraron con azul de metileno para la lectura de la infiltración marginal en el microscopio estereoscópico. Los dientes fueron evaluados en sus tres tercios: cervical, medio y apical.	Las sustancias quelantes fueron eficientes en la remoción del barro dentinario, excepto en el grupo control; Ninguna de las sustancias demostró alteraciones de densidad radiográfica de los túbulos dentinarios. El EDTA, presentó mayor túbulos con erosión, en el tercio cervical, seguido del tercio medio y por ultimo el tercio apical.
COMPARATIVE EVALUATION OF DEMINERALIZATION OF RADICULAR DENTIN WITH 17% ETHYLENEDIAMINETETRA ACETIC ACID, 10% CITRIC ACID, AND MTAD AT DIFFERENT TIME INTERVALS: AN IN VITRO STUDY	2017	Yogender Kumar Jitendra Lohar Sureka Bhat Manisha Bhati Aanesh Gandhi Abhishek Mehta	En este estudio se utilizaron 65 dientes incisivos superiores permanentes humanos recién extraídos sin caries visibles, grietas y restauraciones. Las muestras se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales: (Grupo I) 17% EDTA (Grupo II) ácido cítrico al 10% (Grupo III) MTAD (Grupo IV) solución salina (grupo de control) , para comparar la cantidad de fosforo liberado y la desmineralizacion de la dentina radicular.	El ácido cítrico muestra la mayor cantidad de desmineralización, seguida de MTDA y EDTA al 17% La cantidad máxima de liberación de Fosforo se realizó con ácido cítrico al 10% > MTDA > EDTA al 17%.
ACTIVACIÓN SÓNICA VERSUS ULTRASÓNICA DE EDTA AL 10% PARA REMOCIÓN DE BARRILLO DENTINARIO EN EL TERCIO APICAL DEL CANAL RADICULAR	2014	Pérez De Arce. Rodríguez Olivares. Echeverri Caballero.	Se instrumentaron 40 organos dentarios y fueron asignados a 4 grupos según protocolo de irrigación final: (Grupo I) : agua destilada estéril sin activación, (Grupo II) : EDTA 10% sin activación por 30 segundos, (Grupo III) : EDTA 10% activado sónicamente por 30 segundos y (Grupo IV) : EDTA 10% activado ultrasónicamente por 30 segundos. Las muestras fueron observadas en MEB a una magnificación de 5000X. Se evaluó la presencia de barrillo dentinario remanente y grado de erosión según criterios de Torabinejad.	Hubo diferencias en cuanto a erosión, siendo menor con la activación sónica. La activación sónica y ultrasónica del EDTA al 10% no produjo una remoción del barrillo dentinario significativamente superior al compararlo con irrigación convencional, pero se obtuvo una erosión menos con la activación sónica.

EVALUATION OF THE SMEAR LAYER REMOVAL AND EROSION CAPACITY OF EDTA, BORIC ACID, CITRIC ACID AND DESY CLEAN SOLUTIONS: AN IN VITRO STUDY	2015	Tugba Turk. Mehmet Emin. Bilge Hakan.	25 Organos Dentarios, se dividieron en 5 grupos experimentales y se utilizaron las siguientes soluciones irrigantes (5 mL / 1 min): EDTA al 5%, ácido bórico (BA) al 5%, una mezcla de BA y CA, ácido cítrico (CA) al 2,5% y Desy Clean al 5% . Después de regar con NaOCl al 2.5% y agua destilada, las raíces se dividieron en dos mitades y cada mitad se preparó para el examen SEM. Se tomaron fotografías representativas de cada tercio con aumentos de x500 y x1000.	En cuanto a la erosión, hubo diferencias estadísticamente significativas entre las soluciones. El ácido Bórico al 5% presentó menor erosión y el ácido Cítrico al 2,5% mayor erosión.
ESTUDIO EXPERIMENTAL COMPARATIVO IN VITRO DE ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO EN EL TERCIO APICAL ENTRE QMIX Y EDTA 1,7% CON ACTIVACIÓN ULTRASÓICA PASIVA	2016	Gudiño. Molar.	Se utilizaron 32 premolares uniradulares, los conductos se instrumentaron y en cada cambio de lima se irrigó con 1ml de NaCOI al 5,25%. Se dividieron en dos grupos: A (Qmix) y B (EDTA al 17%) . Ambos se activaron con PUI durante un minuto, se hemiseccionaron las raíces dentales longitudinalmente y una mitad fué llevada a observación bajo microscopio electrónico de barrido con aumento de 2000X.	El efecto quelante del Qmix demuestra ser mejor en comparación con el EDTA al 17% . Al ser utilizados con activación ultrasónica pasiva durante 1 minuto, ya que elimina la mayor cantidad de barrillo dentinario, abriendo mayor cantidad de túbulos en el tercio apical, presentando una diferencia estadísticamente significativa entre ambos.
SMEAR LAYER REMOVAL AND EROSION ON THE SUBSTRATE USING DIFFERENT ACID SOLUTIONS	2018	Labarta Sierra	Se utilizaron 30 premolares inferiores uniradulares divididos en cinco grupos según el tipo de irrigación: (Grupo I) : control: NaCOI 5,25%. (Grupo II) NaCOI 5,25% + EDTA 17%. (Grupo III) : NaCOI 5,25% + Ácido Maleico 5%. (Grupo IV) : NaCOI 5,25% + Ácido Cítrico 10%. (Grupo V) NaCOI 5,25% + Ácido Fosfórico 37%. Se realizaron 90 microfotografía con MEB a 5000X a 2,6 y 10 mm de longitud de trabajo	la combinación de NaOCl al 3% a 60 ° C y EDTA al 17% podría eliminar la capa de frotis de manera efectiva. Sin embargo, independientemente de los diferentes tipos de irrigación con la técnica aplicada, no se logró la eliminación completa de la capa de frotis, particularmente en el tercio apical.
COMPARISON OF DIFFERENT IRRIGATING SOLUTIONS ON ROOT CANAL DISINFECTION AFTER MECHANICAL PREPARATION BY USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPE: AN IN VITRO STUDY	2015	Avinash Manoj Abhilasha Ajay Chandani Rakhi	Cincuenta premolares mandibulares fueron divididos longitudinalmente. Cada mitad de la raíz, se dividió en 5 grupos: (Grupo I) 3ml de solución salina fisiológica, (Grupo II) : 3ml de Hipoclorito de Sodio (Grupo III) 1ml de Ácido Cítrico al 10%, (Grupo IV) : Clorhexidina al 2% , gluconato. (Grupo V) Largal Ultra (EDTA 15% + Cetrímidia (0,75%) - Smear Clear. La irrigación se realizó durante 1 minuto, para evaluar la presencia o ausencia de una capa de frotis en la porción coronal, media y apical de cada canal y se examinaron bajo un SEM	Varias soluciones de irrigación que contienen antimicrobianos no pudieron eliminar significativamente las biopelículas desarrolladas en la dentina infectada con la excepción de NACOI. La mejor eliminación de la capa de frotis se observó con Largal Ultra, Smear Clear y ácido Cítrico.
A SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC EVALUATION OF THE EFFECRIVENESS OF ETIDRONIC ACID, SMEARCLEAR AND MTAD IN REMOVING THE INTRACANAL SMEAR LAYER	2017	Hemant Raskesh Anil Aseem	50 premolares mandibulares se instrumentaron y se seleccionaron 5 grupos aleatoriamente: (Grupo I) : Ácido etidrónico al 9%, (Grupo II) Ácido Etidrónico al 18% (Grupo III) Smear Clear, (Grupo IV) MTAD y (Grupo V) : Solución Salina. Posteriormente se evaluó la eliminación de la capa de frotis bajo microscopio electrónico de barrido (2000X).	El resultado mostró que SmearClear era la más eficaz para eliminar la capa de froti. Sin embargo, se encontro que el ácido etidrónico es inferior tanto a SmearClear como a MTAD.

6.3. Riesgo de sesgo en estudios individuales

Entre los estudios seleccionados, se evaluaron la calidad a partir del juicio emitido individualmente de cada uno de ellos, donde se pudo evidenciar que el 83,3% de ellos presentaba un riesgo de sesgo bajo. Por su parte, dos estudios incluidos reportaron sesgo de moderado a alto, como se observa en la Tabla III (Ver Tabla III).

Tabla III. Riesgo de sesgo en estudios individuales

Primer autor	Año	Sesgo por proceso de aleatorización	Sesgo por resultados faltantes	Sesgo general
Característica del estudio				
Grado de erosión				
Guevara, cols (46)	2014	Bajo	Bajo	Bajo
Perez De Arce, cols (21)	2014	Bajo	Bajo	Bajo
Martinelli, S, cols(22)	2019	Bajo	Bajo	Bajo
Turk, et al (47).	2015	Bajo	Bajo	Bajo
Labarta, cols (23)	2018	Bajo	Bajo	Bajo
Desmineralización				
Kumar, et al (48).	2016	Bajo	Alto	Moderado
Eliminación del barrillo dentario				
Kandil, et al (49).	2014	Bajo	Bajo	Bajo
Salgar, et al (50).	2015	Alto	Alto	Alto
Gudiño, cols (51).	2016	Bajo	Bajo	Bajo
Yadav, et al (55).	2017	Bajo	Bajo	Bajo
Módulo de elasticidad				
Durmuş, et al (52).	2019	Bajo	Bajo	Bajo
Microdureza				
Irigoyen, cols (53).	2020	Bajo	Bajo	Bajo

7. DISCUSIÓN

La limpieza y desinfección del conducto radicular son factores críticos para alcanzar una terapia endodóntica con éxito mediante la utilización de soluciones irrigadoras, que permitan la eliminación de las sustancias orgánicas e inorgánicas de las paredes dentinales. Para ello, se han utilizado diferentes técnicas y soluciones para la eliminación de la capa de frotis, así como para la desmineralización y ablandamiento de la dentina radicular. Sin embargo, la desmineralización puede tener una influencia negativa sobre la composición química y estructural de la dentina (12).

La presente revisión permitió determinar los cambios estructurales que se producen en dentina tras ser tratada con nuevas soluciones irrigantes como el MTAD y el smear clear. En este contexto, la literatura reporta que, la dentina al entrar en contacto con soluciones irrigadores, se modifica sus propiedades físicas, químicas y estructurales.

Kolosowski KP, et al menciona que el NaOCl puede generar cambios en la microdureza de la dentina, así como en la resistencia a la flexión y su módulo de elasticidad. De igual forma, provoca una erosión irreversible de la microestructura de la dentina y oxida la matriz orgánica desnaturalizando los componentes de colágeno de la dentina superficie (54).

Para las autoras Martinelli, Albuquerque y Silva, tanto el EDTA como el Ácido cítrico lograron túbulos dentinarios abiertos, a diferencia de los grupos de control irrigados con NaCOI; encontraron erosión en todos los grupos independientemente de la edad, y que a mayor tiempo de exposición al irrigante mayor erosión. Además, reportaron la presencia de cristales al usar ácido cítrico (22).

Esto se debe a que el EDTA puede alterar negativamente la microestructura de la dentina. También puede cambiar la proporción original de componentes orgánicos e inorgánicos modificando las propiedades de dureza y rugosidad y causa la erosión

de la dentina mediante la quelación de los iones de calcio presentes en la Hidroxiapatita, el principal compuesto inorgánico de la dentina (10).

Por su parte, Durmus y sus colaboradores, indicaron que todos los protocolos de irrigación afectan el modulo elástico de la dentina. Los resultados más bajos se vieron evidenciados en el grupo de dientes irrigados con EDTA al 17%. El módulo elástico de la dentina disminuyó con el aumento de la concentración de NaOCl (52).

Irigoyen, Santis, Soto y Marchant demostraron que secuencias de irrigación donde se utilizan NaCOI, suero fisiológico y EDTA, disminuyen significativamente la microdureza superficial de la dentina (57), mientras que Hillesheim, Hoffmann, Bortoluzzi y Teixeira encontraron que el ácido cítrico al 10% es un irrigante que desmineraliza altamente la matriz dentinal y provoca la liberación de fosforo, seguido del MTDA Y EDTA al 17% (55).

Del mismo modo, Guevara y colaboradores encontraron que al irrigar un grupo de dientes con hipoclorito de sodio no se presentó ningún túbulo con erosión. A diferencia de los grupos irrigados con Ácido Cítrico al 10% y EDTA al 17%. Siendo este último, el irrigante que causó más erosión; con valores más elevados en la zona cervical, seguido del tercio medio y por último el tercio apical (46).

Pérez de Arce, Rodríguez, y Echeverry, mostraron en sus resultados que la activación sónica y ultrasónica del EDTA al 10% no es más eficaz para la remoción del barrillo dentinario en comparación con la utilización de EDTA de manera convencional (al 17%), pero obtuvieron menor erosión de la dentina de las paredes del canal radicular (21). Por el contrario, Gudiño y Monar, evidenciaron que el irrigante Qmix revela un promedio de túbulos dentinarios abiertos mayor que el EDTA al 17%. Sin embargo, al comparar el número de túbulos dentinarios abiertos del ácido cítrico con el Qmix, no se presentan diferencias estadísticamente significativas (51).

Sin embargo, entre las limitaciones del presente trabajo se pueden mencionar la falta de disponibilidad de los artículos, dado que en la mayoría de los estudios analizados no se encontraban disponibles o en su defecto no se relacionaban con la temática abordada, por lo cual fueron excluidos de la revisión.

8. CONCLUSIONES

Los resultados de esta revisión, mostraron que las sustancias irrigantes que se utilizan para tratar la dentina, generan cambios irreversibles en su matriz. El grado de erosión depende del tipo de sustancia utilizada y el tiempo de exposición a la misma: a mayor tiempo de exposición mayor grado de limpieza, pero se observa más erosión. Además, todas las concentraciones tienen repercusiones en las propiedades mecánicas de la dentina en mayor o menor proporción.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar otras investigaciones con esta temática debido al alcance y el impacto que tiene la correcta utilización de los agentes irrigantes al momento de realizar un tratamiento endodóntico y así se podrá evitar secuelas y/o efectos adversos en los dientes tratados. Por lo cual, se sugiere, además, la continuación de este trabajo desde el ámbito clínico a través de la realización de estudios experimentales en el postgrado de Endodoncia de la Universidad de Cartagena, que faciliten establecer hallazgos significativos para la formación de los profesionales, así como la adquisición de conocimientos en estudiantes y docentes, mejorando la tasa de éxitos en los tratamientos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Tjäderhane T, Lorenzo BR, Fraklin R, Tay D, Pasheley H. Dentin basic structure and composition-and overview. *Endodontic topics* 2012; 20:3- 29.
2. Kinney J-H, Marshall G-W. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Critical reviews in oral biology & medicine*. 2003; 14(1):13-29.
3. Hülsman M. Effects of mechanical instrumentation and chemical irrigation on the root canal dentin and surrounding tissues. *Endodontic topics*. 2013; 29:55-86.
4. Fonseca RB, Haiter-Neto F, Carlo HL, Soares CJ, Sinhoreti MA, Puppini-Rontani RM et al. Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age. *Arch Oral Biol* 2008; 53(11): 1023-1029.
5. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*. 2003; 36: 810-830.
6. Machacuay AA, Pineda-Mejía M, Salcedo-Moncada, D. Capacidad de humectación de soluciones irrigantes del tratamiento de conductos radiculares. *In vitro. Odontología sanmarquina*. 2016; 19(2): 15-18.
7. Guerrero BEF, Callire, LYG. Interacciones entre soluciones irrigantes durante el tratamiento de endodoncia. *Revista Médica Basadrina*. 2017;11(1): 56-59.
8. Yemail P, Ferrer S, Morales E, Mercado, L. Cambios histomorfométricos en dentina al utilizar biomodificadores radiculares. *Revisión sistemática. Universitas Odontológica*. 2017; 36(76).
9. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J*. 2010;43(1):2-15. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x

10. Lima Nogueira BM, da Costa Pereira TI, Pedrinha VF, de Almeida Rodrigues P. Effects of Different Irrigation Solutions and Protocols on Mineral Content and Ultrastructure of Root Canal Dentine. *Iran Endod J.* 2018;13(2):209-215. doi: 10.22037/iej.v13i2.19287
11. Quteifani M, Madarati AA, Layous K, Tayyan MA. A Comparative *ex-vivo* Study of Effects of Different Irrigation Protocols with/without Laser Activation on the Root Dentine's Micro-Hardness. *Eur Endod J.* 2019;4(3):127-132. doi: 10.14744/eej.2019.49369
12. Baldasso FER, Roletto L, Silva VDD, Morgental RD, Kopper PMP. Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Braz Oral Res.* 2017;31:e40. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0040.
13. Tartari T, Duarte Junior AP, Silva Júnior JO, Klautau EB, Silva E Souza Junior MH, Silva E Souza Junior Pde A. Etidronate from medicine to endodontics: effects of different irrigation regimes on root dentin roughness. *J Appl Oral Sci.* 2013;21(5):409-15. doi: 10.1590/1679-775720130201.
14. Soares CJ, Rodrigues MP, Faria-E-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC, Versluis A. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? *Braz Oral Res.* 2018; 32(suppl 1): e76. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0076.
15. García-Guerrero C, Parra-Junco C, Quijano-Guauque S, Molano N, Pineda GA, Marín-Zuluaga DJ. Vertical root fractures in endodontically-treated teeth: A retrospective analysis of possible risk factors. *J Investig Clin Dent.* 2018;9(1). doi: 10.1111/jicd.12273.
16. Abreu Correa, JM. Complejo dentino pulpar. Estructura y diagnóstico. *Revista de Medicina Isla de la Juventud.* 2013; 12(1): 82-89.
17. Torres LM, Torres C. Caracterización de la dentina tratada endodónticamente: una revisión. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2014; 25(2): 372-388.
18. Castellanos-Cosano L., Martín-González J., Calvo-Monroy C., López-Frías F.J., Velasco-Ortega E., Llamas-Carreras J.M. et al. Endodoncia preventiva:

- Protección pulpar mediante la técnica de eliminación de la caries en etapas (stepwise excavation). Av Odontoestomatol [Internet]. 2011 Oct [citado 2020 Oct 29]; 27(5): 245-252. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852011000500004&lng=es.
19. Mesa, C. M., & Henao, E. A. O. Composición química y microestructura de la dentina de pacientes colombianos. Revista Colombiana de Materiales. 2014; (5): 73-78.
20. Zamora Gastón, Fuentes Rodrigo, Peschke Erika, Nenen Felipe. Comparación Microscópica del Barro Dentinario Residual en Conductos Radiculares, tras Instrumentación Rotatoria con y sin un Quelante Viscoso. Int. J. Odontostomat. [Internet]. 2011 Ago [citado 2020 Oct 29]; 5(2):165-170. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2011000200009&lng=es.
21. Pérez De Arce Carrasco VI, Rodríguez Olivares PA, Echeverri Caballero D. Activación Sónica Versus Ultrasónica de EDTA al 10% para Remoción de Barrillo Dentinario en el Tercio Apical del Canal Radicular. Int. J. Odontostomat. [Internet]. 2014 Abr [citado 2020 Oct 29]; 8(1):153-159. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2014000100021&lng=es
22. Martinelli S, Strehl A, Mesa M. Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. Odontoestomatología [Internet]. 2012 mayo [citado 2020 Oct 29]; 14(19):52-63. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392012000100006&lng=es.
23. Labarta A, Sierra L. Remoción del barro dentinario y erosión sobre el sustrato al utilizar diferentes soluciones ácidas. Odontol Sanmarquina [Internet]. 20jun.2018 [citado 29oct.2020];21(2):103-12. Available from:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/1477>

5

24. De Langhe, C. D. L., Rocha, M. T., & Finten, S. B. Actualización sobre irrigantes y nuevas técnicas de irrigación utilizados para la eliminación del smear layer o barro dentinario. *Revista de la Facultad de Odontología*. 2013; 6(2):62-71. Disponible en: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/rfo/article/view/1650/1410>
25. Pavón M, Guerrerp W, Avilés I, Espinosa E. Evaluación tomográfica y radiográficamente de la obturación radicular tridimensional de conductos radiculares únicos tratados con tres técnicas de obturación radicular: Estudio in vitro. *Revista Facultad de Odontología*. 2016; 18 (1): 33 – 40
26. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014;216(6):299-303. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.204
27. Cárdenas-Bahena Á, Sánchez-García S, Tinajero-Morales C, González-Rodríguez Víctor Manuel, Baires-Várguez Laura. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. *Rev. Odont. Mex [revista en la Internet]*. 2012 Dic [citado 2020 Oct 29]; 16(4): 252-258. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2012000400004&lng=es.
28. Gołąbek H, Borys KM, Kohli MR, Brus-Sawczuk K, Strużycka I. Chemical aspect of sodium hypochlorite activation in obtaining favorable outcomes of endodontic treatment: An in-vitro study. *Adv Clin Exp Med*. 2019;28(10):1311-1319. doi: 10.17219/acem/104523.
29. Marín Botero ML, Gómez Gómez B, Cano Orozco AD, Cruz López S, Castañeda Peláez DA, Castillo Castillo EY. Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, propuesta terapéutica, y Revisión de literatura. *Av Odontoestomato*. 2019; 35 (1): 33-43.
30. Farook SA, Shah V, Lenouvel D, Sheikh O, Sadiq Z, Cascarini L, Webb R. Guidelines for management of sodium hypochlorite extrusion injuries. *Br Dent J*. 2014;217(12):679-84. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.1099.

31. Abuhaimed TS, Abou Neel EA. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. *Biomed Res Int.* 2017; 2017:1930360. doi: 10.1155/2017/1930360.
32. Zhou H, Li Q, Wei L, Huang S, Zhao S. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with chitosan and MTAD. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(1):76-80. doi: 10.4103/1119-3077.224798.
33. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: an update review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(3):e70-6. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.02.015.
34. Tong Z, Huang L, Ling J, Mao X, Ning Y, Deng D. Effects of intracanal irrigant MTAD Combined with nisin at sub-minimum inhibitory concentration levels on *Enterococcus faecalis* growth and the expression of pathogenic genes. *PLoS One.* 2014;9(3):e90235. doi: 10.1371/journal.pone.0090235
35. Yadav HK, Yadav RK, Chandra A, Tikku AP. A Scanning Electron Microscopic Evaluation of the Effectiveness of Etidronic Acid, SmearClear and MTAD in Removing the Intracanal Smear Layer. *J Dent (Shiraz).* 2017;18(2):118-126.
36. Yadav HK, Tikku AP, Chandra A, Yadav RK, Patel DK. Efficacy of etidronic acid, BioPure MTAD and SmearClear in removing calcium ions from the root canal: An in vitro study. *Eur J Dent.* 2015;9(4):523-528. doi: 10.4103/1305-7456.172613
37. Sadegh M, Sohrabi H, Kharazifard M, Afkhami F. Effect of Smear Clear and Some Other Commonly Used Irrigants on dislodgement resistance of Mineral Trioxide Aggregate to Root Dentin. *J Clin Exp Dent.* 2017; 9(5):e617-e621. doi: 10.4317/jced.53411.
38. Eliot C, Hatton JF, Stewart GP, Hildebolt CF, Jane Gillespie M, Gutmann JL, et al. The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: An *ex vivo* study. *Odontology.* 2014; 102:232–40.
39. Jagzap JB, Patil SS, Gade VJ, Chandhok DJ, Upagade MA, Thakur DA. Effectiveness of Three Different Irrigants - 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid, Q-MIX, and Phytic Acid in Smear Layer Removal: A Comparative

- Scanning Electron Microscope Study. *Contemp Clin Dent*. 2017;8(3):459-463. doi: 10.4103/ccd.ccd_524_17
40. Sailaja PM, Ahmed S, Devi KS, Shiva S. Comparative evaluation of various herbal and synthetic solutions on disinfection of guttapercha: An *in vitro* study. *Indian J Dent Res*. 2020;31(3):376-381. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_556_17.
41. Matos FS, Khoury RD, Carvalho CAT, Martinho FC, Bresciani E, Valera MC. Effect of EDTA and QMIX Ultrasonic Activation on the Reduction of Microorganisms and Endotoxins in Ex Vivo Human Root Canals. *Braz Dent J*. 2019;30(3):220-226. doi: 10.1590/0103-6440201902470.
42. Gandolfi MG, Taddei P, Pondrelli A, Zamparini F, Prati C, Spagnuolo G. Demineralization, Collagen Modification and Remineralization Degree of Human Dentin after EDTA and Citric Acid Treatments. *Materials (Basel)*. 2018;12(1):25. doi: 10.3390/ma12010025.
43. Antunes PVS, Flamini LES, Chaves JFM, Silva RG, Cruz Filho AMD. Comparative effects of final canal irrigation with chitosan and EDTA. *J Appl Oral Sci*. 2019;28: e20190005. doi: 10.1590/1678-7757-2019-0005.
44. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JF, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J*. 2013;24(2):89-102. doi: 10.1590/0103-6440201302188.
45. Bernardi A, Teixeira CS. The properties of chlorhexidine and undesired effects of its use in endodontics. *Quintessence Int*. 2015;46(7):575-82. doi: 10.3290/j.qi.a33934.
46. Guevara Canales J, Lopes Santos M, Morales Vadillo R, Botega Curcio W, Neiva Campos C, Vinícius Queiróz de P et al. Evaluación radiográfica y microscópica de la acción de quelantes en la remoción del barro dentinario. *Rev Cubana Estomatol [Internet]*. 2014 Jun [citado 2020 Oct 29]; 51(2):156-168. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072014000200004&lng=es.

47. Turk T, Kaval ME, Şen BH. Evaluation of the smear layer removal and erosive capacity of EDTA, boric acid, citric acid and desy clean solutions: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2015;15:104. doi: 10.1186/s12903-015-0090-y.
48. 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. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016;6(1):44-8. doi: 10.4103/2231-0762.175412
49. Kandil H, Labid A, Alhadainy. Effect of different irrigant solutions on microhardness and smearlayer removal of root canal dentin. *Tanta Dental Journal*. 2014; 11: 1 – 11.
50. Salgar A, Chandak M, Dass A, Saxena A, Bhatia C, Chandak R. Comparison of different irrigating solutions on root canal disinfection after mechanical preparation by using scanning electron microscope: An in vitro study. *J Interdiscip Dentistry*. 2015; 5:65-70
51. Gudiño C, Monar Coloma J. Estudio experimental comparativo in vitro de la eliminación del barrillo dentinario en el tercio apical entre QMix y EDTA 17% con activación ultrasónica pasiva. *Odontoinvestigación [Internet]*. 1 de septiembre de 2016 [citado 29 de octubre de 2020];2(2). Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/odontoinvestigacion/article/view/749>
52. Durmuş B, Hale AA, Oğuz E, Sema B. The effect of different irrigation protocols on elastic modulus of dentine and biomechanics of single-rooted premolar tooth: A nano-indentation and finite element analysis study. *Niger J Clin Pract* 2019; 22:101-7.
53. Irigoyen, A., Santis, S., Soto, I., Marchant, C. Comparación in vitro del cambio de microdureza superficial dentinaria entre dos secuencias de irrigación endodóntica. *Appli. Sci. Dent*. 2020; 1(1): 1-8
54. Kolosowski KP, Sodhi RN, Kishen A, Basrani BR. Qualitative Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry Analysis of Root Dentin Irrigated with Sodium Hypochlorite, EDTA, or Chlorhexidine. *J Endod*. 2015;41(10):1672–7
55. Hillesheim Leila C, Hoffmann Juliara B, Schuldt Daniela Peressoni V, Tedesco Maybell, Bortoluzzi EA, Teixeira Cleonice S. Intracanal Irrigating Solutions Prior

to Calcium Hydroxide Medication and Its Effects on Root Dentin Strength. *Braz. Dent. J.* [Internet]. 2017 Feb [cited 2020 Oct 29]; 28(1):46-50. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402017000100046&lng=en.