

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**



**ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO UTILIZANDO EDTA,
ÁCIDO ETIDRÓNICO Y ÁCIDO PERACÉTICO, EN LOS TÚBULOS
DENTINARIOS: ESTUDIO *IN VITRO***

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. STEPHANIE ESTRADA ASPE

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

**DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ
VELÁZQUEZ**

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

**DR. JULIO CÉSAR GARCÍA
BRIONES**

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, B.C. a 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **"ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO UTILIZANDO EDTA, ÁCIDO ETIDRÓNICO Y ÁCIDO PERACÉTICO, EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS: ESTUDIO IN VITRO"**

Propuesto por el C.D. STEPHANIE ESTRADA ASPE, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

PRESIDENTE

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, B.C. a 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **"ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO UTILIZANDO EDTA, ÁCIDO ETIDRÓNICO Y ÁCIDO PERACÉTICO, EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS: ESTUDIO IN VITRO"**

Propuesto por el C.D. STEPHANIE ESTRADA ASPE, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"


DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ

SINODAL

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, B.C. a 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **"ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO UTILIZANDO EDTA, ÁCIDO ETIDRÓNICO Y ÁCIDO PERACÉTICO, EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS: ESTUDIO IN VITRO"**

Propuesto por el, C.D. STEPHANIE ESTRADA ASPE fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"



DR. JULIO GARCÍA BRIONES

SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, B.C. a 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

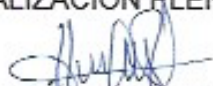
Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **"ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO UTILIZANDO EDTA, ÁCIDO ETIDRÓNICO Y ÁCIDO PERACÉTICO, EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS: ESTUDIO IN VITRO"**

Propuesto por el, C.D. STEPHANIE ESTRADA ASPE fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"



MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

Ccp.- Archivo

**ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO UTILIZANDO EDTA, ÁCIDO
ETIDRÓNICO Y ÁCIDO PERACÉTICO, EN LOS TÚBULOS DENTINARIOS:
ESTUDIO *IN VITRO***

PRESENTA

C.D. STEPHANIE ESTRADA ASPE

**PRESIDENTE
(DIRECTORA DEL PROYECTO)**

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

**SINODALES
(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)**

DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ
VELÁZQUEZ

DR. JULIO CÉSAR GARCÍA
BRIONES

MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

Tijuana, Baja California, 30 de mayo de 2023

Ccp.- Archivo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a mis padres por el apoyo incondicional que siempre me han brindado en todos mis proyectos, por creer en mi en todo momento y siempre estar cuando mas los necesito. A ustedes les dedico todos mis logros, por ser mi ejemplo a seguir y por ser mi mayor inspiración en conseguir todas mis metas.

A mis hermanos por siempre estar presentes en cada uno de mis logros y por su apoyo siempre que los necesitaba. Por los momentos de risas que ellos sin saber era lo que necesitaba en ese momento.

Agradezco a mi mejor amigo y novio por siempre estar para mi, por creer en mi cuando llegue a dudar de mi misma, por tu apoyo incondicional, siempre dispuesto a ayudarme en lo que pudieras y por siempre tener las palabras indicadas cuando más lo necesitaba. Gracias por tu paciencia y comprensión en mis días más difíciles.

Agradezco a mi directora de tesis la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez por guiarme y apoyarme en cada etapa de nuestro proyecto, siempre dispuesta a ayudarme, y siempre atenta a resolver cada una de mis dudas. También le quiero agradecer por darme la oportunidad de continuar con mi formación profesional y ser parte de este posgrado. Gracias por siempre estar al pendiente de todos nosotros, por su dedicación y entrega infinita a esta institución y por siempre dar lo mejor para el posgrado.

Quiero agradecer a la Dra. Eustolia Rodríguez y al Dr. Hernán Carillo por su apoyo y disposición en todo momento, por siempre tener la mejor actitud, por su disposición y ayudarme en cada una de mis dudas.

AGRADECIMIENTOS

De igual manera, quiero agradecer al Dr. Julio García Briones por todo su apoyo y entrega a este posgrado. A la Dra. Eva Viviana Sarmiento por brindarme su tiempo y resolver mis dudas en unas de las etapas de mi tesis.

Agradezco a mis docentes que estuvieron conmigo desde el inicio de este trayecto, por siempre resolver mis dudas y por todo su conocimiento impartido, así como sus valiosos consejos, son parte importante en mi formación como futura endodoncista.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis compañeros del posgrado por haberme acompañado en este proceso, gracias por su apoyo, risas, consejos y por todas las experiencias que vivimos juntos, sin ustedes no hubiera sido tan bonito este trayecto.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Quiero agradecer a las siguientes instituciones:

A CONACyT por la beca otorgada CON No. CVU: 1141370

A la Universidad Autónoma de Baja California por abrirme las puertas de su institución para completar mi formación como especialista.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. ENDODONCIA.....	2
2.2. DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.....	3
2.2.1. OBJETIVOS BÁSICOS DE LA LIMPIEZA Y LA CONFORMACIÓN.....	3
2.3. DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.....	3
2.3.1. HIDRODINÁMIA DE LA IRRIGACIÓN	3
2.4. OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN	4
2.5. IRRIGANTES ENDODÓNTICOS.....	5
2.5.1 HIPOCLORITO DE SODIO	6
2.5.2. MECANISMO DE ACCIÓN DEL HIPOCLORITO DE SODIO	9
2.6. QUELANTES	10
2.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS QUELANTES.....	11
2.6.2. EDTA (ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO).....	11
2.6.3. MECANISMO DE ACCIÓN DEL EDTA.....	14
2.6.3. ÁCIDO ETIDRÓNICO.....	14
2.6.4. ÁCIDO PERACÉTICO	16

2.7. BARRILLO DENTINARIO	18
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
IV. JUSTIFICACIÓN	21
V. HIPÓTESIS	22
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	22
5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)	22
5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)	22
VI. OBJETIVOS.....	23
6.1. OBJETIVO GENERAL	23
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
VII. VARIABLES	24
7.1. VARIABLE INDEPENDIENTES	24
7.2. VARIABLES DEPENDIENTES	24
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	24
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	25
8.1. TIPO DE ESTUDIO.....	25
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO	25
8.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	25
8.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	25
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL	26
8.4. METODOLOGÍA	28

8.4.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	28
8.4.3. PREPARACIÓN DEL CORTE LONGITUDINAL DE LA MUESTRA.....	31
8.4.5 EVALUACIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE BARRILLO DENTINARIO	34
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
IX. RESULTADOS	37
9.1. PORCENTAJE DE REMANENTE DE BARRILLO DENTINARIO A TRAVÉS DE MICROSCÓPIO ESTEREOSCÓPICO.....	37
X. DISCUSIÓN	42
XI. CONCLUSIONES	45
XII. RECOMENDACIONES	46
XIII. BIBLIOGRAFÍA	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Agujas de irrigación..... 6

Figura 2. Hipoclorito de Sodio (NaOCl)..... 8

Figura 3. Mecanismo de acción del NaOCl..... 10

Figura 4. EDTA..... 13

Figura 5. Micrografía de la dentina..... 13

Figura 6. Ácido Etidróico 15

Figura 7. Formula del Ácido Peracético 17

Figura 8. Ácido Peracético 17

Figura 9. 35 dientes anteriores y premolares uniradiculares 27

Figura 10. Seccionamiento de la corona..... 29

Figura 11. Instrumentación rotatoria 30

Figura 12. Irrigación con agentes..... 31

Figura 13. Raíces seccionadas 32

Figura 14. Muestras en tubos Eppendorf..... 33

Figura 15. Horno de secado..... 33

Figura 16. Microscópio estereoscópico..... 35

Figura 17. Software Motic Images Plus 2.0..... 35

Figura 18. Cortes longitudinales por tercios de las muestras de cada grupo en microscópio estereoscópico a 40x. 38

Figura 19. Gráfica de la puntuación de barrillo dentinario en los conductos radiculares después de la irrigación con las diferentes soluciones quelantes por grupo. 39

Figura 20. Gráfica de la puntuación de barrillo dentinario en los conductos radiculares después de la irrigación de las diferentes soluciones quelantes en el tercio medio..... 40

Figura 21. Gráfica de la puntuación de barrillo dentinario en los conductos radiculares después de la irrigación de las diferentes soluciones quelantes en el tercio apical. 41

LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Grados centigrados
EDTA	Ácido etilendiaminotetracético
g	Gauge
HEBP	Ácido etidróico (por sus siglas en inglés)
LT	Longitud de trabajo
mL	Mililitros
mm	Milímetros
NaOCl	Hipoclorito de sodio
O.D.	Órgano dentario
PAA	Ácido peracético (por sus siglas en inglés)
SEM	Microscópio electrónico de barrido
X	Aumentos
µM	Micras o micrómetro

I. RESUMEN

Introducción: La irrigación juega un papel fundamental en el tratamiento de conductos. El uso de irrigantes proporciona una desinfección química en los conductos radiculares y la remoción del barrillo dentinario en el interior del conducto gracias a la aplicación y acción de las soluciones quelantes.

Objetivo: Evaluar la capacidad de eliminación del barrillo dentinario de tres agentes irrigantes: EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% en el conducto radicular mediante ensayos in-vitro.

Metodología: 35 órganos dentarios fueron divididos aleatoriamente en 4 grupos (n=10) según los siguientes protocolos de irrigación: Grupo A: NaOCl al 2.5% con EDTA al 17% (1 min). Grupo B: NaOCl al 5.25% con HEBP al 9.18% (1 min). Grupo C: NaOCl al 5.25% con PAA al 2.5% (1 min). Grupo D: Solución salina (control). Cada diente fue seccionado longitudinalmente en dos tercios (medio y apical), a través de un microscopio estereoscópico, se observó la eliminación de barrillo dentinario y el análisis de imagen junto con los resultados se realizó mediante el software Motic Image Plus 2.0. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS versión 29 para la prueba Kruskal Wallis con prueba post hoc U de Mann Whitney.

Resultados: El grupo A presentó remanente de barrillo dentinario con una puntuación de (0.75), el Grupo B con (1.3), Grupo C (1.05) y el grupo D con (2.2). No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los Grupos A, B y C ($p < 0.05$). Demostrando su capacidad como agentes quelantes.

Conclusiones: Todos los agentes quelantes tuvieron un efecto similar en la eliminación del barrillo dentinario. El uso de HEBP y PAA se pueden considerar como una alternativa al EDTA para su uso como agente quelante en los conductos radiculares mediante el tratamiento de conductos.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. ENDODONCIA

La endodoncia como definición es “la rama de la odontología que se encarga de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares, su estudio y práctica abarcan las ciencias básicas y clínicas incluyendo la biología de la pulpa normal, la etiología, diagnóstico, prevención, tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa, así como las afecciones perirradiculares asociadas”. El objetivo principal de la endodoncia es el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades o lesiones del conducto radicular y de los tejidos perirradiculares. Así mismo, el objetivo principal del tratamiento endodóntico debe ser optimizar la desinfección del conducto radicular y prevenir la reinfección. La infección del espacio del conducto radicular se identifica con mayor frecuencia a causa de una lesión cariosa profunda por medio de grietas en la estructura de la corona que se expanden hacia la cámara pulpar (1)

Cuando el tejido pulpar es vital puede defenderse contra microorganismos siendo un espacio no infectado hasta que gradualmente se vuelve necrótico. Cuando se trata de tejido pulpar vital en proceso de infección debe tratarse con asepsia, es decir, prevenir que la infección ingrese a un ambiente estéril, refiriéndose a la porción mas apical del conducto radicular. En el caso de los dientes no vitales, se requiere de antisepsia, intentando eliminar todos microorganismos en el conducto radicular. El reconocer un tejido vital o no vital no siempre es evidente con pruebas de vitalidad o radiografías, si embargo, el momento mas predecible para identificar la vitalidad es al ingresar al espacio pulpar (2).

2.2. DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS

El objetivo mecánico más importante en la instrumentación del conducto radicular es abarcar por completo y de forma centrada el conducto radicular en su forma original, lo que significa que se prepararán mecánicamente las superficies en su totalidad. Otro objetivo importante en la preparación biomecánica es conservar la mayor cantidad de tejido dentinario posible, así mismo para no debilitar la raíz y evitar el riesgo de fracturas radiculares. Es importante y necesaria realizar una preparación óptima del conducto radicular (1).

2.2.1. OBJETIVOS BÁSICOS DE LA LIMPIEZA Y LA CONFORMACIÓN

Los objetivos básicos de limpieza del conducto radicular (1):

- Eliminar tejidos blandos y duros infectados
- Proporcionar acceso a las soluciones de irrigación hasta la zona apical
- Crear espacio para la colocación de medicamentos y material de obturación
- Conservar la integridad de la estructura radicular

2.3. DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS

2.3.1. HIDRODINÁMIA DE LA IRRIGACIÓN

La dinámica de la irrigación se refiere al modo en que se penetra e intercambia el flujo de irrigantes en el sistema de conductos radiculares, así como las fuerzas empleadas de los mismos irrigantes obteniendo una desinfección previsible. Tanto la administración como el efecto antimicrobiano juegan un papel muy importante en la hidrodinámica. La irrigación se define como “el lavado de una cavidad corporal, herida con agua o un líquido con mediación”. Un desinfectante se define como “un

agente que inhibe la actividad de los microorganismos que pudieran provocar alguna enfermedad” (1).

2.4. OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN

En cuanto a los objetivos de la irrigación en la endodoncia son mecánicos, químicos y biológicos. Los tres principios actúan en conjunto química y mecánicamente mediante irrigantes e instrumentos actuando de esta manera (1)

- Limpiar o eliminar residuos
- Lubricar
- Disolver tejido orgánico
- Disolver tejido inorgánico
- Evitar formación de barrillo dentinario

La eficacia mecánica dependerá por medio de fuerzas e intercambio de fluidos. La eficacia química dependerá de la concentración del irrigante antimicrobiano, zonas de contacto y la duración del irrigante con el material infectado. La eficacia biológica dependerá del efecto antimicrobiano. Las propiedades ideales de un irrigante endodóntico son (1,3)

- Alto efecto antimicrobiano
- Desinfectante eficaz
- Estable en solución
- Efecto antibacteriano prolongado después de su uso
- Activo en presencia de sangre, suero y proteínas
- Baja tensión superficial
- No ser citotóxico
- Elimine barrillo dentinario
- Inactivar las endotoxinas

- No ser irritante ante los tejidos vitales
- No provocar reacción anafiláctica
- No teñir la estructura dental
- Cómodo y fácil de aplicar
- Económico
- Sin efecto adverso sobre el sellado de materiales

En la literatura sobre endodoncia, se ha enfatizado durante mucho años la importancia de la preparación quimiomecánica. En particular, el procedimiento de irrigación ha sido un paso crucial en el tratamiento de conductos radiculares, por éste motivo, se han producido varios irrigantes asociados en el tratamiento de conductos. Es importante tener en cuenta la anatomía compleja de los conductos radiculares, así como su composición que comprende tejido pulpar, dentina, residuos de tejido orgánico y bacterias tanto como en las paredes, la luz de conducto, ramificaciones, istmos y túbulos dentinarios. La instrumentación del conducto radicular comprende la acción combinada de instrumentos de endodoncia y soluciones de irrigación, con el objetivo de eliminar el contenido microbiano y sus subproductos, así como los restos inorgánicos y orgánicos (2). Si no se cumple el régimen de instrumentación junto con irrigación permanece una considerable cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos ocasionando un mal pronóstico al éxito del tratamiento de conductos (4).

2.5. IRRIGANTES ENDODÓNTICOS

Los irrigantes endodónticos deben tener, entre otras propiedades, un amplio espectro de actividad antimicrobiana contra los microorganismos anaeróbicos y facultativos que crecen en las biopelículas y una relativa ausencia de toxicidad contra los tejidos periapicales y la mucosa oral. Es importante considerar ciertos elementos que nos ayuden a la correcta desinfección del conducto radicular, así

II. INTRODUCCIÓN

como el volumen de la solución, la anatomía del conducto, su tamaño, la longitud, calibre y posición de la aguja (5)

En cuanto a la profundidad de penetración de la aguja se debe considerar el tamaño y la longitud de la misma, ambos factores son fundamentales para la eficacia de la irrigación. Otro factor importante es el diámetro interno y externo de la aguja. Las agujas comunes en el uso endodóntico son las de calibre 27 con un diámetro externo de 0.42 mm y una más pequeña de calibre 30 con diámetro 0.32. En cuanto a la presión de irrigación, el tipo y orientación afecta directamente la extrusión del irrigante. Es importante la seguridad de la irrigación para evitar la extrusión apical del foramen apical (1).

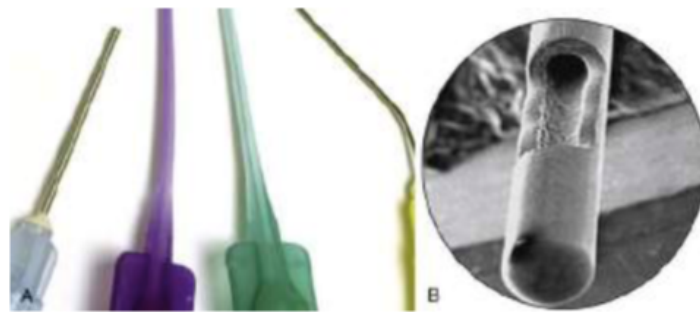


Figura 1. Aguja de irrigación

A. Imagen de agujas para la irrigación de los conductos radiculares. Se muestran ejemplos con extremo abierto y cerrado, ventilados en los laterales. Fabricados de plástico y acero inoxidable. B. Imagen de MEB de una aguja de seguridad de calibre 30 (1).

2.5.1 HIPOCLORITO DE SODIO

El hipoclorito de sodio (NaOCl) se implementó por primera vez en el año 1789 en Javelle, Francia, utilizando cloro gaseoso por medio de solución de sodio carbonato. El producto obtenido de la solución fue conocido como “agua de Javelle” dado nombre proveniente de la zona geográfica, se conocía como una

II. INTRODUCCIÓN

solución débil de hipoclorito de sodio. En cambio, ese proceso no era muy eficiente y se sugirió buscar métodos alternativos de producción de la misma solución pero con resultados mas eficientes. Uno de los métodos utilizados fue la extracción de hipoclorito de calcio, también llamado “cal clorada” conocido como polvo blanqueador con carbonato de sodio con el propósito de obtener bajos niveles de cloro. Este método fue usado comúnmente para producir soluciones de hipoclorito de sodio para su uso como antiséptico hospitalario nombrado “Eusol” y “Solución de Dakin’s”. El NaOCl era utilizado al 0.5% como solución antiséptica de heridas en la Primera Guerra Mundial por Dakin (6).

Walker, en 1936, introdujo el irrigante Hipoclorito de sodio (NaOCl) y desde entonces se conoce como el irrigante principal del conducto radicular debido a su amplia actividad antimicrobiana, la capacidad para disolver tejido orgánico del conducto radicular. Sin embargo, se ha demostrado ciertas limitaciones y desventajas como su incapacidad para disolver tejido inorgánico. Por lo tanto, se requiere el uso de agentes descalcificantes para eliminar desechos y la fase inorgánica del barrillo dentinario (4). En 1943, 7 años después Grossman recomendó la combinación de NaOCl con peróxido de hidrógeno y desde entonces se recomienda el uso de sustancias adicionales que juegan un papel muy importante en el desbridamiento del conducto radicular como complementación de la desinfección, queriendo eliminar aquellas partículas remanentes en el conducto radicular incapaz de ser eliminadas por una sola irrigación. Se cree que la eliminación total del barrillo dentinario mejora de manera significativa la difusión de los irrigantes al sistema de conductos radiculares, logrando una adaptación favorable de los materiales de obturación a la dentina en el conducto radicular (5). El NaOCl, en su mecanismo, por su naturaleza proteolítica, al actuar rompe las fibras de colágeno, de manera que las degrada, también es responsable de la erosión de la superficie y de la eliminación débil del barrillo dentinario (7).



Figura 2. Hipoclorito de Sodio (NaOCl)

En la imagen se observa la presentación comercial del NaOCl al 5.40% de la casa comercial CLORALEX (8).

Características del hipoclorito de sodio son (3):

- Agente antimicrobiano eficaz
- Excelente solvente de tejido orgánico
- Eficaz con bastante rapidez
- Lubrica

Limitaciones del hipoclorito de sodio son (3):

- Altamente citotóxico
- Sin sustentabilidad
- Corrosivo
- Olor desagradable
- No elimina tejido inorgánico

2.5.2. MECANISMO DE ACCIÓN DEL HIPOCLORITO DE SODIO

Reacción de cloraminación - Una vez que el hipoclorito de sodio (NaOCl) entra en contacto con las proteínas tisulares, en un corto tiempo el nitrógeno, el formaldehído y el acetaldehído se forman. Durante esta fase los enlaces peptídicos se separan para posteriormente disolverse. El hidrógeno en los grupos amino son remplazados por cloro y a su vez se forman las cloraminas, jugando un papel de su importancia en la acción antimicrobiana. A su vez, el tejido necrótico y el exudado purulento se disuelven y la solución antimicrobiana tiene una mejor capacidad de limpieza en el área. Así como su aplicación para la desinfección del conducto radicular, el hipoclorito de sodio se utiliza para desproteinizar tejidos duros en el área biomédica (3).

Reacción de saponificación - Estrela et al. mencionan que el hipoclorito de sodio se trata de un equilibrio dinámico. Actuando como disolvente orgánico y graso que logra degradar los ácidos grasos, creando sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), asimismo reduciendo la tensión superficial de la solución (6).

Reacción de neutralización - El hipoclorito de sodio tiene la capacidad de neutralización, ya que por su pH básico fuerte > 11 es capaz de tener efectos antimicrobianos. Neutraliza los aminoácidos creando agua y sal. Al salir los iones hidroxilo se produce una reducción del pH. Al momento en que el cloro es disuelto en agua y contacta con materia orgánica, se forma ácido hipocloroso. Este ácido es débil con la fórmula química HClO, siendo un oxidante. El ácido actúa como disolvente, liberando cloro en combinación con la proteína del grupo amino se forman cloraminas. Este proceso conlleva a la degradación e hidrólisis de aminoácidos. La cloraminación, ó sea, la producción de cloraminas interfiere en el metabolismo celular. El cloro, es un fuerte oxidante, tiene efecto de acción antimicrobiano al inhibir enzimas bacterianas que conllevan a la oxidación irreversible del grupo SH (grupo sulfhidrilo) de enzimas esenciales (6).

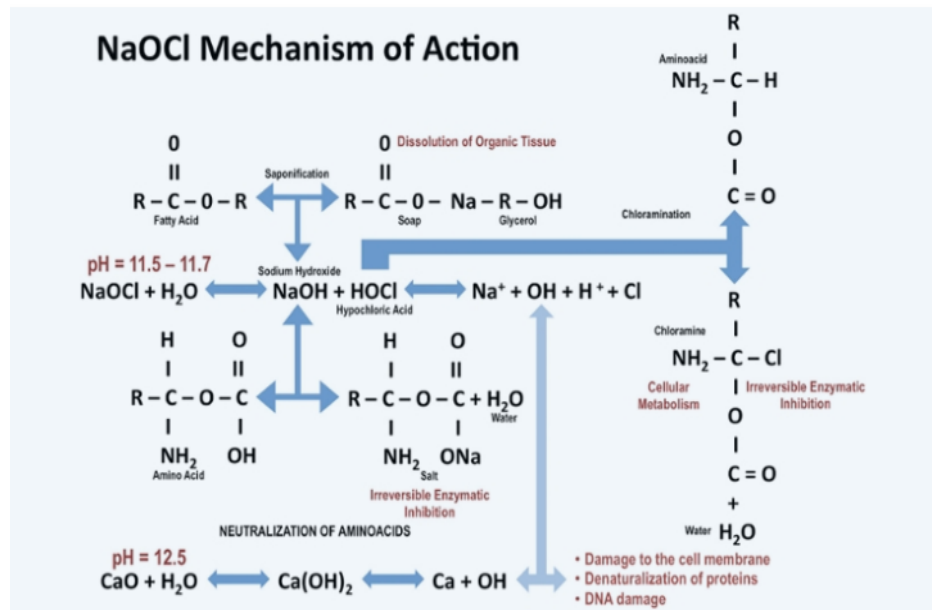


Figura 3. Mecanismo de acción del NaOCl

Esquema del mecanismo de acción del NaOCl con las principales interacciones y propiedades destacadas (9).

2.6. QUELANTES

Los quelantes o quelación se definen como un agente con capacidad de secuestro de iones metálicos catiónicos de dos o tres cargas positivas. Al hacerse la unión por medio del EDTA, los iones metálicos permanecen en solución, pero con menor reactividad. Los agentes quelantes se pueden aplicar en forma líquida o en forma de pasta (2).

En 1961 se originó preparaciones tipo pasta, cuando Stewart creó una combinación de peróxido de urea con glicerol. Mas adelante, por medio de los resultados de ese primer estudio preliminar y la inovación de EDTA a la práctica endodóntica, el peróxido de urea y el EDTA fue combinado en un vehículo carbowax (polietilenglicol) soluble en agua. Quelantes de tipo pasta similares que

contienen EDTA y peróxido se han comercializado por otros fabricantes. Sin embargo, ninguna de estas pastas debe utilizarse, ya que son ineficientes para eliminar la formación del barrillo dentinario. Además, en lugar de reducir el estrés físico en los instrumentos, las pastas (lubricantes) a base de carbowax, dependiendo la forma del instrumento, no causa ningún efecto, hasta pueden llegar a ser contraproducentes (2).

2.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS QUELANTES

Algunas características de los agentes quelantes son (2):

- Eliminar materia inorgánica del barrillo dentinario
- Eliminar el barrillo dentinario después de la irrigación con NaOCl
- Contribuir en la eliminación de bacterias en el conducto radicular
- Los productos combinados tienen propiedades antimicrobianas de amplio espectro
- Desmineralizar la dentina (20 a 50 micras)
- Baja toxicidad

2.6.2. EDTA (ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO)

El EDTA (Figura 4) fue descrito por primera vez en 1957 por Birger Nygaars Østby. Originalmente, estaba compuesto por la sal disódica de ácido etilendiaminotetracético, agua destilada e hidróxido de sodio. Posteriormente, se le agregó un detergente para bajar su tensión superficial, aumentando la humectación y la capacidad de penetración en la dentina (10).

El ácido etilendiaminotetracético (EDTA) al 17% es el agente quelante más utilizado en el tratamiento de conductos por su eliminación eficiente para disolver barrillo dentinario y ampliar el conducto radicular. Es incoloro, tiene un pH de 7 - 8 actuando como agente quelante, es decir, tiene la capacidad de atrapar o

II. INTRODUCCIÓN

“secuestrar” iones metálicos catiónicos, retirando la capa residual después de la irrigación inicial con NaOCl, tiene baja toxicidad, se utiliza normalmente a una concentración del 17% y una de sus desventajas es su poca o nula actividad antimicrobiana, esto es debido a que debilita la membrana celular bacteriana, pero no es capaz de eliminarla (3).

Los minerales de la dentina como el calcio y el fosfato son componentes solubles. Al aplicar EDTA a la pared del conducto radicular el calcio es eliminado, en ese momento los iones de calcio adicionales entran en la solución para mantener el equilibrio y la constante del producto, por lo tanto como el EDTA atrapa esos iones de calcio genera una descalcificación de la dentina (10).

Su utilización se recomienda por 1 min para resultados favorable o hasta 2 min, incluso hay estudios que mencionan que en capas gruesas se podría utilizar hasta 5 min máximo, no más. Durante su irrigación, la solución entra en contacto con la capa más superficial de la dentina, siendo la dentina peritubular y posteriormente se difunde a la dentina intertubular creando una limpieza mas profunda. Sin embargo, al emplear quelantes con alto porcentaje pueden descalcificar de manera completa la pared del conducto radicular ocasionando un efecto negativo en el sellado radicular, puede intervenir con el contenido mineral de la dentina creando una debilitación excesiva de la dentina, exponiendo las fibras de colágeno en acción a otras sustancias e incluso ocasionar fracturas radiculares. Cuando el EDTA se usa en exceso, el 73% de la materia inorgánica del polvo dentinario puede ser quelado después de una hora de exposición. Al aplicarlo por 10 min pudiera causar una erosión en la dentina peritubular e intertubular, por una excesiva apertura y ensanchamiento de los tubulillos dentinarios (Figura 5) (11).

Además, el EDTA en su combinación con el NaOCl puede tener efectos negativos en su acción biológica como la reducción a corto plazo de las propiedades del mismo como el cloro liberado (12) lo que hace que sea ineficaz (13).

II. INTRODUCCIÓN

Se han propuesto distintas soluciones como sustituto al EDTA para simplificar el protocolo de NaOCl y EDTA con distintos quelantes que no interfieran con las propiedades biológicas, un irrigante con menor agresión en la desmineralización de la dentina y mayor concentración antimicrobiana viable para ser utilizado como irrigante final (14). En los posibles sustitutos se encuentra el ácido etidróico y el ácido peracético.



Figura 4. EDTA

Imagen de EDTA al 17 % como agente quelante en los conductos radiculares (15)

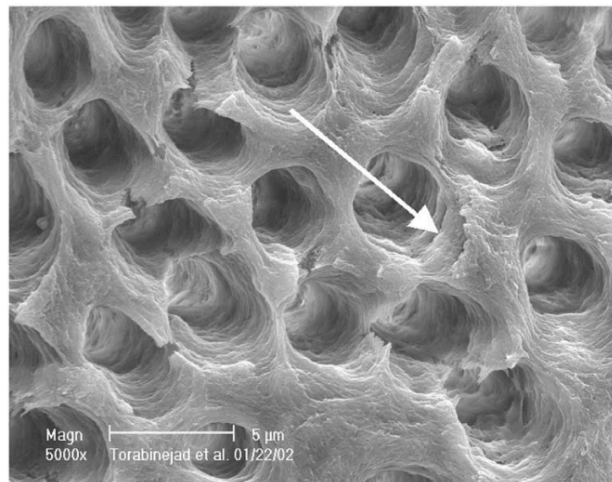


Figura 5. Micrografía de la dentina

En la figura se muestra erosión de la dentina al utilizar un quelante fuerte como el EDTA en el conducto radicular por mas de 5 minutos (16)

2.6.3. MECANISMO DE ACCIÓN DEL EDTA

Con la exposición directa durante un período prolongado de tiempo, EDTA extrae las proteínas de la superficie bacteriana mediante la combinación con iones metálicos de la envoltura celular, que pueden eventualmente conducir a la muerte bacteriana (6). Agente quelantes como el EDTA forman un complejo estable con el calcio. Cuando todos los iones disponibles están enlazados, se alcanza el equilibrio y no se produce mayor disolución; por lo tanto, el EDTA es autolimitante (1).

2.6.3. ÁCIDO ETIDRÓNICO

El ácido etidróico al 18% también conocido como 1- hidroxietilideno-1, 1- bifosfonato (HEBP) es utilizado como bifosfonato con administración sistémica para tratamientos con pacientes con problemas óseos, como osteoporosis, inhibiendo la calcificación, actualmente se a sugerido como alternativa para la eliminación eficiente de la capa de frotis y actividad antimicrobiana en los conductos radiculares mediante el tratamiento endodóntico. Es un quelante con propiedades muy similares al EDTA, esta sustancia es biocompatible con los tejidos y es capaz de combinarse con NaOCl sin posibles interferencias en las propiedades y efecto biológico de ambas sustancias. Esto nos da una gran ventaja de su uso en combinación con el hipoclorito de sodio como único irrigante final sin alteraciones durante o después de la instrumentación. Sin embargo, la acción antimicrobiana del ácido etidróico es muy baja, esto nos hace dudar si realmente cumpliría la función de desinfección completa como irrigante final sin la necesidad del hipoclorito de sodio (4,14). Se a demostrado que el ácido etidróico es capaz de disolver barrillo dentinario con un tiempo considerable de 1 min al combinarse con NaOCl siendo menos agresivo en los túbulos dentinarios que el EDTA (4). El EDTA es un agente con mayor capacidad para eliminar la capa de barrillo

II. INTRODUCCIÓN

dentinario que el ácido etidrónico. Por otro lado existen efectos erosivos del EDTA que también se han reportado en otros estudios (3).

El ácido etidrónico es un quelante con una potencia relativamente débil, se requieren 5 minutos para su la completa eliminación del barrillo dentinario, sin embargo, la probabilidad de que se generen errores de preparación podría ser inferior a la del EDTA. Al ser un quelante debil se a sugerido como alternativa al EDTA ejerciendo un efecto menos agresivo en la dentina, además que al combinarse con NaOCl no altera las propiedades ideales de ambos irrigantes (17).

Características del HEBP (17):

- Eliminación del barrillo dentinario
- Efecto biológico sin alteración
- Baja agresión de descalcificación
- Baja acción bactericida
- Biocompatible con los tejidos periradiculares



Figura 6. Ácido Etidrónico

Imagen del ácido etidrónico como agente quelante al 60% (18).

2.6.4. ÁCIDO PERACÉTICO

El ácido peracético con concentraciones entre 0,5 y 2,25 % se considera como un agente oxidante, es utilizado para la desinfección de instrumentos y en la industria alimenticia (8). El PAA recientemente a sido propuesto como sustituto o alternativa del EDTA por su potencial de limpieza y desinfección, es capaz de eliminar el barrillo dentinario (19). Esta sustancia se conoce como bactericida, esporicida, virucida y fungicida incluso a bajas concentraciones, características esenciales para un irrigante en el conducto radicular, presenta una alta acción antimicrobiana, incluso en la presencia de proteínas, siendo así, nos da la ventaja y una mayor seguridad de poder eliminar el hipoclorito de sodio como irrigante final (4).

El PAA no se considera como tal en forma pura, si no que se forma por la combinación y en equilibrio el peróxido de hidrógeno, ácido acético y acetilhidroperóxido, creando así, el ácido peracético. En la década de 1980 en Europa del Este se utilizaron agentes irrigantes de ácido peracético con diferentes concentraciones para la desinfección del conducto radicular en la endodoncia, sin embargo, por cambios políticos, se dejó en desuso, ya que generaba un olor muy ácido e intenso en el consultorio dental (20). Hasta el momento no está claro si se deben implementar agentes descalcificadores fuertes o débiles en cuanto a la preparación químico-mecánica, ya que un agente fuerte es capaz de eliminar el barrillo dentinario en su totalidad y dejar un conducto limpio, pero la desventaja de este es que puede atacar a grandes cantidades la dentina del conducto radicular. Por lo tanto, se sugiere un agente débil o moderado siendo una alternativa para preservar la estructura dentinaria (3)

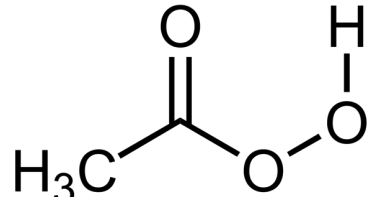


Figura 7. Formula del Ácido Peracético

Imagen del ácido peracético en su formula química (21)

Características del ácido peracético (20):

- Eliminación del barrillo dentinario
- Efecto biológico sin alteración
- Baja agresión de descalcificación
- Alta acción bactericida
- Biocompatible con los tejidos periradiculares



Figura 8. Ácido Peracético

Imagen del ácido peracético al 15% marca ACIDEX utilizado como agente quelante en el uso endodóntico (22)

2.7. BARRILLO DENTINARIO

La identificación del barrillo dentinario fue estudiada por primera vez en 1970 por Eick et al. en preparaciones de cavidades coronales, con la utilización del microscopio electrónico de barrido. Describieron que el barrillo dentinario esta compuesto de partículas de tamaño variable que por lo general se encuentran en un rango de 0.5 -15 μm . Brannstrom y Johnson en 1974 demostraron que en las preparaciones coronarias se formaba una delgada capa de restos dentinarios, estimaron que el grosor de la capa era de entre 2 y 5 μm y se extendía unos micrómetros hacia dentro de los túbulos dentinarios (23).

McComb y Smith en 1975 fueron los primeros investigadores en describir el barrillo dentinario sobre la superficie de conductos radiculares instrumentados quienes sugirieron que el barrillo dentinario no solo estaba compuesto de dentina, sino que también contenía restos de procesos odontoblásticos, tejido pulpar y microorganismos. En 1977 Lester y Boyde describieron el barrillo dentinario como materia orgánica atrapada dentro de dentina inorgánica; los mismos autores no pudieron remover el barrillo con hipoclorito de sodio, llegando a la conclusión de que estaba compuesto principalmente por tejido dentinario inorgánico (24).

Goldman y col. en 1981 detectaron que el grosor del barrillo dentinario era de 1 μm y concluyeron, como en estudios anteriores, que el barrillo dentinario está compuesto en gran parte de materia inorgánica. Mader et al. en 1984 reportaron que el barrillo dentinario usualmente tenía un grosor de 1 a 2 μm . Cameron en 1983 y Mader et al. Mencionan que el barrillo dentinario tiene dos capas, la primera una capa superficial, es facil de eliminar y poco adherente. La segunda capa es materia empaquetada y adherida fuertemente dentro de los túbulos dentinarios a una profundidad de hasta 40 μm (25).

Un enorme número de agentes químicos han sido propuestos como agentes irrigantes por sus propiedades para la remoción del barrillo dentinario. Kaufman y

II. INTRODUCCIÓN

Greenbergen en 1986, una acción con mayor efecto es utilizar un irrigante que desinfecte y limpie los conductos junto con un irrigante o solución que elimine los restos y barrillo dentinario creados durante los procedimientos de instrumentación. Por otra parte, el barrillo dentinario es capaz de limitar la penetración de los agentes desinfectantes hacia los túbulos dentinarios e impedir la adecuada desinfección del sistema de conductos radicular. Posteriormente, mediante un estudio de los mismos autores concluyeron que el barrillo dentinario retrasa, pero no impide la acción de los irrigantes (26)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La importancia de la preparación quimiomecánica y biológica es fundamental para la correcta desinfección y desbridamiento del sistema de conductos radiculares. En particular, el procedimiento de irrigación ha sido un paso crucial en el tratamiento de conductos radiculares, por éste motivo, se han estudiado varios irrigantes asociados en el tratamiento de conductos. En el presente estudio se plantea la evaluación de la capacidad de eliminación del barrillo dentinario con tres agentes irrigantes, así como conocer el comportamiento de distintos agentes quelantes después de la instrumentación, con el fin de obtener un tratamiento mas predecible y con mejor pronóstico.

Por lo que se plantea la siguiente pregunta, ¿Cuál de los irrigantes endodónticos EDTA, HEBP y PAA tendrá un mayor efecto quelante ante la remoción de barrillo dentinario en el conducto radicular?

IV. JUSTIFICACIÓN

El uso de irrigantes previo a la obturación es relevante para lograr una correcta limpieza y adaptación del material de obturación a las paredes del conducto radicular. Se recomienda NaOCl como irrigante principal del conducto radicular debido a su amplio efecto antimicrobiano y su capacidad para disolver tejido orgánico, Sin embargo, se ha demostrado que a pesar de su excelente potencial antimicrobiano y su capacidad para disolver tejido orgánico tiene sus limitaciones y desventajas como la manera ineficiente de eliminación de barrillo dentinario. Por otro lado, el EDTA se clasifica como el irrigante quelante ampliamente utilizado en los últimos años, resaltando con sus ventajas principales como su alto potencial de descalcificación de tejido inorgánico y su baja citotoxicidad. Existen estudios donde evalúan el efecto antimicrobiano y la interacción del efecto biológico de diferentes quelantes, sin embargo, debido a la falta de literatura y estudios sobre este tema, no se a hecho énfasis en su totalidad.

El presente estudio comparativo nos ayudará a determinar el efecto quelante de tres quelantes EDTA, HEBP y PAA en la remoción de barrillo dentinario.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La caracterización planteada en este trabajo de investigación nos permitirá identificar diferencia (si las hay) en la eficacia de los agentes quelantes como EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% en la remoción de barrillo dentinario.

5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)

No existirá diferencia significativa (con un nivel de confianza del 95%) al comparar los agentes quelantes como EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% en la remoción de barrillo dentinario.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

Existirá diferencia significativa (con un nivel de confianza del 95%) al comparar los agentes quelantes como EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% en la remoción de barrillo dentinario.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de eliminación del barrillo dentinario de tres agentes irrigantes: EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% en el conducto radicular, a través de microscópio estereoscópico.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar instrumentación y desinfección con el sistema rotatorio Protaper Gold en 35 dientes anteriores y premolares uniradiculares extraídos.
2. Realizar protocolos de irrigación en raíces uniradiulares con NaOCl al 5.25%. EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5%.
3. Realizar cortes longitudinales a los O.D. irrigados, en dos tercios (medio y apical).
4. Determinar la cantidad de barrillo dentinario en el conducto a través de microscópio estereoscópico.
5. Realizar análisis estadísticos de los resultados obtenidos.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLE INDEPENDIENTES

1. Tipo de irrigante (EDTA al 17% ,HEBP al 9.18% y PAA al 2.5%)

7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

1. Cantidad de barrillo dentinario en el conducto radicular

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

La eliminación de barrillo dentinario de tres diferentes agentes quelantes se evaluaron mediante un estudio *in vitro*. Se instrumentaron e irrigaron 35 O.D. uniradiculares, posteriormente se realizaron cortes longitudinales de cada raíz seleccionando solamente una mitad, las cuales fueron almacenadas de tubos eppendorf de 1.5 ml. Una vez obtenidas las muestras se realizaron los protocolos de irrigación con los diferentes agentes quelantes. Las muestras fueron almacenadas en una cámara de secado para eliminar la humedad, posteriormente fueron montadas en platinas por diferentes grupos donde se observaron las imágenes en el microscopio estereoscópico DM 143 a 4X. Finalmente las muestras fueron caracterizadas por la escala de Rome y cols.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

35 premolares uniradiculares extraídos, divididos en 4 grupos (n=10):

Grupo A: NaOCl al 5.25% alterando con EDTA al 17%

Grupo B: NaOCl al 5.25% alternado con HEBP al 9.18%

Grupo C: NaOCl al 5.25% alternado con PAA al 2.5%

Grupo D (control): NaOCl al 5.25% alternado con solución salina

8.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. O.D. anteriores y premolares
2. O.D. uniradiculares
3. O.D. permanentes
4. O.D. con conductos permeables

8.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. O.D. con fracturas radiculares
2. O.D. con instrumentos fracturados
3. O.D. con conductos calcificados
4. O.D. con curvaturas pronunciadas
5. O.D. con tratamiento endodóntico previo

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

Se emplearon 35 dientes anteriores y premolares unirradiculares humanos recién extraídos (Figura 9). Para el protocolo de irrigación las coronas dentales fueron seccionadas previamente con un disco de diamante montado sobre una pieza de baja velocidad. Para la irrigación de las muestras se utilizaron como agentes irrigantes endodónticos: NaOCl al 5.25% (Cloralex, Industrias ALEN S.A. DE C.V. México) EDTA al 17% (limpiador MD, Meta Biomed, Chungju, Corea), HEBP al 9.18% (Sigma-Aldrich), PAA al 2.5% (Acidex, Impulsora química OAXXA S.A. DE C.V. México) y solución salina al 0.9% (CS PISA). Para el acceso a los conductos y eliminación de tejido pulpar se emplearon limas manuales K #10, #15 y #20 (Sybron Endo, Kerr) para permeabilizar el conducto junto con una regla milimétrica endodóntica, se utilizó el motor X-Smart Plus (Dentsply Sirona, Maillefer), el sistema rotatorio ProTaper Gold (Dentsply Sirona Maillefer, Ballaige, Suiza) para la preparación biomecánica y conformación de los conductos radiculares. Durante la instrumentación los conductos se irrigaron con 2.5 ml de NaOCl al 5.25% utilizando jeringa hipodérmica de 10 ml con agujas de irrigación Endo-Eze (Ultradent) de 30g con salida lateral. El sistema ultrasónico Varios 370 (NSK Nakanishi Kanuma-shi, Japón) se utilizó para la activación de los agentes quelantes con lima ultrasónica tipo U N20 (NSK Nakanishi Kanuma, Japón) y se utilizaron puntas de papel absorbente estériles (Hygenic; Coltene/Whaledent AG, Altstätten, Suiza) para el secado de los conductos, para el corte coronal y longitudinal de las raíces se utilizó un disco de diamante doble cara y para congelar la muestra se utilizó nitrógeno líquido Endolce (HYGIENIC Coltene/Whaledent Inc.) junto con una espátula de lecrón para seccionar. Para la evaluación de las muestras se utilizó un microscopio estereoscópico modelo DM 143 (Motic) a 4X. Para el análisis de imágenes se utilizó el software Motic Images 2.0.



Figura 9. 35 dientes anteriores y premolares uniradiculares

En la figura 8 se observan 35 dientes anteriores y premolares recién extraídos agrupados para su estudio, junto con algunos materiales e instrumentos como pieza de baja velocidad, regla milimétrica y un disco de diamante utilizados para el seccionamiento de la corona clínica.

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Los órganos dentarios fueron desinfectados con NaOCl al 5.25% durante 30 min y almacenados en solución salina hasta su uso para evitar su deshidratación. Se utilizó una cureta periodontal para retirar cálculos dentales y restos de tejido de su superficie, dejando las muestras lo más limpio posible para un mejor estudio. Las coronas dentales fueron seccionadas con un disco de diamante (Figura 10) dejando la longitud de cada raíz con una medida de 15 mm medida con una regla desde el ápice hacia la corona. Se determinó la longitud de trabajo con una lima tipo K #10 y se restó 1mm, por lo tanto, la longitud se estableció a 14 mm a la medida total de la raíz. Para la preparación y conformación biomecánica, los conductos radiculares fueron instrumentados manualmente a longitud de trabajo con limas tipo K #15 y #20, posteriormente con instrumentos rotatorios Protaper Gold (Dentsply Sirona), utilizando el motor X-Smart Plus (Dentsply Sirona) (Figura 11). Durante la instrumentación los conductos se irrigaron entre cada intercambio de lima con 2.5 ml de NaOCl al 5.25% a 2 mm de la longitud de trabajo con la técnica manual utilizando jeringa hipodérmica de 10 ml con agujas de irrigación de 30g con salida lateral. Posteriormente cada muestra fue irrigada con diferentes agentes quelantes: EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% por 1 minuto junto con la activación ultrasónica de cada agente quelante por 1 min, seguido con 2 ml de solución salina (Figura 12), se utilizaron puntas de papel absorbente estériles para el secado de los conductos.



Figura 10. Seccionamiento de la corona

En la figura se muestra el seccionamiento de la corona clínica con un disco de diamante.

Los órganos dentarios se dividieron aleatoriamente en 3 grupos (n=10) y 1 grupo control (n=5) irrigados de la siguiente manera:

8.4.2. Protocolo de irrigación

Grupo A: NaOCl al 5.25% alternado con EDTA al 17%

Grupo B: NaOCl al 5.25% alternado con HEBP al 9.18%

Grupo C: NaOCl al 5.25% alternado con PAA al 2.5%

Grupo D (control): NaOCl al 5.25% alternado con solución salina

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo de irrigación se inicio con 2.5 mL de NaOCl al 5.25% a 2 mm de la longitud de trabajo durante la preparación del conducto, después se irrigó con 2.5 mL de solución salina, posteriormente, se realizó un corte mediante un disco de diamante de la porción cervical de la raíz, dejando solo tercio medio y apical para su estudio, teniendo los cortes se inició el protocolo de irrigación final con los diferentes agentes quelantes EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5 % por 1 min a 2 mm de la longitud de trabajo a los grupos A, B y C, dependiendo al grupo que pertenecía. Se realizó la activación del agente quelante con el sistema ultrasónico 370 VARIOS (NSK) con lima ultrasónica tipo U N20 de 33 mm a 2 mm de la longitud de trabajo, vibrando a 30.000 Hz por tres ciclos de 20 segundos, seguido de 2.5 mL de solución salina para su enjuague y por último se secaron los conductos con puntas de papel esteriles.



Figura 11. Instrumentación rotatoria

En la figura se observa la instrumentación rotatoria con Protaper Gold con la lima final F3 (30/0.09).



Figura 12. Irrigación con agentes

En la figura se muestra el proceso de irrigación con los agentes quelantes de forma manual con el uso de una jeringa hipodérmica de 10 ml con una aguja de irrigación Endo-Eze de 30g con salida lateral.

8.4.3. PREPARACIÓN DEL CORTE LONGITUDINAL DE LA MUESTRA

Una vez terminado el protocolo de irrigación, los dientes fueron seccionados longitudinalmente. Para facilitar la fractura radicular en mitades, pero sin alterar los conductos, se colocó cera rosada en los extremos coronal y apical para evitar el ingreso de residuos en el interior del conducto, con un disco de diamante se realizaron dos surcos longitudinales de poca profundidad en las superficies vestibular y lingual con mucho cuidado sin tocar el conducto, se aplicó nitrógeno líquido para congelar la muestra, después, con una espátula de lecrón, ejerciendo movimiento rotacional sobre los surcos y de esta forma ocasionar la separación de las raíces exponiendo las paredes del conducto radicular. Después se eliminó el polvo generado del corte empleando aire a presión, de esta manera evitamos la fractura del diente y la contaminación de polvo dentinario a la entrada del

conducto, obteniendo un corte de manera limpia. De cada raíz se obtuvo 2 fragmentos de los cuales se eligirá solo una mitad, con una zona apical conservada, suficiente estructura y una buena visibilidad de la pared del conducto (Figura 13).

Las muestras seleccionadas se almacenaron en tubos Eppendorf de 1.5 mL y rotuladas con identificación del grupo al que pertenecen, los tubos fueron montados en una gradilla de plástico (Figura 14). Posteriormente, estas fueron deshidratadas llevadas al horno de secado marca THELCO Precisión GCA 16 (Figura 15) a una temperatura de 37 °C durante 5 días para la eliminación de humedad.



Figura 13. Raíces seccionadas

En la imagen se observa el corte longitudinal de la raíz sin alterar el conducto radicular.

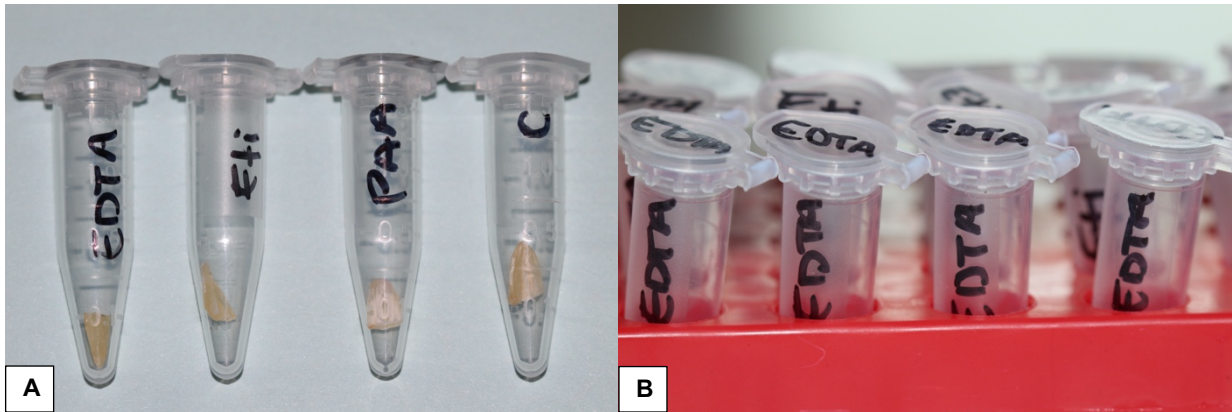


Figura 14. Muestras en tubos Eppendorf

En la figura (A) se observan las muestras almacenadas en tubos Eppendorf identificadas de acuerdo al grupo que pertenecen. (B) Podemos observar los tubos Eppendorf montados en una gradilla.



Figura 15. Horno de secado

En la imagen podemos observar el horno de secado Precisión GCA marca "THELCO" en donde las muestras fueron almacenadas a 37 °C para la eliminación de humedad.

8.4.5 EVALUACIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE BARRILLO DENTINARIO

Cada una de las muestras fueron observadas bajo un microscópio estereoscópico digital (Figura 16). Se evaluó la eliminación de barrillo dentinario de los conductos radiculares observando el remante de barrillo alojado en el tercio medio y apical de la raíz por medio de las fotografías obtenidas por el microscópio estereoscópico a 4X. Las imágenes se observaron en el software (Motic Images Plus 2.0) (Figura 17) evidenciando la presencia o ausencia de barrillo dentinario, éste se calibro por medio de una tablilla calibradora para el uso microscópico. Por cada muestra fueron tomadas dos imágenes, dividiendo la muestra en sus dos porciones (tercio medio y apical) (Figura 18).

Las imágenes fueron evaluadas por medio de la escala propuesta por Rome et. al (27) para analizar el grado de remoción de barrillo dentinario considerado en cada foto. La escala Rome et al. se evaluó por 4 criterios que se detallan a continuación:

Escala 0: Nulo (sin capa de barrillo de dentinario).

Escala 1: Escaso (pequeña cantidad de barrillo dentinario).

Escala 2: Moderado (capa homogénea de barrillo dentinario que cubre la pared del conducto radicular).

Escala 3: Abundante (toda la pared del conducto radicular cubierta con una capa gruesa de barrillo dentinario).

Las puntuaciones proporcionadas se registraron en una tabla de recolección de datos para su análisis estadístico determinando los resultados.



Figura 16. Microscópio estereoscópico

En la figura se observa el microscópio estereoscópico con el cual se observaron las muestras para su análisis (28)



Figura 17. Software Motic Images Plus 2.0

En la figura se observa el software con el cual se tomaron las imágenes y se observaron para evaluar la eliminación de barrillo dentinario con el uso de distintos quelantes.

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los resultados se llevo a cabo empleando el software SPSS versión 29 para la prueba Kruskal Wallis con prueba post hoc U de Mann Whitney.

IX. RESULTADOS

9.1. PORCENTAJE DE REMANENTE DE BARRILLO DENTINARIO A TRAVÉS DE MICROSCÓPIO ESTEREOSCÓPICO

Para evaluar el porcentaje de barrillo dentinario remanente en el conducto radicular de cada muestra con las diferentes soluciones quelantes: EDTA, HEBP, PAA y SS los conductos fueron fotografiados en dos partes (tercio medio y apical) por medio del microscópio estereoscópico a 40X para su evaluación a través de análisis de imagen con el software Motion Image Plus 2.0. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 18.

Mediante el software Motic Images Plus 2.0 se obtuvieron las fotografías de los tercios (medio y apical) irrigados para su evaluación. En la figura 18 podemos observar la clasificación por medio de la escala propuesta por Rome et. al, para analizar el grado de remoción de barrillo dentinario mediante cuatro criterios:

0: Nulo, 1 :Escaso, 2: Moderado y 3: Abundante.

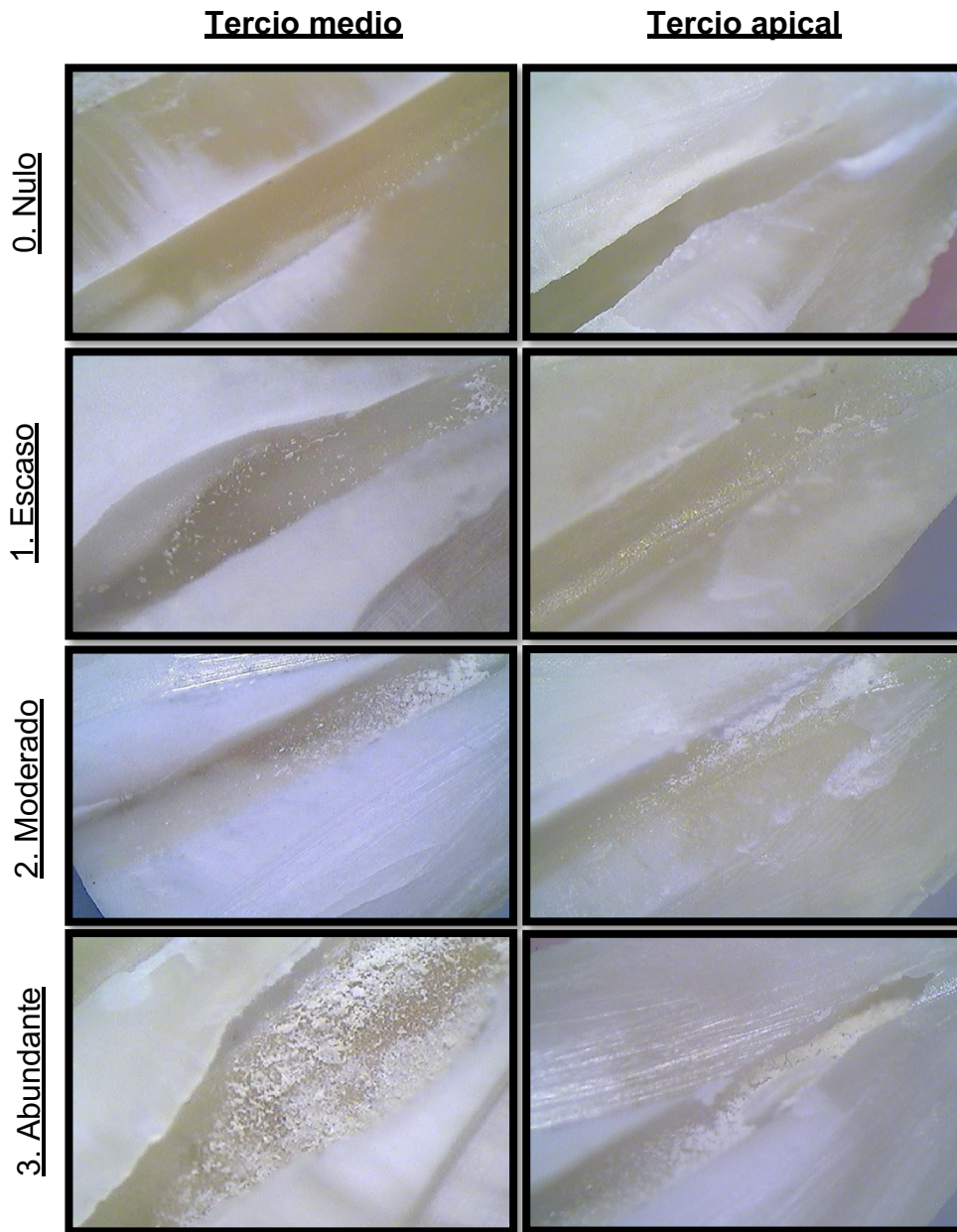


Figura 18. Cortes longitudinales por tercios de las muestras de cada grupo en microscópio estereoscópico a 40x.

En la figura se puede observar los cortes longitudinales mostrando la clasificación que tuvo cada muestra por medio de la escala de Rome et. al, en donde “Nulo” es el grado más bajo sin capa de barrillo dentinario y “Abundante” siendo toda la pared del conducto radicular cubierta de barrillo dentinario.

En la figura 19 se puede observar la puntuación de remanente de barrillo dentinario de cada agente irrigante. EDTA con una cifra de 0.75, seguido de PAA con 1.05, después, muy similar HEMP con resultado de 1.3 y por último SS con 2.2. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de remante de barrillo dentinario de la SS (grupo control) ($p < 0.05$) con los demás grupos con solución quelante. Asimismo, no se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar los porcentajes de remanente de barrillo dentinario de los O.D. irrigados con EDTA al 17%, HEBP 9.8% y PAA al 2.5%. Con base a lo anterior se confirma la hipótesis nula (H_0).

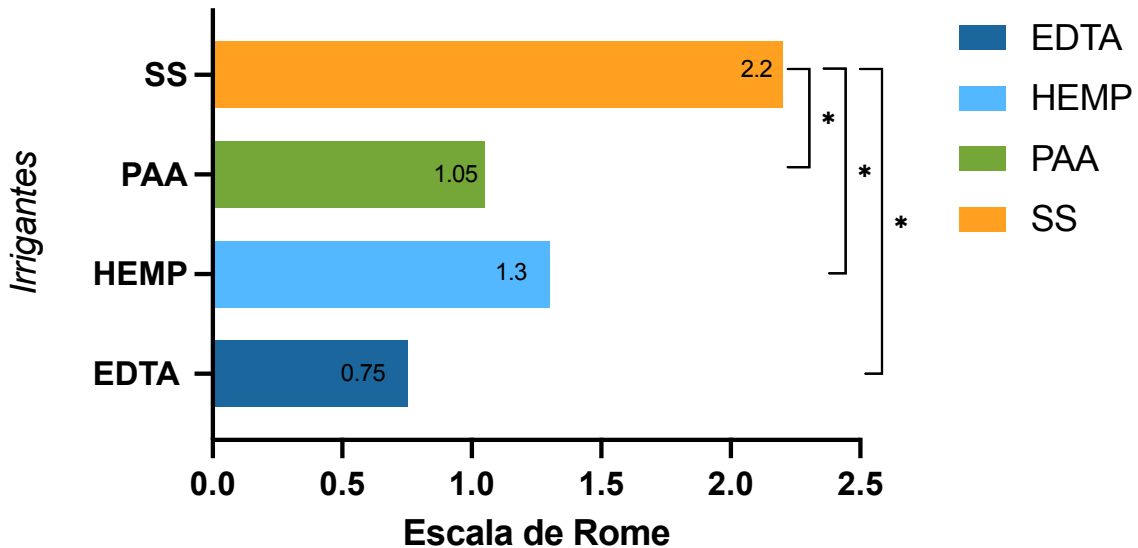


Figura 19. Gráfica de la puntuación de barrillo dentinario en los conductos radiculares después de la irrigación con las diferentes soluciones quelantes por grupo.

Las barras representan el promedio de los resultados obtenidos (n=10). Los asteriscos representa los casos en donde se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).*

En la figura 20 se observa los porcentajes de remanente de barrillo dentinario divididos en el tercio medio, utilizando la solución EDTA al 17%, HEBP al 9.18%, PAA al 2.5% y SS. Podemos observar que de mayor a menor porcentaje fue SS con 2.2%, HEBP con 1.4%, PAA con 0.6% y EDTA con 0.5%. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar el porcentaje de remanente de barrillo dentinario con los diferentes irrigantes ($p < 0.05$) en el tercio medio. Por lo anterior se confirma la hipótesis alternativa (H1).

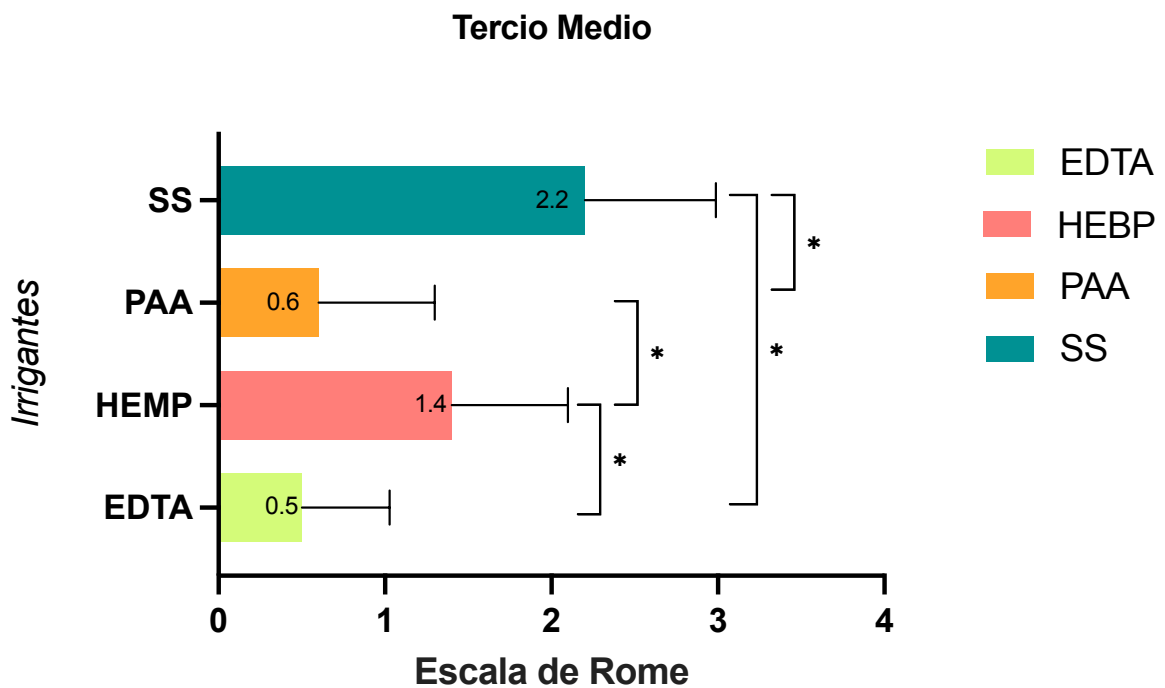
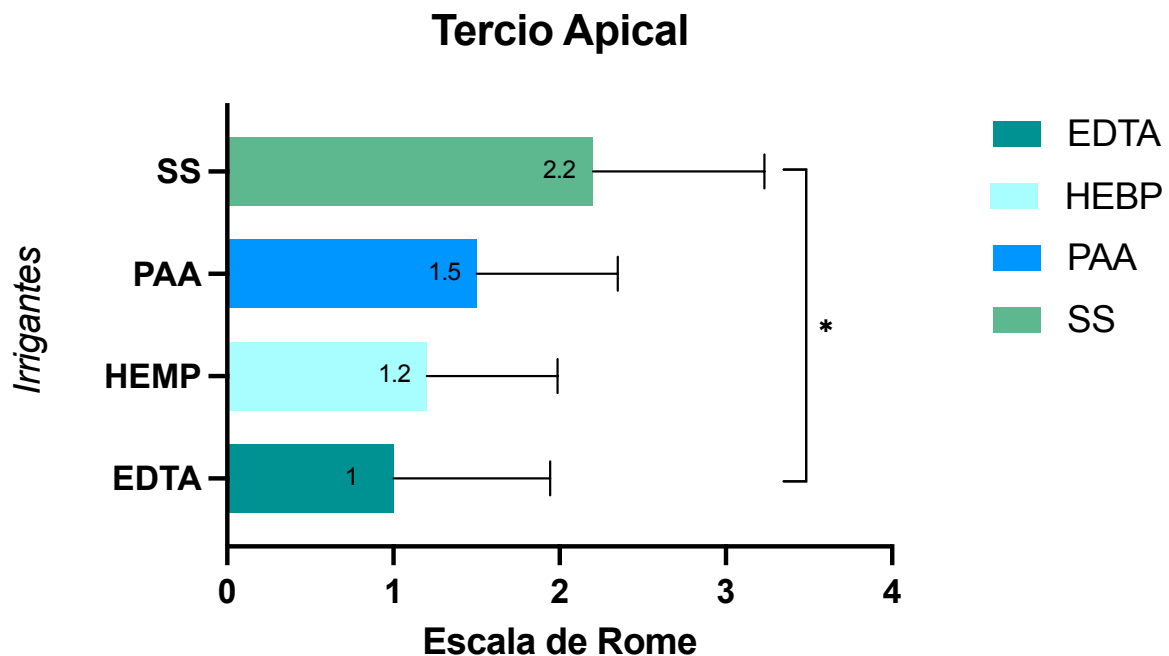


Figura 20. Gráfica de la puntuación de barrillo dentinario en los conductos radiculares después de la irrigación de las diferentes soluciones quelantes en el tercio medio.

Las barras representan el promedio de los resultados obtenidos (n=10) y las barras horizontales representan la desviación estándar. Los asteriscos representa los casos en donde se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).*

En la figura 21. se observa los porcentajes de remanente de barrillo dentinario divididos en el tercio apical, utilizando la solución EDTA al 17%, HEBP al 9.18%, PAA al 2.5% y SS. Podemos observar que de mayor a menor porcentaje fue SS con 2.2%, seguido de PAA con 1.5%, después muy similar HEBP con 1.2% y EDTA con 1%. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar la puntuación de remante de barrillo dentinario con las diferentes soluciones quelantes y SS (Grupo control) ($p < 0.05$) en el tercio apical. Por lo tanto, al comparar las tres soluciones quelantes EDTA, HEBP y PAA no se encontró diferencia estadísticamente significativa. Por lo anterior se confirma la hipótesis nula (H_0).



Las barras representan el promedio de los resultados obtenidos ($n=10$) y las barras horizontales representan la desviación estándar. Los asteriscos representa los casos en donde se encontró diferencia estadísticamente significativa ($*p < 0.05$).

Figura 21. Gráfica de la puntuación de barrillo dentinario en los conductos radiculares después de la irrigación de las diferentes soluciones quelantes en el tercio apical.

X. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio *in vitro* fue comparar la remoción de barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares empleando tres agentes irrigantes quelantes. Estudios anteriores demostraron que las soluciones de irrigación juegan un papel importante en el tratamiento de conductos, en particular las soluciones quelantes.

En este estudio se evaluó el remanente del barrillo dentinario del conducto radicular con diferentes agentes quelantes evaluado mediante el microscopio estereoscópico. Se utilizaron soluciones convencionales (NaOCl al 5.25% y EDTA al 17%) y no convencionales (HEBP 9.18% y PAA al 2.5%).

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se puede observar que el remanente de barrillo dentinario en los conductos radiculares de las muestras tratadas con los agentes de irrigación quelantes fue menor la puntuación de barrillo dentinario encontrado a los que se no se les irrigó con agentes quelantes. El estudio arrojó puntuaciones bajas de remanente de barrillo dentinario, cuando se realiza el protocolo de irrigación completo con el uso de soluciones quelantes, se logra tener tratamientos con mayor éxito, lo cual concuerda con estudios como el de Clark – Holke y cols., en el cual demostraron que el barrillo dentinario puede alterar la permeabilidad de la dentina, afectando el sellado de los materiales de obturación. El barrillo dentinario puede ser perjudicial para la desinfección eficaz de los túbulos dentinarios bloqueando el acceso de NaOCl, medicamentos intraconductos y otros irrigantes.

También, los mismos autores han mencionado e incluso existe una controversia que al retirar la capa de barrillo dentinario, los túbulos dentinarios son tan transparentes que pueden facilitar vías directas para las bacterias y sus productos. El barrillo dentinario puede evitar que las bacterias que ingresaron al conducto por diferentes medios penetren y colonicen la dentina (29).

Se ha demostrado que el aumento de las fuerzas centrífugas y la proximidad del instrumento a la dentina producen una capa de barrillo dentinario más gruesa y resistente a los agentes quelantes (25).

No obstante, al hacer la comparación de la eficacia de la remoción de barrillo dentinario entre los diferentes agentes quelantes, independientemente de las diferencias que hubo en cada uno de ellos, el análisis estadístico no demostró diferencia estadísticamente significativa en la eficacia de la eliminación del barrillo dentinario. Respecto a lo anterior, podemos demostrar que aunque no haya diferencia estadísticamente significativa entre los agentes quelantes, los tres quelantes son efectivos en la remoción de barrillo dentinario.

En un estudio in vitro, Orstavik y Haapasalo mostró la importancia de la remoción del barrillo dentinario y la presencia de túbulos dentarios permeables sin barrillo dentinario para disminuir el tiempo de instrumentación y conformación. Bystrom y Sundqvist también han demostrado que la presencia de barrillo dentinario puede inhibir o retrasar significativamente la penetración de soluciones tales como irrigantes intraconducto y medicamentos en los túbulos dentinarios (4).

Mediante a los resultados obtenidos, en los tercios apicales de todos los grupos tanto EDTA, HEBP y PAA no existieron diferencias significativas. Se encontraron los conductos relativamente limpios al ser observados microscópicamente con valores bajos. Sin embargo, estudios anteriores han reportado que la eliminación del barrillo dentinario en los tercios apicales han generado mayor cantidad de barrillo dentinario, independientemente de usar un agente quelante o no (30) Los resultados demuestran que esto último puede cambiar, debido a un correcto diámetro apical durante la instrumentación, así mejorando la penetración del irrigante a las paredes del conducto radicular.

Los resultados obtenidos en el estudio de investigación, referente al tercio apical con bajas puntuaciones de barrillo dentinario también se puede asociar al uso de sistema de activación en la solución quelante. Introduciendo dispositivos de activación dinámica del irrigante puede mejorar la eficacia y penetración del irrigante a la pared dentinaria disminuyendo la mayor cantidad de barrillo. Esto está de acuerdo con un estudio previo que mostró que el factor principal en su eliminación lo juega el agente irrigante y en segundo lugar lo logra la activación del irrigante (31).

El PAA se a propuesto como recientemente como alternativa al EDTA debido a su capacidad de limpieza y desinfección. Hartmann et al. de acuerdo a su estudio demostró que la solución de ácido peracético al 0.5% evaluada tuvo una eliminación de barrillo dentinario y eficacia similar a la del EDTA al 17%. Al evaluar las paredes del conducto radicular, la agitación de la técnica con ultrasonido con EDTA al 17% se asoció con una eficacia similar a la de los grupos del ácido peracético (12). En dos estudios recientes, Lottani et al. y Tartari et al. (32,33) donde compararon el efecto de remoción del barrillo dentinario con la erosión de la dentina en los tercios coronal, medio y apical mediante los agentes quelantes EDTA al 17%, HEBP al 18% y PAA al 2.5%, el estudio dio como resultado que el EDTA tuvo menor puntuación de barrillo en la porción coronal y en el tercio medio y apical tuvo un efecto similar en la eliminación de barrillo dentinario en los tres irrigantes sin diferencia significativa entre estos. Esto concuerda con los resultados obtenidos donde se demostró la capacidad de eliminación de barrillo dentinario con una baja puntuación de remanente dentinario y un efecto similar entre EDTA PAA y HEMP sin obtener resultados estadísticamente significativos en la totalidad del conducto radicular.

XI. CONCLUSIONES

Se llevo a cabo un estudio *in vitro* para evaluar la eficacia de tres agentes quelantes EDTA al 17%, HEBP al 9.18% y PAA al 2.5% sobre la eliminación del barrillo dentinario.

1. A partir de los resultados obtenidos se puede confirmar que las soluciones quelantes como EDTA, HEBP y PAA estas disminuyen el porcentaje de barrillo dentinario con respecto a la SS (grupo control).
2. Los agentes quelantes EDTA al 17%, HEBP al 9.18%, y PAA al 2.5% tuvieron un desempeño similar en cuanto a la capacidad de remoción del barrillo dentinario en los conductos radiculares.
3. Los resultados demostraron tener un efecto quelante eficaz de los tres agentes quelantes en ambos tercios (medio y apical) del conducto radicular.
4. A partir de los resultados obtenidos en este proyecto de investigación se puede sugerir al HEBP y PAA como alternativa al tratamiento convencional con EDTA para su uso como agente quelante en los conductos radiculares mediante el tratamiento de conductos.
5. Con base a lo anterior se confirma la Hipótesis Nula (H0) de este proyecto.

XII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda complementar el estudio a través de microscopía electrónica de barrido para evaluar la permeabilidad de los túbulos dentinarios.
2. Se recomienda utilizar O.D. con variaciones anatómicas como raíces curvas.
3. Para completar este estudio se podría evaluar la erosión de la dentina de los agentes quelantes EDTA, HEBP y PAA en diferentes concentraciones y tiempos después de los protocolos de irrigación.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen, Louis H. Berman, Kenneth M. Hargreaves. Pathways of the pulp. 12th ed. 2012.
2. Zehnder M. Root Canal Irrigants. Vol. 32, Journal of Endodontics. 2006. p. 389–98.
3. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. 2013.
4. Labarta AB, Sierra LG. Remoción del barro dentinario y erosión sobre el sustrato al utilizar diferentes soluciones ácidas. Odontología Sanmarquina. 2018 Jun 20;21(2):103.
5. Zan R, Alacam T, Hubbezoglu I, Tunc T, Sumer Z, Alici O. Antibacterial efficacy of super-oxidized water on Enterococcus faecalis biofilms in root canal. Jundishapur J Microbiol. 2016 Sep 1;9(9).
6. Estrela C, Estrela CRA, Luis Barbin E, César J, Spanó E, Marchesan MA, et al. Mechanism of action of sodium hypochlorite 113. Braz Dent J. 2002;13(2):113–7.
7. Rath PP, Yiu CKY, Matinlinna JP, Kishen A, Neelakantan P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. Restor Dent Endod. 2020;45(3).
8. CLORALEX, Disponible en: <https://www.cloralex.com.mx/>.
9. Mecanismo de acción del NaOCl, Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/>.
10. Effects of mechanical instrumentation and chemical irrigation on the root canal dentin and surrounding tissues. 2013.
11. Becker B, Brill FHH, Todt D, Steinmann E, Lenz J, Paulmann D, et al. Virucidal efficacy of peracetic acid for instrument disinfection. Antimicrob Resist Infect Control. 2017 Nov 10;6(1).
12. Hartmann RC, Neuvald L, Barth V, de Figueiredo JAP, de Oliveira SD, Scarparo RK, et al. Antimicrobial efficacy of 0.5% peracetic acid and EDTA with passive ultrasonic or manual agitation in an Enterococcus faecalis biofilm model. Australian Endodontic Journal. 2019 Apr 1;45(1):57–63.

13. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RAS, Galan J, et al. Longitudinal Co-site Optical Microscopy Study on the Chelating Ability of Etidronate and EDTA Using a Comparative Single-tooth Model. *J Endod.* 2008 Jan;34(1):71–5.
14. Keine KC, Kuga MC, Coaguila-Llerena H, Palma-Dibb RG, Faria G. Peracetic acid as a single endodontic irrigant: effects on microhardness, roughness and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* 2020 Apr 1;83(4):375–80.
15. EDTA Kerr, Disponible en: www.kerrdental.com.
16. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;94(6):658–66.
17. Rath PP, Yiu CKY, Matinlinna JP, Kishen A, Neelakantan P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. *Restor Dent Endod.* 2020;45(3).
18. Ácido Etidróico Disponible en: [https://aniq.org.mx/Productos químicos](https://aniq.org.mx/Productos-químicos).
19. Ulusoy, Mantı A, Çelik B. Nanohardness reduction and root dentine erosion after final irrigation with ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acids. *Int Endod J.* 2020 Nov 1;53(11):1549–58.
20. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *Int Endod J.* 2009 Apr;42(4):335–43.
21. https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_perac%C3%A9tico.
22. Ácido peracético Oxonia Active, Disponible en: <https://es-mx.ecolab.com/>.
23. Ulusoy Öİ, Zeyrek S, Çelik B. Evaluation of smear layer removal and marginal adaptation of root canal sealer after final irrigation using ethylenediaminetetraacetic, peracetic, and etidronic acids with different concentrations. *Microsc Res Tech.* 2017 Jul 1;80(7):687–92.

24. Morago A, Ruiz-Linares M, Ferrer-Luque CM, Baca P, Rodríguez Archilla A, Arias-Moliz MT. Dentine tubule disinfection by different irrigation protocols. *Microsc Res Tech*. 2019 May 1;82(5):558–63.
25. Khalighinejad N, Aminoshariae A, Kulild JC, Williams KA, Wang J, Mickel A. The Effect of the Dental Operating Microscope on the Outcome of Nonsurgical Root Canal Treatment: A Retrospective Case-control Study. *J Endod*. 2017 May 1;43(5):728–32.
26. Yoo YJ, Perinpanayagam H, Oh S, Kim AR, Han SH, Kum KY. Endodontic biofilms: contemporary and future treatment options. *Restor Dent Endod*. 2019;44(1).
27. Rome WJ, Doran JE, Iii WAW. The Effectiveness of Gly-Oxide and Sodium Hypochlorite in Preventing Smear Layer Formation I.a E fectividad del Gly-Oxide y del Hipoclorito de Sodio en Prevenir la Formacion de Barro Dentinario. Vol. 11, Printed in U.S.A. 1985.
28. MOTIC DM 143 Disponible en: <https://moticeurope.com/en/dm-143-fbgg.html>.
29. Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent*. 2003;31(4):275–81.
30. Yang G, Wu H, Zheng Y, Zhang H, Li H, Zhou X. Scanning electron microscopic evaluation of debris and smear layer remaining following use of ProTaper and Hero Shaper instruments in combination with NaOCl and EDTA irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2008 Oct;106(4).
31. Gründling GL, Zechin JG, Jardim WM, De Oliveira SD, De Figueiredo JAP. Effect of ultrasonics on enterococcus faecalis biofilm in a bovine tooth model. *J Endod*. 2011 Aug;37(8):1128–33.
32. Tartari T, Bachmann L, Zancan RF, Vivan RR, Duarte MAH, Bramante CM. Analysis of the effects of several decalcifying agents alone and in

combination with sodium hypochlorite on the chemical composition of dentine. *Int Endod J.* 2018 Jan 1;51:e42–54.

33. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *Int Endod J.* 2009 Apr;42(4):335–43.