

**REMOCIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO DURANTE LA PREPARACIÓN DE
CANALES, UTILIZANDO LASER, ULTRASONIDO E HIPOCLORITO CON
DIVERSAS COMBINACIONES.**

INVESTIGADOR PRINCIPAL

STELLA JOSEFINA PUPO MARRUGO.

COINVESTIGADORES

MARÍA CLAUDIA MADRID FERNÁNDEZ.

ASTRID CAROLINA TORRES ARÉVALO.

YEIKLER LOPEZ TORIBIO.

RODOLFO DIAZ GRISOLLE.

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CARTAGENA DE INDIAS

2015

**REMOCIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO DURANTE LA PREPARACIÓN DE
CANALES, UTILIZANDO LASER, ULTRASONIDO E HIPOCLORITO CON DIVERSAS
COMBINACIONES.**

INVESTIGADOR PRINCIPAL

STELLA JOSEFINA PUPO MARRUGO.

Odontóloga y Endodoncista de la Universidad de Cartagena. Profesor titular, Facultad de
Odontología. Universidad de Cartagena (Colombia).

COINVESTIGADORES

ASTRID CAROLINA TORRES ARÉVALO

MARIA CLAUDIA MADRID FERNÁNDEZ

RODOLFO DÍAZ GRISOLLE.

YEIKLER LÓPEZ TORIBIO.

Estudiantes de odontología. Trabajo de grado para optar título de odontólogo Universidad
de Cartagena

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CARTAGENA DE INDIAS

2015

ACEPTACION

Firma del presidente jurado

Firma jurado

Firma de jurado

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios porque dentro del propósito de nuestras vida puso este trabajo y nos permitió lograrlo, a nuestras madres y familiares por confiar en nosotros y ayudarnos en nuestra formación.

De manera especial queremos agradecer a la Dra. Stella Pupo Marrugo por su entera dedicación y por ser una excelente guía en nuestro trabajo, por darnos ánimo y permitirnos salir adelante sin importar los inconvenientes que se nos presentaron en el camino.

De igual forma muchas gracias al Dr. Javier Alvear y José María Bustillo, por su colaboración y múltiples enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	.7-8
LISTA DE GRAFICOS Y TABLAS	9-10
LISTA DE ANEXOS11
RESUMEN12-13
INTRODUCCION14-15
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	.16-17
2. JUSTIFICACION	...18-19
3. OBJETIVOS20
3.1 OBEJTIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	...20
4. MARCO TEORICO	..21-42
5. MATERIALES Y METODOS	..43-56
5.1 TIPO DE ESTUDIO	.43
5.2 POBLACION Y MUESTRA	43
5.2.1 Criterios de inclusión	43
5.2.2 Criterios de exclusión	.43-44
5.3 VARIABLES DEL ESTUDIO	.44-45
5.4 RECOLECCION DE LA MUESTRA	.45
5.5 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCION DE LAS MUESTRAS	45-55
5.6 ANALISIS CON MICROSCOPIO DE BARRIDO	53

5.8 INSTRUMENTOõ ..56

6. RESULTADOSõ ...57-63

7. DISCUSIONõ64-69

8. CONCLUSIONõ70

9. BIBLIOGRAFIAõ71-81

10. ANEXOSõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ81-86

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Organos dentarios organizados y agrupados en sus respectivos recipientes	..46
Figura 2. Apertura del canal correspondiente	.47
Figura 3. Aplicación del hipoclorito de sodio.	..47
Figura 4. Instrumentación con lima #20.48
Figura 5. Retroceso con lima # 25	.õ 48
Figura 6. Instrumentación con la lima final #30.	.49
Figura 7. Aplicación del ultrasonido	...õ ..49
Figura 8. Bio pure MTAD, jeringa de irrigación	..õ ..50
Figura 9. Irrigación final con MTAD	õ ..õ ..51
Figura 10. Aplicación del láser en tercio apical y coronal	õ ..õ ..51
Figura 11. Corte del órgano dentario por medio de los surcos guías	õ ..õ ..52
Figura 12. Hemisección de la raíz	õ ..õ ..53
Figura 13. Imagen de la platina del MEB con las distintas mitades de las muestras recubiertas por una capa de oro paladio de 25	mõ ..õ ..54

Figura 14. Microscopio electrónico de barrido (EDAX)õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ ..54

Figura 15. Toma de fotomicrografíasõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ55

Figura 16. Imágenes por SEM de las paredes instrumentadas del conducto en cervical, medio y apical luego de usar (HClO+ultrasonido), (HClO+MTAD), (HClO+laser) y (HClO) como grupo controlõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ .60

LISTA DE GRAFICOS Y TABLAS

Pág.

Grafico 1. Resultados de los tres evaluadores de acuerdo a cada sistema de irrigación utilizado y el tercio cervical	58
Grafico 2. Resultados de los tres evaluadores de acuerdo a cada sistema de irrigación utilizado y el tercio medio	59
Grafico 3. Resultados de los tres evaluadores de acuerdo a cada sistema de irrigación utilizado y el tercio apical	59
Tabla 1. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio medio observado por el evaluador1	61
Tabla 2. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio apical observado por el evaluador1	61
Tabla 3. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio cervical observado por el evaluador2	61
Tabla 4. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio medio observado por el evaluador2	62

Tabla 5. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio apical observado por el evaluador2õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ .62

Pág.

Tabla 6. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio cervical observado por el evaluador3õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ .62

Tabla 7. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio medio observado por el evaluador3õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ .63

Tabla 8. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio apical observado por el evaluador3õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ63

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO 1. Instrumento para el diligenciamiento de la información 81-86

RESUMEN

Introducción: Este estudio pretende identificar entre el MTAD, el ultrasonido y el láser, cual es el mejor en la remoción del barrillo dentinario que se genera durante la instrumentación de los conductos radiculares, teniendo en cuenta que este produce obstrucción de los túbulos, impidiendo una correcta cementación y obturación de los conductos. **Métodos:** Se tomó una muestra de 40 dientes monoradiculares extraídos, se midieron, instrumentaron e irrigaron de acuerdo al grupo establecido, se fijaron en formaldehído 10% durante 24 horas, se lavaron con glutaraldehído durante 1 hora y secaron a temperatura ambiente durante 3 días. Finalmente fueron analizadas en el microscopio electrónico de barrido. La evaluación se realizó mediante la cuantificación en la imagen digitalizada de la cantidad de detritus presente al interior del conducto radicular. **Resultados:** El grupo 1 (hipoclorito + ultrasonido) mostro eliminación buena y optima de la capa de barrillo dentinario en un 40% en el tercio cervical, 70% en tercio medio y 20% en apical. En el grupo 2 (hipoclorito + MTAD) en un 40% en cervical, 20% en medio y en apical un 10%. En el grupo 3 (hipoclorito + laser) en un 10% en cervical, 10% en medio y 0% en apical. El grupo 4 o grupo control (hipoclorito de sodio en un 10% en cervical, 30% en tercio medio y 10% en el tercio apical. **Conclusiones:** Ninguno de los métodos analizados en el estudio es totalmente eficaz en la remoción del barrillo dentinario en toda la longitud del canal radicular. La activación del hipoclorito con ultrasonido presentó los mejores resultados en su

eliminación, con diferencia estadísticamente significativa en comparación con los otros sistemas de irrigación analizados.

Palabras Claves: barro dentinario, irrigantes del conducto radicular, MTAD, hipoclorito de sodio, laser. (Decs)

INTRODUCCIÓN

El barrillo dentinario se presenta durante la instrumentación de canales por la producción de restos orgánicos e inorgánicos en las paredes del conducto radicular; este se debe eliminar en su totalidad, ya que proporciona una obstrucción de los túbulos dentinarios, disminuye la permeabilidad de la dentina, como también puede alojar bacterias y sus productos, impidiendo la penetración de la solución irrigante e interfiriendo con la acción selladora de los agentes cementantes.

En la actualidad existen múltiples métodos para eliminar la capa de barrillo entre los cuales se encuentran irrigantes, ultrasonidos, y las técnicas de láser, ninguno de ellos es muy eficaz o ha recibido la aceptación universal.

El éxito de un tratamiento endodóncico depende tanto de la preparación como del irrigante a utilizar, es por ello que el conocimiento exhaustivo de estos es de vital importancia para garantizar un excelente pronóstico del tratamiento.

Entre los irrigantes, la solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) se considera el estándar de oro debido a sus cualidades excepcionales como antibacteriano y disolvente de tejidos. Sin embargo, es tóxico para el tejido periapical y no tiene efecto en la parte inorgánica de la capa de barrillo dentinario.

El MTAD es una solución eficaz para eliminar la capa de barrillo dentinario cuando se utiliza como un enjuague final. Además puede eliminar microorganismos (*Enterococcus faecalis*) que son resistentes a irrigantes convencionales.

Los protocolos convencionales de preparación biomecánica no eliminan el barrillo dentinario aun con el uso combinado de quelantes, para lo cual se ha evidenciado que el láser, produce ablación de las paredes del canal y es efectivo para eliminar el barrillo dentinario.

Van der Sluis y col. en una revisión refieren que una forma para incrementar la penetración de la solución irrigante en los túbulos dentinarios del tercio apical, es el uso de la activación ultrasónica, que combina ondas acústicas con la acción química del irrigante generando una microcorriente a lo largo de la lima y transmisión acústica secundaria con frecuencias de entre 25 y 40 KHz, que mueven la solución contra la superficie del conducto radicular, mejorando la limpieza mecánica.

Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo de este estudio fue demostrar la eficacia de láser, MTAD y el ultrasonido en la remoción de barrillo dentinario al interior del conducto radicular, para identificar cuál de las técnicas es más efectiva, por medio de microscopia electrónica de barrido.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El éxito a largo plazo del tratamiento de conductos radiculares no se debe a un solo factor, se refiere a tres aspectos del tratamiento, lo que podríamos llamar "triada de la endodoncia." Esta se compone de instrumentación, desinfección y obturación. Estos tres componentes de la triada son entrelazados, y el éxito requiere una cuidadosa atención a los mismos. La instrumentación sola no prepara el sistema de canales de obturación, es por ello que la desinfección es la clave para aumentar el proceso y optimizar la obturación. ¹

Para maximizar la eliminación de los microorganismos, la ampliación y la conformación mecánica de un canal de la raíz debe ir acompañada de abundante riego. El irrigante ideal debe tener una acción antimicrobiana, baja toxicidad y buena biocompatibilidad con los tejidos orales. Además, debe tener la capacidad de limpiar las paredes del canal de la raíz y retirar la capa de frotis. ²

Durante la preparación biomecánica, varias sustancias químicas se utilizan como irrigadoras. Debido a una serie de propiedades tales como la capacidad para

¹ GREGORI, M.; KURTZMAN. Improving endodontic success through use of the EndoVac irrigation system. En: Dental Tribune I June Vol. 33, N°.5. 16-22, 2008.

² MELLO, ISABEL, COLOMBO ROBAZZA, CARLOS ROBERTO, ANTONIAZZI, JOÃO HUMBERTO. Influence of Er:YAG Laser Irradiation on Apical Sealing of Four Different Sealers. En: Brazdent J Vol. 15, N°.3: 190-193. 2004

disolver la materia orgánica, la lubricación y la neutralización del contenido tóxico.

3

Son numerosos los estudios que se tienen hasta la fecha que afirman que el tratamiento de endodoncia exitoso se logra por medio de una combinación de instrumentación mecánica y el uso de diferentes soluciones de irrigación.⁴

A fin de eliminar las bacterias de forma predecible del sistema de conductos, es necesario el uso de la acción de apoyo de agentes desinfectantes irrigantes como: hipoclorito de sodio (NaClO), ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), ultrasonido y laser.⁵ Es por ello que se hace necesario evaluar cuál de todos los sistemas es más efectivo, para finalmente definir qué tipo de irrigante es el ideal.

³ CARNEIRO, VALERA, MARCIA. ; GODINHO, DA SILVA, KATY COSTA. y EIKO, MAEKAWA, LILIAN. et al. Antimicrobial activity of sodium hypochlorite associated with intracanal medication for candida albicans and enterococcus faecalis in occluded root canals. En: J Appl Oral Sci Vol 17, N° 6:555-9. 2009

⁴ DORNELLES MORGENTAL, RENATA. ; SINGH, ARUNA. ; SAPPAL, HARKEET. et al. Dentin inhibits the antibacterial effect of new and conventional endodontic irrigants. En: JOE Vol 39, N° 3, March 2013.

⁵ TUNCER, AYSUN KARA. Effect of QMix 2in1 on Sealer Penetration into the Dentinal Tubules. En: JOE Vol41, N° 2, February 2015.

2. JUSTIFICACIÓN

A pesar de conocer muy bien cuáles deben ser las características que deben cumplir los irrigantes, no está del todo claro cuál de todos es el mejor al momento de eliminar el barrillo dentinario, y cuales técnicas como la activación con ultrasonido y el láser, se pueden utilizar para complementar el tratamiento y conseguir mejores resultados, sobre todo a nivel del tercio apical.

Por lo tanto se hace necesario realizar una comparación entre todos estos tipos de irrigantes, el láser y el ultrasonido, para lograr esclarecer por medio de microscopia electrónica de barrido cual es más efectivo y en que tercios del conducto radicular logran el efecto deseado.

En los últimos años se han lanzado en el mercado nuevos productos que buscan mejorar en muchos aspectos al hipoclorito de sodio, que es considerado como patrón de oro, con el fin de evitar los efectos nocivos que su uso puede llegar a producir debido a su nula biocompatibilidad y además proporcionar mejores propiedades de desinfección y eliminación de la porción inorgánica del barrillo dentinario.

Es por esto que se convierte este estudio en una herramienta de base para guiar al profesional a la hora de escoger entre los nuevos y los antiguos el mejor tipo de

irrigante y de complementos teniendo en cuenta lo importante que es la eliminación del barrillo dentinario para lograr el correcto sellado del conducto y a su vez avanzar en el mejoramiento continuo de la técnica endodóntica, procurando mayor bienestar en los pacientes.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar comparativamente por medio de microscopia electrónica de barrido, cuál de los diferentes sistemas de irrigación logra una mejor remoción del barrillo dentinario en cada uno de los tercios del conducto radicular.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la efectividad del ultrasonido para la eliminación de barrillo dentinario a través de microscopio electrónico de barrido (SEM).
- Estimar la efectividad del láser de alta potencia para la eliminación de barrillo dentinario a través de SEM. .
- Estimar la efectividad del MTAD para la eliminación de barrillo dentinario a través de SEM.
- Conocer porcentaje de barrillo dentinario en los tercios cervical, medio y apical usando las diferentes técnicas, con microscopio electrónico de barrido.

4. MARCO TEÓRICO

La tasa de éxito a largo plazo del tratamiento endodóncico convencional depende de varios factores, tales como la anatomía diversa y compleja del sistema de canales de la raíz que comprende pequeños canales, además del canal principal, que no permiten el acceso directo durante la preparación biomecánica debido a su posicionamiento y también sus diámetros. Igualmente, la sensibilidad a los antimicrobianos y la resistencia de la microflora polimorfa, que incluye bacterias anaerobias facultativas, aeróbicas y anaeróbicas puede determinar el resultado.⁶

Es por esto que para obtener como resultado un tratamiento endodóncico satisfactorio para el paciente, el cual prolongará la salud bucal del mismo se requiere del cumplimiento de ciertos objetivos. Dichos objetivos se centran en la limpieza y preparación del conducto radicular. Una limpieza a fondo elimina los microorganismos, permite la adaptación de los materiales de relleno y potencia la acción de los medicamentos intracanales.²

La desinfección comprende la eliminación del tejido residual en el sistema de canales y las bacterias asociadas a través del lavado del sistema de canales con

⁶ GARCEZ, AGUINALDO S.; RIBEIRO, MARTHA S. y TEGOS, GEORGE P. et al. Antimicrobial Photodynamic Therapy Combined With Conventional Endodontic Treatment to Eliminate Root Canal Biofilm Infection. En: Lasers in Surgery and Medicine Vol. 39, N° 1:59. 66, 2007.

una solución de irrigación. La clave consiste en eliminar el tejido residual tanto como sea posible. Teniendo entonces que a más a fondo sea el proceso de irrigación, menor será el nivel bacteriano restante.¹

La limpieza y desinfección de todas las áreas del conducto radicular mediante soluciones irrigadoras se considera esencial para el éxito del tratamiento endodóncico. Numerosos estudios han demostrado que durante la preparación mecánica, quedan muchas zonas del conducto que ni siquiera son tocadas por los instrumentos, actuando únicamente sobre el cuerpo central del conducto.⁷

La mayoría de los desinfectantes con actividad bactericida eficaz se utilizan en concentraciones, teniendo en cuenta el grado de toxicidad. Ya que esto podría causar reacciones adversas en los tejidos.⁸

Se debe procurar la eliminación mecánica del tejido dañado que se encuentra en el interior del canal de la raíz que actúa como un medio de crecimiento para los microbios, al mismo tiempo que se realiza la conformación del canal, ya que la infección bacteriana juega un papel importante en el desarrollo de la necrosis pulpar y la formación de lesiones periapicales.⁶

⁷ GARCÍA DELGADO A, MARTÍN-GONZÁLEZ J, CASTELLANOS-COSANO L. et al. Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. En: avances en odonto estomatología Vol. 30, N° 2. 2014.

⁸ ESPAÑA-TOST, ANTONIO JESÚS, ARNABAT-DOMÍNGUEZ, JOSÉ BERINI-AYTÉS, LEONARDO GAY-ESCODA, COSME. Aplicaciones del láser en Odontología. En: RCOE Vol. 9, N° 5, 497-511. 2004

Las complejidades del canal, con sus canales laterales y deltas apicales, hacen que sea imposible una buena instrumentación para llegar a todos los aspectos buenos de la anatomía.¹ La zona apical ha sido descrita como "el área crítica" debido a la complejidad de su anatomía, ya que es el área más alejada de la abertura de acceso y sobre todo porque en muchos canales se presentan curvaturas en el tercio apical.⁹

La irrigación del sistema de conductos por lo tanto permite la extracción de tejido residual en la anatomía del canal que no puede ser alcanzado por la instrumentación de los canales principales.¹

Se han propuesto varios protocolos de riego al intentar lograr el desbridamiento eficaz de las paredes del conducto radicular. El riego con la punta de la jeringa cerca de la longitud de trabajo es una forma popular para irrigar una solución. Hay varios factores que pueden influir en su eficacia, tales como la distancia entre la punta de la aguja y el tope apical, la forma de canal, el tiempo dedicado al riego y la cantidad y calidad del irrigante.⁹

Además de la complejidad anatómica del propio diente, se suma el problema que supone un efecto llamado burbuja apical de gas (vapor lock). Debido a que las

⁹ YEUNG, WILLIAM. ; PONTES, RALDI, DENISE. ; SANCHES, CUNHA, RODRIGO. ; MELLO, ISABEL. Assessment of smear layer removal protocols in curved root canals. En: Aust Endod J; Vol. 40: 66. 71. 2014

raíces de los dientes están rodeadas por el ligamento periodontal y el hueso, que cierran el foramen apical, el sistema de conductos se comporta como una cavidad de extremo cerrado, produciéndose un atrapamiento de aire cuando se introduce la solución irrigadora. Este efecto hace que, en la mayoría de los casos, el irrigante no alcance el tercio apical del conducto⁷, obstaculice el intercambio de irrigantes y afecte la eficacia del desbridamiento, lo que nos demuestra que no basta la habilidad química del irrigante, sino también intervienen otros factores como la acción mecánica del mismo.¹⁰

No importa el tipo de material que se utilice para la obturación, lo importante es la pertinencia del mismo como sellador que se adhiera a las paredes del canal.¹

La capa residual puede ser un factor que impida la penetración del sellador en los túbulos dentinarios. La frecuencia de la penetración de bacterias a través de los dientes obturados con capa de barrillo intacta (en un 70%) es significativamente mayor que la de los dientes a los que se les ha eliminado la capa de barrillo dentinario (30 %). Es por esto que podemos decir que la eliminación de la capa de barrillo dentinario da una mayor capacidad de sellado, como se evidencia por el aumento de la resistencia a la penetración bacteriana.¹

¹⁰ D.R. VIOLICH, N.P. CHANDLER. The smear layer in endodontics . a review. En: International Endodontic Journal Vol.43, 2. 15, 2010

La capa de barrillo fue descrita por primera vez en conductos radiculares instrumentados mediante microscopía electrónica de barrido en la década de 1970 (McComb y Smith, 1975).¹¹

La asociación americana de endodoncia define la capa de barrillo dentinario como "una película superficial de escombros retenidos en la dentina y otras superficies después la instrumentación, ya sea con instrumentos rotatorios o limas de endodoncia; se compone de partículas de dentina, restos tejido de la pulpa de vital o necrótico, componentes bacterianos e irrigante retenido."¹²

El barrillo dentinario es una capa de espesor 1-5 mm² de los residuos del corte desnaturalizado producido en superficies de la cavidad instrumentados, y se compone de la dentina, los procesos de odontoblastos, contaminantes y microorganismos inorgánicos no específicos.²

El barrillo dentinario es irregular, granular y amorfo, con un grosor promedio de 1-5 μ m dependiendo su formación, el filo de los instrumentos de corte y si la dentina está seca o húmeda cuando se corta. Además se puede considerar que está

¹¹ CASTAGNA, FABRICIA. ; RIZZON, PATRICIA. ; ABREU DA ROSA, RICARDO. et al. Effect of Passive Ultrasonic Instrumentation as a Final Irrigation Protocol on Debris and Smear Layer Removal- A SEM Analysis. En: Microscopy research and technique Vol.76:496. 502. 2013.

¹² HÜLSMANN, MICHAEL. Effects of mechanical instrumentation and chemical irrigation on the root canal dentin and surrounding tissues. En: Endodontic Topics Vol.29, N°.1, 55. 86. 2013

formado por dos capas: superficial no adherida y compactada adherida en los túbulos dentinarios que forman tapones.^{10 13}

Los principales constituyentes del barrillo dentinario o *smear layer* son microorganismos, prolongaciones odontoblasticas, material orgánico (proteínas coaguladas, tejido pulpar necrótico o vital, prolongaciones odontoblasticas, saliva, células sanguíneas) e inorgánico; es una capa de entre 1 y 2 de grosor, con una profundidad dentro de los túbulos dentinarios de alrededor de 40 sobre las paredes de dentina.^{14 13 15 16 17 18}

¹³ WILLIAMS, JILL A.; PEARSON, GAVIN J. Y M. JOHN COLLES. Antibacterial action of photoactivated disinfection {PAD} used on endodontic bacteria in planktonic suspension and in artificial and human root canals. En: Journal of Dentistry Vol.34, N°.6, 363. 371. 2006

¹⁴ GARCIA, FAUSTINO; MURRAY, PETER E.; GARCIA, GODOY, FRANKLIN. et al. Effect of aqatine endodontic cleanser on smear layer removal in the root canals of ex vivo human teeth. En: JAppl Oral Sci; Vol.18, N°.4, 403-8. 2010

¹⁵ DIAZ, AMANCA, Y VELÁSQUEZ, HUAMÁN. ¿Representará alguna mejora el uso del ultrasonido en la remoción del barrillo dentinario?. En: RevEstomatol Herediana. Vol.22, N°.3, 179-82.2012.

¹⁶ BORRO, I., TOMÁS, B., DÍAZ-FLORES, V. Estudio in vitro con Microscopio Electrónico de Barrido de distintos métodos de activación de soluciones irrigantes. En: CientDent Vol.;7, N°1.45-52. 2010.

¹⁷ SHEHAB EL-DIN SABER Y AHMED ABDEL RAHMAN HASHEM. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal.En: JOE Vol. 37, N°. 9, September 2011.

¹⁸ KISHOR, GULABIVALA. ; BINA, PATEL. ; GLYNIS, EVANS. et al. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. En: Endodontic Topics Vol.10, N°.1, 103. 122. 2005.

Después de la preparación del canal radicular, el barrillo dentinario debe ser eliminado, ya que no permite la desinfección, que compromete la difusión apósito intra-canal e impide el contacto cercano entre las paredes dentinales y el material de sellado. La capa de barrillo en sí puede estar contaminada e inclusive podría llegar proteger a las bacterias dentro de los túbulos de la dentina.¹⁹

La eliminación de la capa de barrillo dentinario de las paredes de los conductos radiculares instrumentados es controvertida. Su eliminación proporciona una mejor capacidad de sellado del material de relleno endodóncico a la dentina, evitando así las fugas de microorganismos en los tejidos de la boca. La infiltración de microorganismos en los tejidos orales se debe evitar porque se cree que estos causan complicaciones que a menudo conducen al fracaso del tratamiento.²

En si la eliminación de la capa de barrillo dentinario es necesaria para alcanzar la desinfección del sistema de conductos radiculares permitiendo que sea más profunda la penetración de los medicamentos al conducto radicular y de los mismos irrigantes. También permite una mayor penetración de los selladores de

¹⁹ PAREDES, VIEYRA, JORGE. ; JIMÉNEZ, ENRÍQUEZ, FRANCISCO JAVIER. ; MONDACA, JOSÉ MANUEL.; MANRÍQUEZ, QUINTANA, MARIO I. Irrigation by means of negative apical pressure in endodontics. En: Revista Nacional de Odontología, México. Vol. 2. 2009.

conductos radiculares en los túbulos dentinales, permitiendo una adaptación íntima de los materiales de obturación con las paredes preparadas del canal.²⁰

En estudios realizados sobre la eficacia en la remoción del barrillo dentinario combinando EDTA e Hipoclorito de sodio se ha encontrado, que en la región apical es menos predecible su remoción comparada con el tercio medio y coronal de la raíz. Esto podría atribuirse a las menores dimensiones del conducto en apical que obstaculizan la penetración de irrigantes resultando en un contacto limitado con las paredes del conducto.¹⁰

Existen múltiples razones que apoyan la premisa de eliminar el barrillo dentinario, entre estas tenemos: este contiene bacterias, sus subproductos y tejido necrótico, elementos que pueden permitir que las mismas puedan sobrevivir, multiplicarse (Brännström y Nyborg 1973) y proliferar en los túbulos dentinarios, creando así una especie de reservorio microbiano irritante para los tejidos circundantes del diente (Pashley 1984).²¹

²⁰ MEENU G. SINGLA, ASHIMAGARG Y SUMIT GUPTA. MTAD en endodoncia: una revisión de actualización. En: Cirugía Oral, Medicina Oral, Patología Oral, Radiología Oral y Endodoncia Vol. 112, N°. 3, pág. E70-E76. Septiembre 2011,

²¹ DECHICHI PAULA. ; GOMES MOURA CAMILLA CHRISTIAN .Smear layer: a brief review of general concepts. Part II. The most common agents to remove endodontic smear layer. En: RFO UPF Vol. 11, N°.2:100-104. 2006.

Como las bacterias pueden encontrarse en lo profundo dentro de los túbulos dentinarios (Bystrom y Sundqvist 1981, 1983, 1985) la capa de barrillo puede bloquear los efectos desinfectantes de los irrigantes posibles a utilizar (Goldberg y Abramovich 1977), por lo que este puede actuar como una barrera entre los materiales de relleno y la pared del canal y por lo tanto poner en peligro la formación de un sellado satisfactorio.^{21 18}

Todas las técnicas de instrumentación actuales producen una capa de barrillo sobre las paredes del conducto radicular. La eliminación de la capa de barrillo abre los túbulos dentinarios y facilita la penetración de irrigantes en los túbulos, al igual que mejora la eficacia de los medicamentos intra-canal e irrigantes y reduce el tiempo necesario para desinfectar los canales. La eliminación de la capa de barrillo mejora la adaptación de la obturación del conducto radicular a las paredes del canal y reduce la filtración apical.²²

La instrumentación mecánica por sí sola no eliminará por completo las bacterias de un sistema de conductos radiculares.⁵ Independientemente de la técnica instrumental utilizada, grandes áreas de las paredes del conducto radicular pueden permanecer intactas.

²² MEHRDAD LOTFI, SEPIDEH VOSOUGHHOSSEINI, MOHAMMAD ALI SAGHIRI. Effect of MTAD as a Final Rinse on Removal of Smear Layer in Ten-minute Preparation Time. En: JOE Vol. 38, N°.10, October 2012.

Por lo tanto, un número de estudios han demostrado que el tratamiento de endodoncia exitoso se logra por medio de una combinación de instrumentación mecánica y el uso de diferentes soluciones de irrigación.^{4 10} El papel de la irrigante es importante, ya que desempeña un rol protagónico en la preparación ideal de la superficie de la dentina.²³

A fin de eliminar las bacterias de forma predecible del sistema de conductos, es necesario el uso de la acción de apoyo de agentes desinfectantes irrigantes como: hipoclorito de sodio (NaClO), ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), ultrasonido y laser.⁵

Idealmente, los irrigantes químicos deben tener efecto antibacteriano, lubricante, no tóxico, producir una mínima destrucción a la estructura dental, proporcionar la disolución de materiales orgánicos e inorgánicos, y ser relativamente conveniente y fácil de usar.^{24 23}

El hipoclorito de sodio (NaClO) se ha utilizado ampliamente como una solución de irrigación durante varias décadas, y es ampliamente recomendado. Sus excelentes propiedades de disolución de tejidos y la actividad antimicrobiana hace

²³ MEHRDAD, LOTFI. ; NEGAR, MOGHADDAM. ; SEPIDEH, VOSOUGHOSSEINI. Effect of Duration of Irrigation with Sodium Hypochlorite in Clinical Protocol of MTAD on Removal of Smear Layer and Creating Dentinal Erosion. En: J Dent Res Dent Clin Dent Prospect Vol. 6, N°.3: 79. 84. 2012 summer

²⁴ HEBATALLA E. KANDIL, AHMED H. LABIB, HATEM A. ALHADAINY. Effect of different irrigant solutions on microhardness and smear layer removal of root canal dentin. En: Tanta Dental Journal; Vol.11, N°.1, 1-11. 2014

que sea el irrigante de elección para el tratamiento de dientes con necrosis de la pulpa, a pesar de que tiene varias características indeseables tales como toxicidad tisular a altas concentraciones, riesgo de enfisema cuando el llenado es excesivo, y el potencial alérgico.²

El NaClO tiene la capacidad de disolver el componente orgánico del barrillo dentinario, generando exposición de los túbulos dentinarios que recubren las paredes del conducto. Mientras que el EDTA, es un agente quelante, que disuelve la porción inorgánica de la dentina generando la apertura de los túbulos dentinarios. La utilización alternativa de los dos irrigantes permitirá durante la instrumentación la eliminación de los desechos orgánicos aún más en los túbulos dentinarios y, el aumento de la resistencia a la penetración bacteriana una vez el canal está obturado.¹

El NaClO es actualmente la sustancia más utilizada, y su uso generalizado como solución de irrigación endodóntica se puede explicar por su bajo precio, excelentes propiedades de disolución del tejido necrótico y desinfección del canal de la raíz. En endodoncia el NaClO es considerado como un "patrón de oro", es por ello que irrigantes experimentales deben ser comparados con él, por su capacidad de remoción del barrillo dentinario.²

Por otra parte, el NaClO no está totalmente aprobado para limpiar las superficies de los canales de la raíz. Estos problemas sugieren que el riego con NaClO no está totalmente optimizado y por ende hay una necesidad de identificar irrigantes

que sean eficaces, pero también biocompatibles, para evitar el riesgo de afectar la salud del paciente.²

La solución irrigante más utilizada en endodoncia es el NaClO en diferentes concentraciones las cuales varían del 1% al 5.25%. La razón de su uso se debe a que tiene una excelente acción bactericida y es disolvente de la sustancia orgánica pero no es eficaz en la remoción del componente inorgánico del barrillo dentinario.¹⁶

La concentración del hipoclorito no es un factor directo que influya en la mayor o menor limpieza de los conductos. El uso de una solución quelante es fundamental para la eliminación del componente inorgánico del barrillo dentinario. La activación de la irrigación es necesaria para lograr más conductos libres de barrillo dentinario.²⁵

A pesar de que la Asociación Americana de Endodoncia recomienda el uso del NaOCl como irrigante endodóncico, el mismo no está aprobado por la FDA (administración de alimentos y medicamentos) debido a su alta toxicidad, peligro caustico, riesgo de enfisema en caso de sobrellenado, y a su vez por las posibles reacciones alérgicas graves que pueden resultar en el paciente.²

²⁵ ARSLAN, HAKAN. ; BENAN, AYRANCI, LEYLA. Y ERTUGRUL KARATAS. et al. Effect of Agitation of EDTA with 808-Nanometer Diode Laser on Removal of Smear Layer. En: JOE Vol.39, N°.12:1589-1592.2013.

En el tratamiento de los conductos radiculares, el láser aporta nuevas y buenas perspectivas como complemento al tratamiento convencional. La preparación biomecánica del conducto radicular se efectúa de forma convencional, pero existen publicaciones en las que se utilizan los láseres de Er,Cr:YSGG o de Er:YAG para dicho fin.²⁶

La cavidad bucal contiene tejidos muy distintos entre sí; por tanto las características ópticas de los tejidos que la conforman no van a tener el mismo comportamiento cuando sean irradiadas con la misma longitud de onda. Es decir, podríamos necesitar una longitud de onda diferente para cada uno de los tejidos que hay en la cavidad bucal. Cuando con el mismo láser irradiamos dos tejidos distintos, los efectos que se producen también serán diferentes.²⁶

De igual modo, cuando aplicamos diferentes longitudes de onda sobre el mismo tejido, el comportamiento de la luz tampoco va a ser igual. Es decir, diferentes láseres producen efectos distintos sobre el mismo tejido. Hay que tener en cuenta que cada láser solo va a emitir en una única longitud de onda y que por lo tanto podremos obtener diferentes efectos sobre los tejidos tratados.²⁶

²⁶ ZAHED MOHAMMADI, HAMEDAN, IRAN. Laser applications in endodontics: an update review. En: International Dental Journal Vol. 59: 35-46.2009

Los láseres son susceptibles de ser clasificados de múltiples formas. Pueden clasificarse en relación a su medio activo, según sea su longitud de onda, forma de emisión u otros criterios, pero quizás la forma más habitual de clasificarlos es atendiendo a la potencia a la cual van a ser usados. Así pues, es frecuente referirse a dos grandes grupos de láseres:

“ Láser de baja potencia.

“ Láser de alta potencia.²⁶

La activación con láser se ha utilizado en la terapia endodóntica para reducir el número de bacterias y para modificar la superficie del canal de la raíz, debido a que es difícil eliminar completamente la capa de barrillo dentinario, particularmente en el tercio apical de la raíz, porque el tercio apical es más pequeño que los otros tercios lo que impide la circulación y la acción de las soluciones de irrigación.¹³

Los láseres se han sugerido para ayudar a tratamientos endodónticos, por ser un método adecuado para eliminar la capa de barrillo dentinario y por alcanzar la desinfección del sistema de canales de las raíces hasta lo profundo.²⁷ La dentina tratada por un láser aparece limpia, sin una capa de barrillo dentinario, con los túbulos abiertos y limpios.²⁰

²⁷ MARTINS MR ; CARVALHO MF. ; VAZ IP. et al. Efficacy of Er,Cr:YSGG laser with endodontical radial firing tips on the outcome of endodontic treatment: blind randomized controlled clinical trial with six-month evaluation. En: Lasers Med Sci Vol.28, N°.4:1049. 1055. 2013.

El mecanismo para la activación del láser con soluciones de irrigación, se origina a partir de la absorción de energía láser, la formación de burbujas de vapor, el colapso de las burbujas, corrientes acústicas, y, finalmente, la cavitación.¹³

Los rayos láser pueden ser entregados a través de una fibra óptica que permite una mejor accesibilidad a los canales de la raíz. La técnica requiere el ensanchamiento del canal de la raíz por métodos convencionales antes de que las sondas láser pueden ser colocadas en el canal.²⁸

El diámetro de las fibras, que se utiliza en el interior del espacio del canal, va desde 200-400 μ m. Una técnica considerada óptima sería la irradiación de apical a la superficie coronal en una forma continua dando vueltas; Levy encontró las paredes del conducto radicular limpias y regulares podrían alcanzarse usando Nd: YAG irradiación láser.²⁸

La eficacia de láser puede depender de varios factores tales como la longitud de onda, la energía del pulso, duración del pulso, y distribución de la luz a través del extremo de la fibra óptica. Hasta la fecha la investigación clínica en endodoncia ha sido prometedora pero limitada.²⁷

Se ha encontrado que a medida que disminuye el diámetro en los túbulos dentinales está restringida la penetración de los irrigantes en la profundidad de estos, es por ello que se ha pensado en la utilización del láser. La Irradiación láser

²⁸ MITHRA N. HEGDE. ; RAKSHA BHAT. ; PREETHESH SHETTY. Efficiency of a semiconductor diode laser in disinfection of the root canal system in endodontics: An in vitro study. En: Journal of the International Clinical Dental Research Organization Vol. 7, N°.1. January-June 2015

con sus inherentes propiedades de dispersión de luz, mejora la intensidad local y la atenuación permite la penetración de luz más profunda en los túbulos dentinarios lo que contribuye a una eficacia antimicrobiana superior.²⁹

La utilización de la tecnología láser también tiene algunas desventajas y unos problemas no resueltos, uno de los cuales es el costo de los dispositivos, que sigue siendo muy alto. Otra son las grandes dimensiones de los equipos debido a su complejidad.²³

Por otro lado, el uso de estas longitudes de onda a alta potencia, tiene considerables desventajas que los hacen peligrosos para los propósitos antibacterianos. Derretimiento de la dentina, grietas en la superficie, y ligera formación de los desechos son otras desventajas que tienen algunos láseres con altos niveles de energía, la complejidad y el alto costo de estos dispositivos.³⁰

El irrigante se puede activar de dos maneras: ultrasónica y sónica. En la primera la lima oscila de modo transversal con series de nodo y antinodo que avanzan a lo largo de la longitud de la misma. Las limas sónicas tienen un nodo junto al conductor y un gran antinodo en la punta.²⁵

²⁹ KARUNAKARAN J. V., SENTHIL KUMAR S., MOHAN KUMAR. et al. The effects of various irrigating solutions on intra-radicular dentinal surface: An SEM analysis. En: Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences Vol. 4, N°.1. Part 1. August 2012.

³⁰ OMID H. MUHAMMAD, MARLENE CHEVALIER RESEARCH ENGINEER, JEAN-PAUL ROCCA. et al. Photodynamic therapy versus ultrasonicroirrigation: Interaction with endodonticmicrobial biofilm, an ex vivo study. En: Photodiagnosis and Photodynamic Therapy Vol.11, N°.2. 171- 181. 2014

En los ultrasonidos la corriente ocurre delante y detrás de la línea paralela a la pieza de mano, mientras que en la activación sónica la corriente se produce alrededor. En ambas la mayor actividad se da en la punta del instrumento. Los ultrasonidos generan patrones de corrientes próximos a la lima y continuos produciendo daños biológicos a las células y remoción de detritus.²⁵

El ultrasonido se define como un sonido con una frecuencia de vibraciones superior al límite perceptible por el oído humano y fue Martin en el año 1976 quien demuestra la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la limpieza y desinfección del sistema de conductos.¹⁰

El mecanismo por el cual ocurre la eliminación de la capa de barrillo dentinario usando el ultrasonido según Cunningham y Martin está relacionado con el fenómeno de cavitación ya que las presiones hidrodinámicas producidas en el irrigante desalojan al detritus que se encuentra adosado a la pared del conducto, y crea un efecto de succión sobre el tejido orgánico liberado, arrastrando al detritus fuera de las ramificaciones laterales del conducto, hacia la corriente principal del flujo del irrigante, donde son posteriormente expulsados del conducto.¹⁰

La literatura describe dos tipos de irrigación: una donde la irrigación se combina con la instrumentación ultrasónica simultánea (IU) y otro sin instrumentación simultánea llamada irrigación ultrasónica pasiva (IUP).¹⁰

La primera es la instrumentación ultrasónica en la que se combina la instrumentación y la irrigación ultrasónica simultáneas. Debido a que se producen perforaciones y preparaciones irregulares de forma frecuente, los sistemas IU no son empleados como alternativa a la instrumentación.⁷

La segunda técnica, denominada irrigación ultrasónica pasiva opera sin instrumentación simultánea, dispensándose primero la solución irrigadora en el interior del conducto y, a continuación, se la agita y activa con ultrasonidos.⁷

En la IU la lima se coloca en contacto con la pared del conducto radicular, por lo que resulta menos eficaz en la eliminación del barrillo dentinario debido a que se reduce la transmisión acústica y podría resultar en el corte no controlado de la pared del conducto radicular sin una limpieza efectiva, en cambio, en la IUP, la lima ultrasónica es colocada en el centro del conducto hasta 2mm de la región apical, una vez conformado el conducto con una solución irrigante, la cual será activada por la oscilación ultrasónica ajustada a una potencia.¹⁰

Existe evidencia de que los ultrasonidos eliminan mejor el barrillo dentinario, y estos también pueden producir una nueva capa de barrillo dentinario en las zonas en las que la punta de la lima entra en contacto con la pared del conducto. Debido a ello Camp, recomienda su uso después de haber preparado el conducto, manteniendo la lima en el centro, siempre lejos de las paredes del conducto.¹⁰

Durante la aplicación del ultrasonido dentro del conducto radicular también se pueden producir micro grietas mayormente en una IU, por el calor producido, de la energía liberada durante el efecto de cavitación, debido a la implosión de las micro burbujas de gas, pero también debido a la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria con las paredes del conducto radicular, lo cual también potencia la acción biológica del NaOCl demostrado por Cunningham y Balekjian.¹⁰

La técnica de irrigación ultrasónica pasiva es la que mejores beneficios ha demostrado, pues ha evitado más fracturas del instrumento o micro-grietas en la superficie dentinaria por lo que resulta importante el entrenamiento del profesional en esta técnica.¹⁰

Por otro lado encontramos el MTAD que es una solución de irrigación cuya combinación de tetraciclina (doxiciclina) + ácido cítrico + detergente, dentro de sus características posee acción antibacteriana igual que el hipoclorito de sodio al 5,25%, efecto removedor de barrillo dentinario igual que el EDTA, no es citotóxico y posee sustentividad.²⁵

El MTAD puede eliminar microbios (erradicar *Enterococcus faecalis*) que son resistentes a irrigantes y a mecanismos endodóncicos convencionales.³¹ Este se

³¹ VISHAL A. MAHAJAN, ABHAY I. KAMRA y SONALI S. DAHIWALE. The effect of 17% EDTA and MTAD on smear layer removal and on erosion of root canal dentin when used as final rinse: An in vitro SEM study. En: Journal of the International Clinical Dental Research Organization. Vol. 2,Nº.3, 113-118. September-December 2010.

utiliza como un enjuague final después de desbridamiento químico y mecánico del canal de la raíz.³²

El MTAD ha demostrado ser eficaz en la eliminación de microorganismos resistentes, proporcionar actividad antimicrobiana sostenida a través de la afinidad de doxiciclina para unirse a los tejidos dentales duros y, producir una mínima erosión de la dentina intra-radicular de acuerdo a los reportes después de la irrigación final del canal.^{33 16}

No hay información detallada sobre el mecanismo exacto de acción de MTAD en la remoción de la capa de barrillo dentinario y la muerte de bacterias. En la mayoría de los estudios, su efecto sobre la capa de barrillo se atribuye tanto a la doxiciclina y ácido cítrico. Estos dos componentes de MTAD se han reportado por separado, como soluciones de eliminación eficaz de la capa de barrillo.³⁴

Su efecto antibacteriano se atribuye principalmente a la doxiciclina, que es un isómero de la tetraciclina. La doxiciclina, es un antibiótico de amplio espectro que

³² BAHAREH DADRESANFAR. ; ZOHREH KHALILAK. y ABBAS DELVARANI. et al. Effect of ultrasonication with EDTA or MTAD on smear layer, debris and erosion scores. En: Journal of Oral Science, Vol. 53, N° 1, 31-36, 2011.

³³ VARUN JINDAL, APARNA PALEKAR. y DEEPTI JINDAL. An in vitro comparative evaluation of smear layer removal using NaOCl, EDTA and MTAD solution as a final rinse- a scanning electron microscopic study. En: Journal of Oral Health Research, Vol. 2, N° 2, April 2011.

³⁴ BETTINA BASRANI y MARKUS HAAPASALO. UPDATE ON ENDODONTIC IRRIGATING SOLUTIONS. En: Endodontic Topics Vol. 27, N° 1, 74. 102, 2012.

es eficaz contra una amplia gama de microorganismos, es un antibiótico bacteriostático que ejerce su efecto a través de la inhibición de la síntesis de proteínas. La doxiciclina, ácido cítrico, y combinado podrían tener un efecto sinérgico sobre la pared celular bacteriana y en la membrana citoplasmática.³⁴

Los puntos que favorecen el uso de MTAD como un irrigante en comparación con otras soluciones se pueden resumir de la siguiente manera: presentan propiedad antimicrobiana razonable, mejor eliminación de la capa de frotis, especialmente en el tercio apical, efectos adversos menores en la estructura de la dentina, mejor en la promoción de la adhesión a la dentina, buena biocompatibilidad, y menor cantidad de erosiones dentinarias en comparación con EDTA.³⁵

Ghoddusi y Cols. evaluaron el efecto del MTAD como irrigante final en la eliminación del barrillo dentinario favoreciendo la adhesión de los cementos obturadores sobre la dentina, lo que conlleva una disminución de la filtración de las bacterias al interior del conducto radicular.²⁵

Entre las deficiencias encontramos menor actividad antimicrobiana óptima, menor compatibilidad con células de la pulpa dental en procedimientos de revascularización, alto costo y reducción de la vida útil.³⁵

³⁵ JIMÉNEZ, CHAVES, VÍCTOR; LABARTA ALICIA BEATRIZ. Y GUALTIERI ARIEL. et al. Evaluación de la remoción del barro dentinario al utilizar ácido cítrico al 10% y rc- prep como soluciones irrigantes estudio con microscopio electrónico de barrido. En: Rev. Cient. Odontol., Vol.9, N°1, Enero a Junio 2013.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Este fue un estudio de enfoque experimental in vitro, en los laboratorios de la Universidad de Cartagena durante el segundo periodo del año 2014 y primer periodo del 2015.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La fuente poblacional fueron 40 órganos dentarios con exodoncia indicada de las clínicas de la facultad de odontología de la Universidad de Cartagena en el

periodo comprendido entre junio del 2014 y febrero de 2015 con diagnóstico de periodontitis apical crónica sintomática o asintomática. El tamaño de la muestra se calculó bajo la tendencia histórica obteniendo un resultado de 40 órganos dentarios que se repartieron en 10 para cada grupo.

Para poder seleccionar las muestras del estudio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios.

5.2.1 Criterios de inclusión: órganos dentarios anteriores y premolares con: raíz única, raíz cónica, raíz en completo desarrollo, raíz con ápice cerrado, anatómicamente bien formado, con un solo conducto, bilaterales y con diagnóstico de periodontitis apical sintomática o asintomática.

5.2.2 Criterios de exclusión: dientes molares y premolares birradiculares, dientes molares multirradiculares, dientes con raíz dislacerada, dientes con fracturas corono radicular, órganos dentarios con conductos calcificados, dientes con excesiva curvatura, dientes con dos o más conductos, dientes con reabsorciones radiculares, dientes con caries radicular o con restauraciones metálicas de gran tamaño.

5.3 VARIABLES DEL ESTUDIO

Según este trabajo serian:

5.3.1: **Irrigantes:** hipoclorito, hipoclorito con láser, hipoclorito activado con ultrasonido, hipoclorito con MTAD.

5.3.2: **Evaluadores:** 3 evaluadores.

Para evaluar la efectividad de los irrigantes los evaluadores tendrán en cuenta el siguiente sistema de medición que se explica a continuación:

Puntuación 1= Superficie de la dentina con la presencia de barro dentinario y sin los túbulos dentinarios visibles (Pésimo).

Puntuación 2 = Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 25% de los túbulos dentinarios visibles (Malo).

Puntuación 3 = Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 50% de los túbulos dentinarios visibles (Regular)

Puntuación4 = Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 75% de los túbulos dentinarios visibles (Bueno)

Puntuación 5 = Superficie de la dentina libre de barro dentinario y con túbulos dentinarios visibles (Optimo).

5.4 RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Se tomaron 40 dientes extraídos con diagnóstico de periodontitis apical crónica, a los cuales inicialmente se les tomaron radiografías periapicales para confirmar la presencia de un solo conducto radicular.

5.5 PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE LAS MUESTRAS

Después de haber confirmado la presencia de un solo conducto radiográficamente, se procedió a determinar la longitud radicular para establecer la longitud de trabajo de cada órgano dentario.

Una vez definido lo anterior los dientes se dividieron aleatoriamente en grupos determinados así.

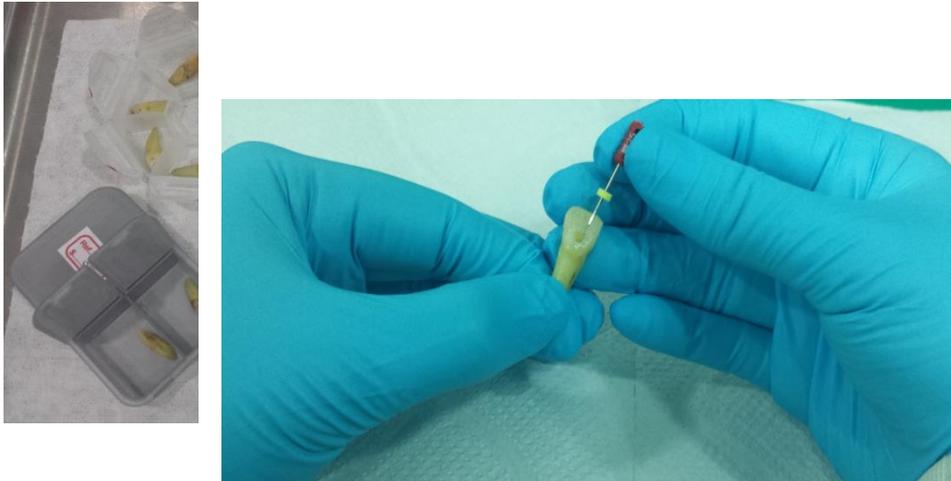
1 = Grupo de dientes irrigados con hipoclorito de sodio activados con ultrasonido. (10 dientes)

2 = Grupo de dientes irrigados con hipoclorito de sodio más MTAD. (10 dientes)

3 = Grupo de dientes irrigados con hipoclorito de sodio con aplicación de láser. (10 dientes).

4 = Grupo de dientes irrigados con hipoclorito de sodio. (10 dientes)

Figura 1. Organos dentarios organizados y agrupados en sus respectivos recipientes.



Todos los dientes se mantuvieron en una solución de 2,5 % de hipoclorito de sodio durante 15 minutos para retirar los restos de tejido remanente en las superficies luego de la extracción y fueron almacenados en solución salina normal a 37 ° C hasta su uso.

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

Se hizo apertura con fresa redonda de diamante n° 2 de gramo medio y se dio la forma de conveniencia con fresa troncocónica del mismo gramo.

Figura 2. Apertura del canal correspondiente.

Figura 3. Aplicación del hipoclorito de sodio.



Posteriormente se realizó la instrumentación con limas tipo K #20 y la irrigación con aguja de 30G con hipoclorito de sodio al 2.5% 1 ml de solución.

Figura 4. Instrumentación con lima #20.



Figura 5. Retroceso con lima # 25.



El retroceso se ejecutó con una lima tipo K #25 y se recapitulo con una lima tipo K # 20, la lima final fue una 30 tipo K, entre cada una se repitió la irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5 %.

Figura 6. Instrumentación con la lima final #30.



El grupo control (grupo 4) que corresponde al hipoclorito de sodio luego del procedimiento antes mencionado, se irriga finalmente durante 30 segundos con 2 ml de solución y se inactiva cada muestra con hiposulfito de sodio, consecutivamente las muestras se secan con puntas de papel.

Figura 7. Aplicación del ultrasonido



El primer grupo luego de la instrumentación e irrigación con hipoclorito de sodio se le colocó la punta del ultrasonido y se realizó la activación durante 60 segundos a un milímetro de la longitud radicular, luego se inactiva la muestra con hiposulfito de sodio y se secan con puntas de papel.

El segundo grupo de dientes luego de la instrumentación e irrigación con hipoclorito de sodio se irriego finalmente con 5 ml de MTAD de la siguiente manera:

Figura 8. Bio pure MTAD, jeringa de irrigación.



Se colocó la jeringa con su aguja de irrigación 1 mm debajo de la longitud de trabajo preestablecida para cada órgano dentario y se irriego 1 ml de la solución dentro del conducto la cual fue agitada introduciendo una lima # 15 dentro del mismo, una vez se realizó esto, la solución permaneció dentro del conducto durante 5 minutos. Luego de transcurrido el tiempo se añadió el resto de la solución (4 ml) para irriegar y enjuagar el conducto. Finalmente el conducto se secó con puntas de papel.

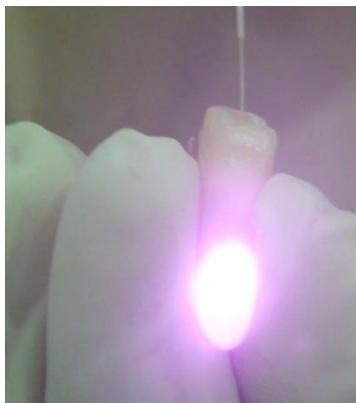
Figura 9. Irrigación final con MTAD.



Las muestras se inactivaron con hiposulfito de sodio y se secaron con puntas de papel nuevamente.

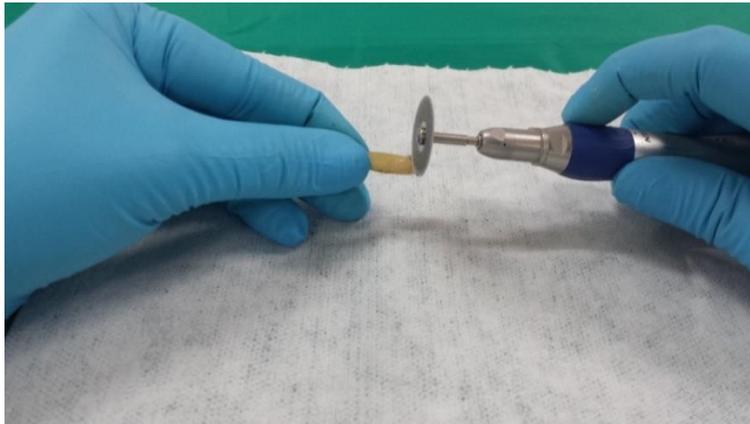
Al grupo de dientes a los que se les aplicó láser (grupo 3), luego de la debida irrigación con hipoclorito de sodio, se les ejecutaron 4 ciclos de 10 segundos cada uno con el láser a 3 mm de la longitud de trabajo y 15 segundos de receso entre cada ciclo a 1.8 w de potencia, luego cada muestra se inactivó con hiposulfito de sodio y se secaron con puntas de papel.

Figura 10. Aplicación del láser en tercio apical y coronal



Posterior a la instrumentación y preparación de los canales, se procedió a realizar surcos guías longitudinales con discos de diamante en pieza de baja velocidad con el debido cuidado para no tocar el interior del canal radicular. Para ello se realizaron surcos guías transversales, teniendo en cuenta que debían quedar 18 mm de la longitud radicular en mesial y distal; también se realizaron surcos guías frontales a lo largo de la raíz.

Figura 11.
órgano
por medio
surcos



Corte del
dentario
de los
guías.

Se dividió la corona de la raíz del diente con una espátula metálica para cemento delgada introduciéndola en el surco guía, haciendo solo una leve presión. Se finalizó dividiendo la raíz del diente con la misma espátula por los surcos guías, haciendo una leve presión sobre el órgano dentario.

Figura
raíz.

12.



Hemisección de la

Posteriormente las muestras fueron fijadas en formaldehído al 10% durante 24 horas, lavadas con glutaraldehído durante 1 hora y secadas a temperatura ambiente durante tres días. Se seleccionó una hemisección de las raíces como muestra, teniendo en cuenta su grado de integridad para su posterior análisis en el microscopio electrónico de barrido en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido de la Universidad Nacional de Colombia.

5.6 ANALISIS CON MICROSCOPIO DE BARRIDO.

Las muestras fueron codificadas previamente, una vez se encontraron en el laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido de la Universidad Nacional de

Colombia se montaron una al lado de la otra sobre bases de aluminio y se



recubrieron con una capa de oro paladio de 25 μm .

Figura 13. Imagen de la platina del MEB con las distintas mitades de las muestras recubiertas por una capa de oro paladio de 25 μm .

Todas las muestras fueron observadas en un microscopio electrónico de barrido (EDAX). Se realizaron 120 microfotografías seriadas a una magnificación de 2500 x, que fueron digitalizadas y alineadas de manera tal que generaban una visión panorámica vertical del conducto radicular.

Figura 14. Microscopio electrónico de barrido (EDAX).

Las imágenes fueron evaluadas por tres investigadores que no conocían a que grupos pertenecían las muestras, pero que previamente fueron calibrados mediante el análisis

de una serie de microfotografías dentina radicular tomadas de la tratada con distintos protocolos de irrigación. En el laboratorio se tomaron fotomicrografías en las partes centrales de la región apical



de una serie de microfotografías tomadas de la tratada con distintos protocolos de irrigación. En el laboratorio se tomaron fotomicrografías en las partes centrales de la región apical (A) . 2.5 mm del

ápice de la raíz, a nivel medio (M) . a 5.5 mm y a nivel cervical (C) . a 8.5 mm, manteniendo los dientes en la dirección horizontal, al igual que una panorámica de toda la raíz.

La evaluación se realizó mediante la cuantificación en la imagen digitalizada de la cantidad de detritus presente al interior del conducto radicular.

Figura 15. Toma de fotomicrografías.

5.7

Una vez las muestras se les



INSTRUMENTO

obtenidas las muestras se les suministro a los 3 evaluadores el instrumento para diligenciar la información, de forma individual, el cual fue explicado previamente de forma breve pero explicita a cada uno de ellos,

en donde evaluaron la cantidad de barrillo dentinario, presente en las imágenes a valorar, en cada uno de los tercios de diente.

Para ello se aplicó una escala de limpieza de los túbulos dentinarios con 5 opciones de respuesta: 1: pésimo, 2: malo, 3: regular, 4: bueno, 5: optimo, válida para cada los tres tercios del diente: coronal, medio y apical.

6. RESULTADOS

En el análisis de las fotomicrografías SEM, se observaron los siguientes resultados para los diversos grupos, los cuales se obtuvieron a partir de un análisis de frecuencia para cada irrigante, en cada uno de los tercios por los tres

evaluadores, apoyado de un análisis de correlación bivariado y análisis de correspondencia múltiple.

El grupo 4 o grupo control fueron calificados como buena y optima la limpieza de barrillo dentinario en un 10% en cervical, 30% en tercio medio y 10% en el tercio apical.

El grupo 1 (hipoclorito + ultrasonido) mostro eliminación buena y optima de la capa de barrillo dentinario en un 40% en el tercio cervical, 70% en tercio medio y 20% en apical.

En el grupo 2 (hipoclorito + MTAD) mostraron eliminación buena y optima de la capa de barrillo dentinario en un 40% en cervical, 20% en medio y en apical un 10%.

En el grupo 3 (hipoclorito + laser) los evaluadores calificaron como buena y optima la limpieza de barrillo dentinario en un 10% en cervical, 10% en medio y 0% en apical.

Al realizar el análisis de correlación bivariado encontramos que fue significativo para el tercio medio y apical el ultrasonido con el hipoclorito con un valor de p de 0,05%. Teniendo en cuenta que existió escasa concordancia entre los evaluadores lo cual se obtuvo a partir del Coeficiente de Kappa de Cohen.

Grafico 1. Resultados de los tres evaluadores de acuerdo a cada sistema de irrigación utilizado y el tercio cervical

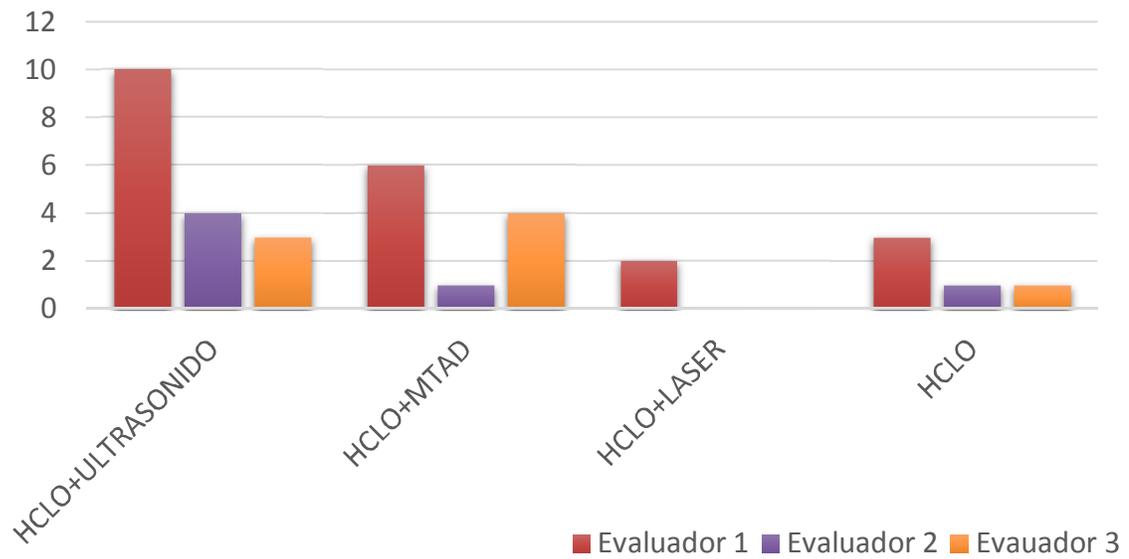
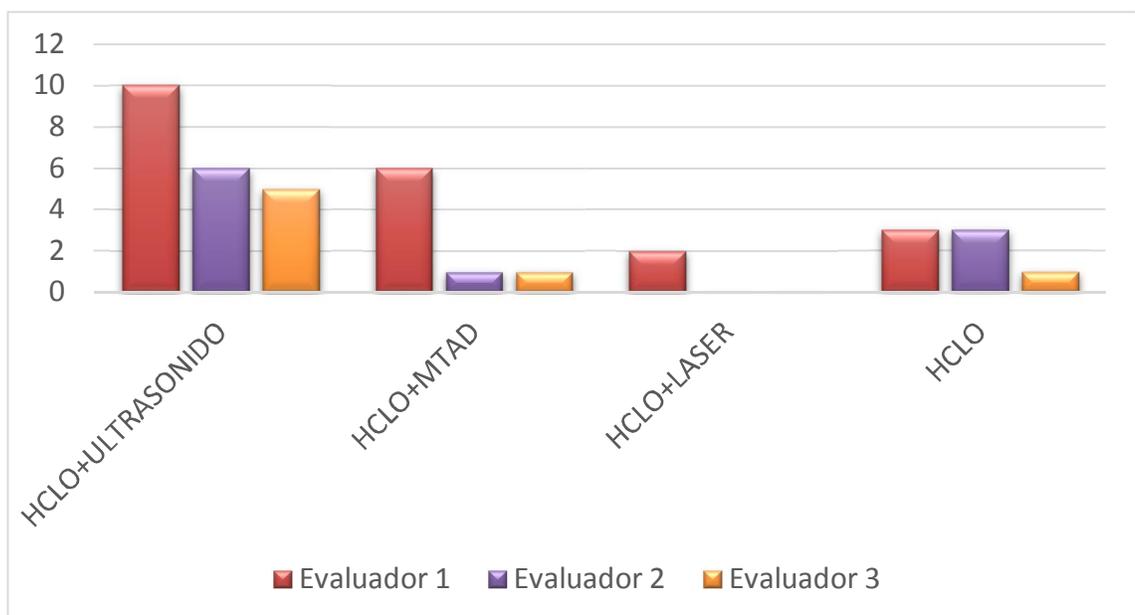


Grafico 2. Resultados de los tres evaluadores de acuerdo a cada sistema de irrigación utilizado y el tercio cervical



irrigación utilizado y el tercio medio

Grafico 3. Resultados de los tres evaluadores de acuerdo a cada sistema de irrigación utilizado y el tercio apical.

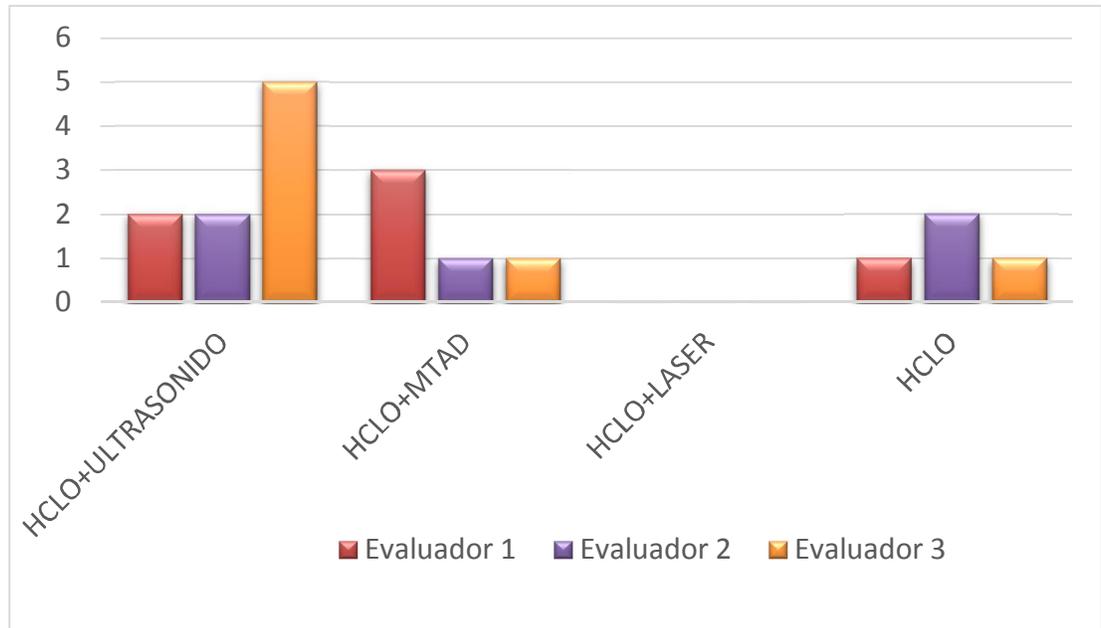


Figura16. Imágenes por SEM de las paredes instrumentadas del conducto en cervical, medio y apical luego de usar (HCLO+ultrasonido), (HCLO+MTAD), (HCLO+laser) y (HCLO) como grupo control.

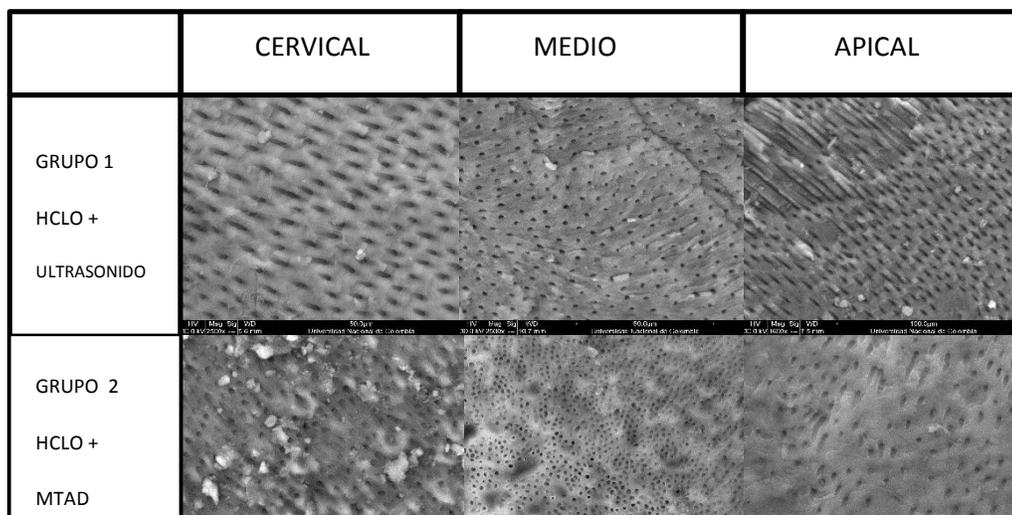


Tabla 1. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio medio observado por el evaluador1.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORITO
1. PESIMO	0(0%)	0(0%)	1(10%)	3(30%)
2. MALO	0(0%)	1(10%)	5(50%)	4(40%)
3. REGULAR	0(0%)	3(30%)	2(20%)	0(0%)
4. BUENO	7(70%)	4(40%)	2(20%)	2(20%)
5. OPTIMO	3(30%)	2(20%)	0(0%)	1(10%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 2. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio apical observado por el evaluador1.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORITO
1. PESIMO	0(0%)	2(20%)	2(20%)	7(70%)
2. MALO	5(50%)	2(20%)	7(70%)	1(10%)
3. REGULAR	3(30%)	3(30%)	1(10%)	1(10%)
4. BUENO	1(10%)	2(20%)	0(0%)	0(0%)
5. OPTIMO	1(10%)	1(10%)	0(0%)	1(10%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 3. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio cervical observado por el evaluador2.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORITO
1. PESIMO	4(40%)	5(50%)	7(70%)	2(20%)
2. MALO	2(20%)	3(30%)	2(20%)	3(30%)
3. REGULAR	0(0%)	1(10%)	1(10%)	4(40%)
4. BUENO	3(30%)	1(10%)	0(0%)	1(10%)
5. OPTIMO	1(10%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 4. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio medio observado por el evaluador2.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORIT O
1. PESIMO	0(0%)	2(20%)	8(80%)	2(20%)
2. MALO	1(10%)	6(60%)	1(10%)	3(30%)
3. REGULAR	3(30%)	1(10%)	1(10%)	2(20%)
4. BUENO	5(50%)	1(10%)	0(0%)	3(30%)

5. OPTIMO	1(10%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 5. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio apical observado por el evaluador2.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORITO
1. PESIMO	6(0%)	6(60%)	9(90%)	6(60%)
2. MALO	0(0%)	2(20%)	1(10%)	2(20%)
3. REGULAR	2(20%)	1(10%)	0(0%)	0(0%)
4. BUENO	2(20%)	1(10%)	0(0%)	1(10%)
5. OPTIMO	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1(10%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 6. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio cervical observado por el evaluador3.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORIT O
1. PESIMO	2(20%)	2(20%)	7 (70%)	2(20%)
2. MALO	3(30%)	3(30%)	3(30%)	3(30%)
3. REGULAR	2(20%)	1(10%)	0(0%)	4(40%)
4. BUENO	2(20%)	4(40%)	0(0%)	1(10%)
5. OPTIMO	1(10%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 7. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio medio observado por el evaluador3.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORITO
1. PESIMO	0(0%)	0(0%)	8(80%)	2(20%)
2. MALO	0(0%)	1(10%)	1(10%)	3(30%)
3. REGULAR	3(30%)	7(70%)	1(10%)	3(30%)
4. BUENO	6(60%)	2(20%)	0(0%)	2(20%)
5. OPTIMO	1(10%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

Tabla 8. Frecuencia de los cuatro tipos de irrigación sobre el grado de limpieza del tercio apical observado por el evaluador3.

VALORES	ULTRASONIDO	MTAD	LASER	HIPOCLORITO
1. PESIMO	4(40%)	3(30%)	8(80%)	5(50%)
2. MALO	0(0%)	3(30%)	1(10%)	1(10%)
3. REGULAR	1(10%)	3(30%)	1(10%)	3(30%)
4. BUENO	4(40%)	1(10%)	0(0%)	1(10%)
5. OPTIMO	1(10%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
TOTAL	10(100%)	10(100%)	10(100%)	10(100%)

7. DISCUSIÓN

Para eliminar la capa de barrillo dentinario de los conductos radiculares se han utilizado varias sustancias químicas como complemento de la preparación mecánica. Entre ellas el hipoclorito de sodio, ya que diversos trabajos realizados, establecen la importante capacidad de disolver sustancia orgánica, propiedad que le brinda un mayor grado de limpieza sobre la dentina intertubular, que la obtenida

con otras soluciones irrigantes,³⁶ además, tiene la capacidad de neutralizar productos tóxicos y efecto antibacteriano (Spano' et al., 2002; Yamashita et al., 2003).³⁷

En este estudio se encontró que el grado de limpieza del hipoclorito de sodio fue predominantemente malo en los tres tercios evaluados del grupo control. Esto demostró que el uso de NaOCl por sí solo no elimina la capa de barrillo.

Este hallazgo está de acuerdo con otros estudios que muestran que NaOCl no es eficaz en la eliminación de la capa de barrillo.³⁸ ³⁷ Torabinejad et al, Ulusoy y Gorgul, Mozayeni et al, mostraron que el hipoclorito de sodio no es capaz de eliminar los componentes orgánicos e inorgánicos de la capa de barrillo y esta

³⁶ JIMÉNEZ, CHAVES, VÍCTOR; LABARTA ALICIA BEATRIZ. Y GUALTIERI ARIEL. et al. Evaluación de la remoción del barro dentinario al utilizar ácido cítrico al 10% y rc- prep como soluciones irrigantes estudio con microscopio electrónico de barrido. En: Rev. Cient. Odontol., Vol.9, N°.1, Enero a Junio 2013.

³⁷ EDSON ALFREDO, ALINE E. SOUZA-GABRIEL, SILVIO ROCHA C. SILVA. et al. Silva-Sousa. Morphological Alterations of Radicular Dentine Pretreated With Different Irrigating Solutions and Irradiated With 980-nm Diode Laser. En: Microscopy Research And Technique, Vol.72, :22. 27.2009

³⁸ A.M. DARRAG. Effectiveness of different final irrigation solutions on smear layer removal in intraradicular dentin. En: Tanta Dental Journal Vol.11: 93-99. 2014.

ineficiencia puede ser debido a su baja acción fisicoquímica que se limita a las partículas orgánicas.²⁴

Kreisler y cols compararon la acción del hipoclorito de sodio al 0,9% frente al hipoclorito de sodio combinado con un láser de diodo, con el fin de conseguir la desinfección de los conductos radiculares, y su conclusión es que el láser de diodo no puede sustituir al hipoclorito sódico, pero ayuda a obtener mejores resultados.³⁹

³⁷ Sin embargo esta investigación demostró que al utilizar laser no se obtiene una buena remoción de la capa de barrillo en ninguno de los tercios radiculares, comparado con la irrigación solo con hipoclorito.

Los rayos láser pueden ser entregados a través de una fibra óptica que permite una mejor accesibilidad a los canales de la raíz. La técnica requiere el ensanchamiento del canal de la raíz por métodos convencionales antes de que la fibra pueda ser colocada en el canal. El diámetro de las fibras, que se utiliza en el interior del espacio del canal, van desde 200-400 μ m, equivalente a una lima No. 20-40. La una técnica considerada óptima sería la irradiación de apical a la superficie coronal en una forma continua dando vueltas.²⁶

³⁹ LARREA-OYARBIDE N, ESPAÑA-TOST AJ, BERINI-AYTÉS L. et al. Applications of diode laser in dentistry. En: RCOE, Vol.9, N°.5: 529-534. 2004.

Barbakow et al., no pudieron detectar ninguna diferencia en la capacidad de eliminar la capa de barrillo entre canales preparados con y sin láser ⁴⁰, mientras que indica el riesgo de daños a las estructuras de calor perirradiculares, de la misma manera que otros investigadores como Spano' et al. en el 2002.³⁷

Del mismo modo, Kaitsas et al. informó que a pesar de la eliminación efectiva capa de barrillo, limpiar todas las paredes del conducto radicular con láser es difícil y, se puede producir un cierto grado de daño térmico y cambios morfológicos en la estructura de la dentina.⁴⁰

El mecanismo para la activación de láser a las soluciones de irrigación, se origina a partir de la absorción de energía láser, la formación de burbujas de vapor, el colapso de las burbujas, corrientes acústicas, y, finalmente, la cavitación.⁴¹

Clínicamente, la raíz está rodeada por hueso, y el canal se comporta como un canal de extremo cerrado. Esta situación se traduce en arrastre de gas en el extremo de esta región, produciendo un efecto de bloqueo de vapor durante el procedimiento de irrigación. ⁴¹

⁴⁰ MARKUS HAAPASALO, UNNI ENDAL, HOMAN ZANDI. et al. Eradication of Endodontic Infection by Instrumentation and Irrigation Solutions. En: Endodontic Topics Vol.10:77. 102.2005

⁴¹ HAKAN ARSLAN.; BENAN AYRANCI, LEYLA.; KARATAS,HÛSEYIN, ERTUGRUL. et al, Effect of Agitation of EDTA with 808-Nanometer Diode Laser on Removal of Smear Layer. En: JOE, Vol.39, N°.12:1589-1592. 2013.

Actualmente, varias técnicas y sistemas están disponibles y reportados para mejorar la irrigación final antes de la obturación,¹⁷ entre estas encontramos el MTAD, que es una mezcla de 3% doxiciclina, 4,25% de ácido cítrico, y 0,5% de detergente (Tween-80).^{22 40} Torabinejad et al. en el 2003⁹ Vishal A et al³¹ y Mozayeni et al. en el 2009 demostraron que MTAD es una solución eficaz para la eliminación de la capa de barrillo dentinario; además no cambió significativamente la estructura de los túbulos dentinarios.^{42 22 40}

En la creación del MTAD se utilizó doxiciclina, debido a su bajo pH, como un quelante de calcio para causar la desmineralización superficie de la raíz, Se usó ácido cítrico debido a que algunos estudios han demostrado su capacidad para eliminar la capa de barrillo en diferentes concentraciones. Detergente Tween 80+ es otro componente de la mezcla.²²

Es un tensioactivo no iónico cuya estabilidad relativa y no toxicidad permite que sea utilizada como un detergente y emulsionante en un número de aplicaciones domésticas, científicas y farmacológicas. La familia Tweens, en particular polisorbato 80, se ha utilizado como detergente en la mezcla de MTAD.²²

Por otro lado Mancini et al, encontraron que el MTAD, al igual que el ácido cítrico y EDTA es ineficaz en la eliminación de la capa de barrillo en la dentina

⁴² CHARU TANDON, VIVEK GOVILA, VANDANA A. PANT. An in vitro scanning electron microscopic study comparing MTAD (intra canal irrigant) and various root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: Journal of the International Clinical Dental Research Organization, Vol.6:24-28.2014.

intrarradicular apical,^{24 38 29} de acuerdo con los resultados del presente estudio donde la eficacia del MTAD no supero el 40% de limpieza en ninguno de los tercios evaluados.

Moorer y Wesselink(18), Sabins et al., Lee et al.⁷ encontraron que el impacto de la agitación mecánica de soluciones de NaOCl era muy importante en la capacidad de este para disolver el tejido. Teniendo en cuenta que bajo la influencia de los ultrasonidos, es posible que en los casos con compleja anatomía del canal, los irrigantes se dirijan de manera más eficiente a las áreas que no son de fácil acceso por el riego normal.^{40 43}

El ultrasonido se define como un sonido con una frecuencia de vibraciones superior al límite perceptible por el oído humano y fue Martin en el año 1976 quien demuestra la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la limpieza y desinfección del sistema de conductos.¹⁵

Stojcic et al. encontraron que la activación de la solución de NaOCl en el sitio de la disolución mediante agitación, preferiblemente continua, también resultó en un marcado incremento en el efecto NaOCl. Fabiani también demostró que el uso de agitación ultrasónica aumentó la eficacia de 5% NaOCl en el tercio apical de la pared del canal.³⁴

⁴³ BLANK-GONC,ALVES et al. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third of Curved Roots: Conventional Irrigation versus Activation Systems. En: JOE; Vol 37:9 2011.

Diaz-Amanca E et al. Concluyeron que el uso del ultrasonido en la remoción del smear layer; si representa una mejora, por lo que resulta importante su uso en este campo.¹⁵

En esta investigación la activación del hipoclorito con ultrasonido presentó los mejores resultados en la eliminación de capa de barrillo dentinario, con diferencia estadísticamente significativa en comparación con los otros sistemas de irrigación analizados. Sin embargo existen otras investigaciones corroboran el hallazgo de que la capa de barrillo se mantuvo después de la instrumentación utilizando sónicos o ultrasónicos.⁴⁰

8. CONCLUSIÓN

El sistemas de irrigación que logro una mejor remoción en cada uno de los tercios del conducto radicular con diferencia estadísticamente significativa es la activación de hipoclorito con ultrasonido

El grupo de hipoclorito más ultrasonido mostro mayor eficacia que el MTAD en los tercios medio y apical del canal radicular y el MTAD a su vez mostro mejor limpieza que el láser en el cual la evaluación nos arrojó limpieza buena y óptima en un 10% en cervical, 10% en medio y 0% en apical.

Es decir que el uso del hipoclorito + laser empleado como irrigante final mostró ser incapaz de remover la capa de barrillo dentinario del tercio apical.

El hipoclorito + ultrasonido y del hipoclorito + MTAD, mostraron una mejor remoción del barrillo dentinario que el hipoclorito de sodio cuando su usa como único irrigante.

9. BIBLIOGRAFÍA

A.M. DARRAG. Effectiveness of different final irrigation solutions on smear layer removal in intraradicular dentin. En: Tanta Dental Journal Vol 11: 93-99. 2014

ARSLAN, HAKAN. ; BENAN, AYRANCI, LEYLA. Y ERTUGRUL KARATAS. et al. Effect of Agitation of EDTA with 808-Nanometer Diode Laser on Removal of Smear Layer. En: JOE, 2013, Vol. 39 N°12):1589-1592.

B. E. MAYER.; O. A. PETERS Y F. BARBAKOW. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. En: International Endodontic Journal, Vol 35, 582. 589, 2002.

BAHAREH DADRESANFAR. ; ZOHREH KHALILAK. y ABBAS DELVARANI. et al. Effect of ultrasonication with EDTA or MTAD on smear layer, debris and erosion scores. En: Journal of Oral Science, Vol. 53, No. 1, 31-36, 2011.

BETTINA BASRANI y MARKUS HAAPASALO. UPDATE ON ENDODONTIC IRRIGATING SOLUTIONS. En: Endodontic Topics. 27, 74. 102. 2012

BLANK-GONC,ALVES ET AL. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third of Curved Roots: Conventional Irrigation versus Activation Systems. En: JOE, Vol. 37, N°.9. 1268. 1271. 2011

BORRO, I., TOMÁS, B., DÍAZ-FLORES, V. Estudio in vitro con Microscopio Electrónico de Barrido de distintos métodos de activación de soluciones irrigantes. En: Cient Dent Vol.7, N°.1:45-52.2010.

CARNEIRO, VALERA, MARCIA. ; GODINHO, DA SILVA, KATY COSTA. y EIKO, MAEKAWA, LILIAN. et al. Antimicrobial activity of sodium hypochlorite associated with intracanal medication for candida albicans and enterococcus faecalis in occluded root canals. En: J Appl Oral Sci. Vol.17, N°.6: 555-9.2009

CASTAGNA, FABRICIA. ; RIZZON, PATRICIA. ; ABREU DA ROSA, RICARDO. et al. Effect of Passive Ultrasonic Instrumentation as a Final Irrigation Protocol on Debris and Smear Layer Removal. A SEM Analysis. En: Microscopy research and technique Vol.76:496. 502 2013.

CAVAGNOLI, GHINZELLI, GUILHERME. ; ALBINO, SOUZA, MATHEUS. ;CECCHIN, DOGLAS. ET AL. Influence of ultrasonic activation on photodynamic therapy over root canal system infected with *Enterococcus faecalis* an *in vitro* study. En: Photodiagnosis and Photodynamic Therapy Vol.11, 472. 478. 2014.

CHARU TANDON, VIVEK GOVILA, VANDANA A. PANT. An in vitro scanning electron microscopic study comparing MTAD (intracanal irrigant) and various root biomodifiers on periodontally involved human teeth. En: Journal of the International Clinical Dental Research Organization Vol.6:24-28.2014.

D.R. VIOLICH, N.P. CHANDLER. The smear layer in endodontics . a review. En: International Endodontic Journal Vol. 43, 2. 15, 2010.

DECHICHI PAULA. ; GOMES MOURA CAMILLA CHRISTIAN .Smear layer: a brief review of general concepts. Part II. The most common agents to remove endodontic smear layer. En: RFO UPF Vol.11, N°.2:100-104. 2006.

DIAZ, AMANCA, Y VELÁSQUEZ, HUAMÁN. ¿Representará alguna mejora el uso del ultrasonido en la remoción del barrillo dentinario?. En: RevEstomatol Herediana. Vol.22, N°.3 179-82.2012

DORNELLES MORGENTAL, RENATA. ; SINGH, ARUNA. ; SAPPAL, HARKEET. et al. Dentin inhibits the antibacterial effect of new and conventional endodontic irrigants. En: JOE Vol. 39, N°. 3, March 2013.

EDSON ALFREDO, ALINE E. SOUZA-GABRIEL, SILVIO ROCHA C. SILVA. et al. Silva-Sousa. Morphological Alterations of Radicular Dentine

Pretreated With Different Irrigating Solutions and Irradiated With 980-nm Diode Laser. En: Microscopy Research And Technique. Vol.72:22. 27.2009

ESPAÑA-TOST, ANTONIO JESÚS, ARNABAT-DOMÍNGUEZ, JOSÉ BERINI-AYTÉS, LEONARDO GAY-ESCODA, COSME. Aplicaciones del láser en Odontología. En: RCOE, 2004, Vol 9, N°5, 497-511.

GARCEZ, AGUINALDO S.; RIBEIRO, MARTHA S. y TEGOS, GEORGE P. et al. Antimicrobial Photodynamic Therapy Combined With Conventional Endodontic Treatment to Eliminate Root Canal Biofilm Infection. En: Lasers in Surgery and Medicine Vol 39:59. 66. 2007.

GARCÍA DELGADO A, MARTÍN-GONZÁLEZ J, CASTELLANOS-COSANO L. et al. Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. En: avances en odontoestomatología vol. 30 N°. 2 . 2014.

GARCIA, FAUSTINO; MURRAY, PETER E.; GARCIA, GODOY, FRANKLIN. et al. Effect of aquatine endodontic cleanser on smear layer removal in the root canals of ex vivo human teeth. En: JAppl Oral Sci Vol.18, N°.4:403-8. 2010.

GAZELIUS B, OLGART L, EDWALL B. et al. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. En: Endod Dent Traumatol 1986 Vol. 2: 219-221.

GREGORI, M.; KURTZMAN. Improving endodontic success through use of the EndoVac irrigation system. En: Dental Tribune I June Vol. 33, N°.5 611-615. May 2007.

HAKAN ARSLAN. ; BENAN AYRANCI, LEYLA.; KARATAS,HÛSEYIN, ERTUGRUL. et al, Effect of Agitation of EDTA with 808-Nanometer Diode Laser on Removal of Smear Layer. En: JOE, Vol. 39, N° 12:1589-1592. 2013

HEBATALLA E. KANDIL, AHMED H. LABIB, HATEM A. ALHADAINY. Effect of different irrigant solutions on microhardness and smear layer removal of root canal dentin. En: Tanta Dental Journal; Vol. 11: 1-11 2014

HÛLSMANN, MICHAEL. Effects of mechanical instrumentation and chemical irrigation on the root canal dentin and surrounding tissues. En: Endodontic Topics, Vol. 29, 55. 86. 2013

JIMÉNEZ, CHAVES, VÍCTOR; LABARTA ALICIA BEATRIZ. Y GUALTIERI ARIEL. et al. Evaluación de la remoción del barro dentinario al utilizar ácido cítrico al 10% y rc- prep como soluciones irrigantes estudio con microscopio electrónico de barrido. En: Rev. Cient. Odontol., Vol.9, No. 1, Enero a Junio 2013.

KARUNAKARAN J. V., SENTHIL KUMAR S., MOHAN KUMAR. et al. The effects of various irrigating solutions on intra-radicular dentinal surface: An SEM analysis. En: Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences Vol. 4, N°3. S125. S130. Part 1. August 2012

KISHOR, GULABIVALA. ; BINA, PATEL. ; GLYNIS, EVANS. et al. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. En: Endodontic Topics, Vol 10, 103. 122. 2005

LARREA-OYARBIDE N, ESPAÑA-TOST AJ, BERINI-AYTÉS L. et al. Applications of diode laser in dentistry. En: RCOE, Vol.9, N°5: 529-534. 2004,

MAGRIN BLANK-GONC LUCIANA CALVES. ; KEITI NABESHIMA, CLEBER. ; ROSA MARTINS, GUILHERME HENRIQUE. et al. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third of Curved Roots: Conventional Irrigation versus Activation Systems. En: JOE Vol. 37, N° 9. 1268. 1271. September 2011.

MARKUS HAAPASALO, UNNI ENDAL, HOMAN ZANDI. et al. Eradication of Endodontic Infection by Instrumentation and Irrigation Solutions. En: Endodontic Topics Vol.10:77. 102 2005

MARTINS MR ; CARVALHO MF. ; VAZ IP. et al. Efficacy of Er,Cr:YSGG laser with endodontical radial firing tips on the outcome of endodontic treatment: blind randomized controlled clinical trial with six-month evaluation. En: Lasers Med Sci Vol. 28:1049. 1055. 2013

MEENU G. SINGLA, ASHIMAGARG Y SUMIT GUPTA. MTAD en endodoncia: una revisión de actualización. En: Cirugía Oral, Medicina Oral, Patología Oral, Radiología Oral y Endodoncia Vol. 112, N° 3, pág E70-E76. Septiembre 2011,

MEHRDAD LOTFI, SEPIDEH VOSOUGHOSSEINI, MOHAMMAD ALI SAGHIRI. Effect of MTAD as a Final Rinse on Removal of Smear Layer in Ten-minute Preparation Time. En: JOE Vol. 38, N°.10. 1391. 1394. October 2012.

MEHRDAD, LOTFI. ; NEGAR, MOGHADDAM. ; SEPIDEH, VOSOUGHOSSEINI. Effect of Duration of Irrigation with Sodium Hypochlorite in Clinical Protocol of MTAD on Removal of Smear Layer and Creating Dentinal Erosion. En: J Dent Res Dent Clin Dent Prospect Vol.6, N°.3: 79. 84. 2012 summer

MELLO, ISABEL, COLOMBO ROBAZZA, CARLOS ROBERTO, ANTONIAZZI, JOÃO HUMBERTO. Influence of Er:YAG Laser Irradiation on

Apical Sealing of Four Different Sealers. En: Brazdent J Vol.15, N°3: 190-193. 2004

MILIANI RAÚL, LOBO KELLY, MORALES OSCAR. Irrigación en endodoncia: Puesta al día. En: Act. Biocl. Vol. 2, N°4 2012;

MITHRA N. HEGDE. ; RAKSHA BHAT. ; PREETHESH SHETTY. Efficiency of a semiconductor diode laser in disinfection of the root canal system in endodontics: An in vitro study. En: Journal of the International Clinical Dental Research Organization Vol. 7 N°.1. 35-38. January-June 2015.

OMID H. MUHAMMAD, MARLENE CHEVALIER RESEARCH ENGINEER, JEAN-PAUL ROCCA. et al. Photodynamic therapy versus ultrasonicirrigation: Interaction with endodonticmicrobial biofilm, an ex vivo study. En: Photodiagnosis and Photodynamic Therapy Vol.11, 171- 181. 2014.

PAREDES, VIEYRA, JORGE. ; JIMÉNEZ, ENRÍQUEZ, FRANCISCO JAVIER. ; MONDACA, JOSÉ MANUEL.; MANRÍQUEZ, QUINTANA, MARIO I. Irrigation by means of negative apical pressure in endodontics. En: Revista Nacional de Odontología, México. Vol. 2 . 2009.

SHEHAB EL-DIN SABER Y AHMED ABDEL RAHMAN HASHEM. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal.En: JOE Vol. 37, N°.9, 1272-1275. September 2011.

TENNERT, A.M. DREWS, V. WALTHER, AL-AHMAD. et al. Ultrasonic activation and chemical modification of photosensitizer enhance the effects of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* root-canal isolates. En: Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. Vol.12, N°.2. 244-251. 2015.

TUNCER, AYSUN KARA. Effect of QMix 2in1 on Sealer Penetration into the Dentinal Tubules. En: JOE Vol.41, N°. 2, 257-260. February 2015.

VARUN JINDAL, APARNA PALEKAR. y DEEPTI JINDAL. An in vitro comparative evaluation of smear layer removal using NaOCl, EDTA and MTAD solution as a final rinse- a scanning electron microscopic study. En: Journal of Oral Health Research, Vol. 2, N°.2, April 2011.

VELAYUTHAM GOPIKRISHNA.;NAGENDRABABU VENKATESHBABU. ; JOGIKALMAT KRITHIKADATTA. et al. Evaluation of the effect of MTAD in comparison with EDTA when employed as the final rinse on the shear bond strength of three endodontic sealers to dentine. En: Aust Endod J Vol. 37: 12. 17. 2011.

VISHAL A. MAHAJAN, ABHAY I. KAMRA y SONALI S. DAHIWALE. The effect of 17% EDTA and MTAD on smear layer removal and on erosion of root canal dentin when used as final rinse: An in vitro SEM study. En:

Journal of the International Clinical Dental Research Organization.. Vol 2, 113-118. September-December 2010.

WILLIAMS, JILL A.; PEARSON, GAVIN J. Y M. JOHN COLLES. Antibacterial action of photoactivated disinfection {PAD} used on endodontic bacteria in planktonic suspension and in artificial and human root canals. En: Journal of Dentistry Vol.34, 363. 371. 2006.

XIN-HUA GU.; CAI-YUN MAO, CONG LIANG. et al. Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness?.En: Eur J Oral Sci Vol. 117: 597. 603. 2009.

YEUNG, WILLIAM. ; PONTES, RALDI, DENISE. ; SANCHES, CUNHA, RODRIGO. ; MELLO, ISABEL. Assessment of smear layer removal protocols in curved root canals. En: Aust Endod J Vol. 40: 66. 71. 2014.

ZAHED MOHAMMADI, HAMEDAN, IRAN. Laser applications in endodontics: an update review. En: International Dental Journal Vol.59: 35-46. 2009.

ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTO PARA EL DILIGENCIAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. DATOS:

CODIGO DE LA MUESTRA: _____

NUMERO DEL DIENTE: _____

2. DATOS DE LA INVESTIGACIÓN

PUNTUACION	TERCIO
	CERVICAL
	MEDIO
	APICAL

3. ESCALA DE VALORES

3.1 Detritus tercio cervical: d. cervical

Digite según la puntuación la cantidad de detritus observada en la fotomicrografía del tercio cervical.

1: Superficie de la dentina con la presencia de barro dentinario y sin los túbulos dentinarios visibles (Pésimo).

2: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 25% de los túbulos dentinarios visibles (Malo).

3: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 50% de los túbulos dentinarios visibles (Regular)

4: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 75% de los túbulos dentinarios visibles (Bueno)

5: Superficie de la dentina libre de barro dentinario y con túbulos dentinarios visibles (Optimo).

3.2 Detritus tercio medio: d. medio

Digite según la puntuación la cantidad de detritus observada en la fotomicrografía del tercio medio.

1: Superficie de la dentina con la presencia de barro dentinario y sin los túbulos dentinarios visibles (Pésimo).

2: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 25% de los túbulos dentinarios visibles (Malo).

3: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 50% de los túbulos dentinarios visibles (Regular).

4: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 75% de los túbulos dentinarios visibles (Bueno).

5: Superficie de la dentina libre de barro dentinario y con túbulos dentinarios visibles (Optimo).

3.3 Detritus tercio apical: d. apical

Digite según la puntuación la cantidad de detritus observada en la fotomicrografía del tercio apical.

1: Superficie de la dentina con la presencia de barro dentinario y sin los túbulos dentinarios visibles (Pésimo).

2: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 25% de los túbulos dentinarios visibles (Malo).

3: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 50% de los túbulos dentinarios visibles (Regular).

4: Superficie de la dentina con presencia de barro dentinario y el 75% de los túbulos dentinarios visibles (Bueno).

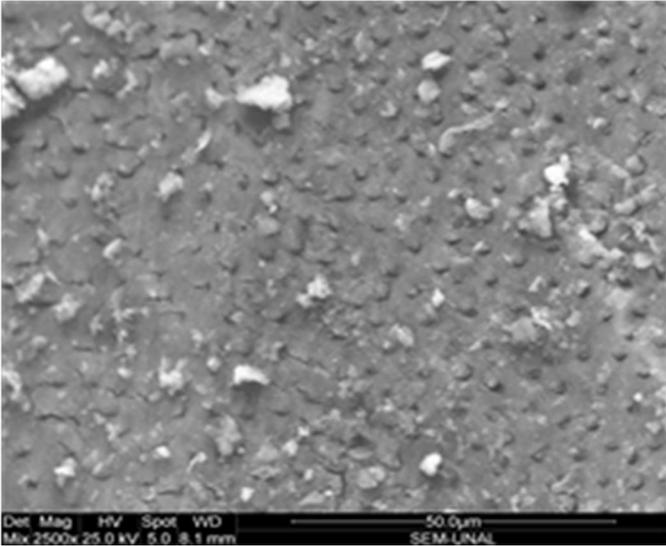
5: Superficie de la dentina libre de barro dentinario y con túbulos dentinarios visibles (Optimo).

4. INSTRUCTIVO

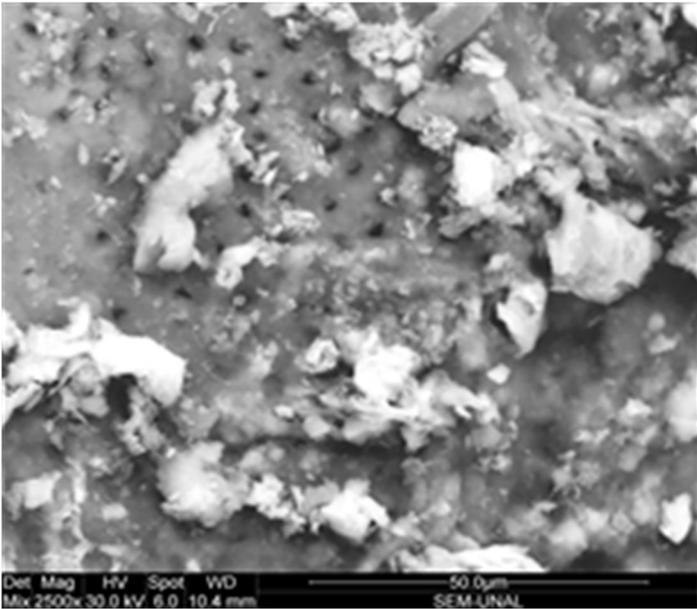
En la base de datos estarán organizadas las fotomicrografías de manera aleatoria en la cual se ilustrara la clasificación utilizada y estas serán evaluadas teniendo en cuenta el sistema de medición descrito anteriormente.

A continuación una guía de cada una de las puntuaciones:

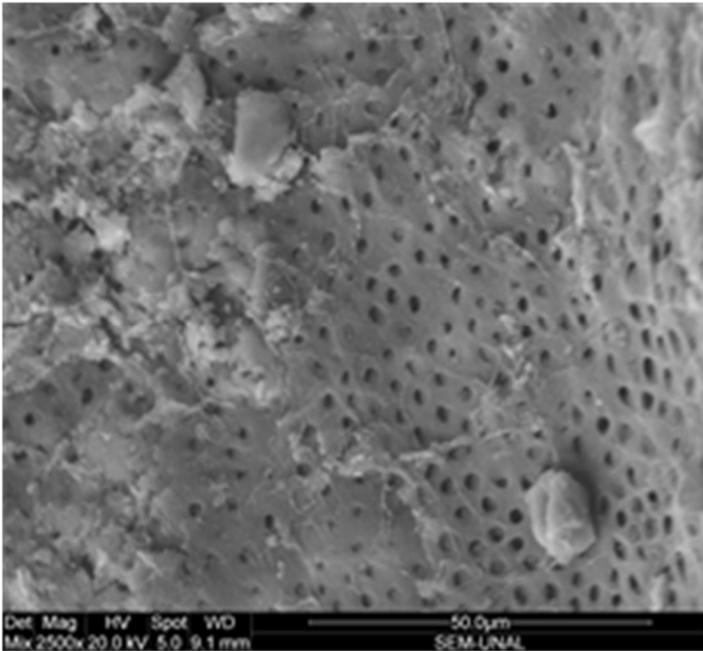
Microfotografía electrónica de barrido con puntuación 1 de limpieza.



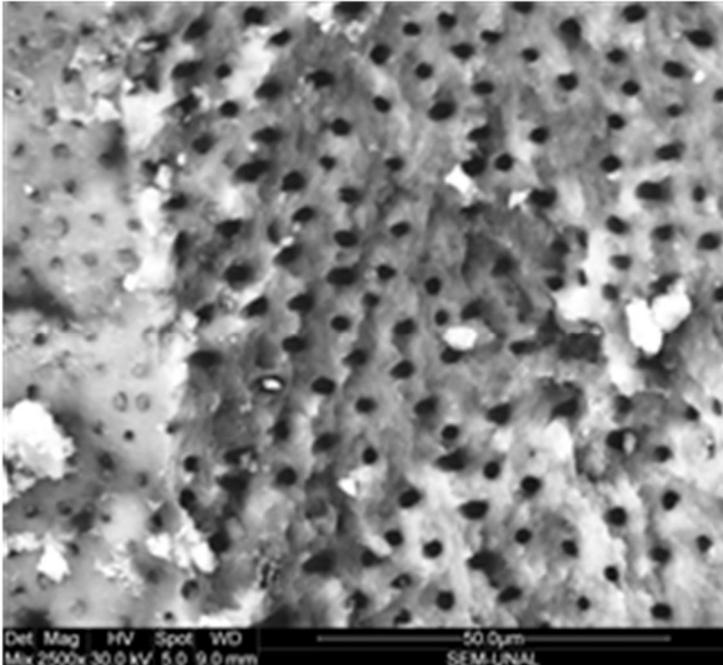
Microfotografía electrónica de barrido con puntuación 2 de limpieza

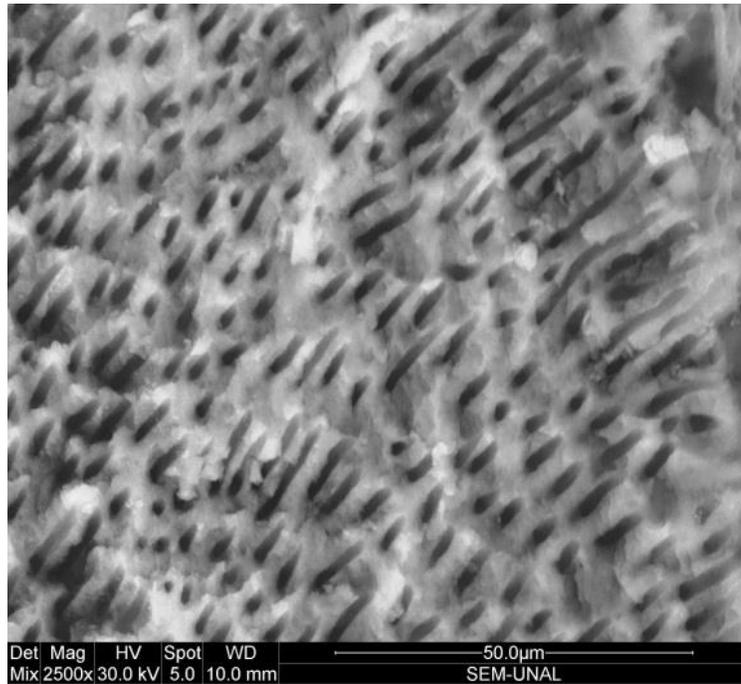


Microfotografía electrónica de barrido con puntuación 3 de limpieza.



Microfotografía electrónica de barrido con puntuación 4 de limpieza.





Microfotografía electrónica de barrido con puntuación 5 de limpieza

