



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN EN LA ELIMINACIÓN DE SMEAR LAYER CON EL USO DE  
DIFERENTES IRRIGANTES ENDODÓNTICOS, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de odontóloga

Profesora guía

Dra. Juanita Eugenia Fierro Villacis

Autor

Melanie Lizeth Montenegro Aguirre

Año

2019

### **Declaración del profesor guía**

"Declaro haber dirigido el trabajo, Comparación en la eliminación de smear layer con el uso de diferentes irrigantes endodónticos, revisión bibliográfica, a través de reuniones periódicas con el estudiante Melanie Lizeth Montenegro Aguirre, en el semestre 2019-1 orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Dra. Juanita Eugenia Fierro Villacis

Especialista en Endodoncia

CI 0201173507

### **Declaración profesor corrector**

"Declaro haber revisado este trabajo, Comparación en la eliminación de smear layer con el uso de diferentes irrigantes endodónticos, revisión bibliográfica, del Melanie Lizeth Montenegro Aguirre en el semestre 2019-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Dra. María Eugenia Correa Terán

Especialista en Endodoncia

CI 0301903944

### **Declaración de autoría del estudiante**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Melanie Lizeth Montenegro Aguirre

0401555339

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la vida para poder disfrutar de este momento, por permitirme cumplir una meta más y por ser mi guía en los momentos más difíciles.

Agradezco a Dios por la vida de mis padres Raquel y Emerson, mis pilares, ya que gracias a ellos quienes me brindan a diario la oportunidad de cumplir mis sueños, me apoyaron en cada decisión y proyecto que me propuse.

Agradezco a mis hermanos José y Bárbara; abuelos, tíos y primos por brindarme una sonrisa de aliento en cada etapa de mi vida universitaria y sobre todo por ser mi motivación.

Un sincero agradecimiento a la Dra. Juanito Fierro por ser un pilar fundamental en el desarrollo de mi tesis, por ser una guía, por brindarme tiempo y enseñanza; de igual manera agradezco a todos mis profesores por impartirme conocimientos, sabiduría y formarme como odontóloga.

Agradezco a la Universidad de las Américas por la oportunidad de estudiar y enseñanza.

## **DEDICATORIA**

El éxito depende de la preparación previa, y sin ella seguro que llega el fracaso, Confucio.

A mis padres, Raquel y Emerson, que son mis pilares, mi mundo y mi razón de ser y siempre me han apoyado durante cada paso que he dado.

A mis hermanos, José y Bárbara, a quienes amo con todo mi corazón y me gustaría ser un buen ejemplo para ellos.

A mis abuelos, a quienes tengo la dicha de aun tenerlos, por enseñarme que siempre lo más importantes es la familia y que sí tienes una meta por cumplir, debes seguir hasta alcanzarla.

A mis tíos, tías, primas y primos, quienes me han apoyado constantemente, las personas que me animan para seguir adelante y me sacan una sonrisa cada vez que estoy con ellos.

## RESUMEN

**Objetivo:** desarrollar una revisión bibliográfica que permita conocer las propiedades de diferentes irrigantes utilizados en endodoncia y de sus combinaciones para realizar una comparación de estas soluciones y de esa manera determinar cuál de ellos produce mayor eliminación de barrillo dentinario. Entre otros objetivos tenemos definir el uso de cada irrigante de acuerdo a la patología a tratar, conocer los beneficios de la eliminación de smear layer, comprender las diferencias de los irrigantes endodónticos para la eliminación de smear layer, conocer métodos de irrigación y diferentes puntas de ultrasonido que mejoran la eliminación de smear layer y conocer la composición química del barrillo dentinario. **Metodología:** la revisión bibliográfica es una recopilación de información reciente e importante basada en artículos científicos que permitirá la recolección de información sobre los irrigantes endodónticos implementados para la eliminación de smear layer que permitirá un incremento de conocimiento en futuras generaciones. Se basa en un material de tipo estadístico, que permite la combinación y análisis cuantitativo de los resultados obtenidos en cada estudio; obtenido de revisiones de la literatura, revistas y libros mediante estrategias de búsqueda, análisis de información, identificación y selección de artículos potenciales. **Resultados:** se analizó según la bibliografía que no existe en la actualidad un único irrigante endodóntico que permita la remoción de barrillo dentinario, por lo que se necesita de la implementación de una solución quelante, un método de irrigación de tipo sónica o ultrasónica y de una punta específica que llegue a todo lo largo del conducto radicular que permita la mayor cantidad de eliminación de smear layer. **Conclusión:** la revisión bibliográfica permite determinar que la mayoría de los irrigantes endodónticos investigados permiten la eliminación de smear layer, pero unos permiten mayor remoción del mismo. A su vez, la eliminación de esta capa dependerá de los conocimientos del profesional y tiempos de uso de los irrigantes, tipo de irrigante utilizado, de la combinación de quelante utilizado, la implementación de un método de irrigación y el uso de una punta de ultrasonido que permita tomar la forma del conducto y eliminar el smear layer en los tres tercios del conducto radicular.

## ABSTRACT

**Aim:** develop a bibliographic review that allows knowing the properties of different irrigants used in endodontics and their combinations to make a comparison of these solutions and in this way to determine which of them produces greater dentinal smear removal. Among other objectives we have to define the use of each irrigator according to the pathology to be treated, to know the benefits of the smear layer elimination, to understand the differences of the endodontic irrigators for the smear layer elimination, to know irrigation methods and different tips of ultrasound that improve the smear layer elimination and know the chemical composition of the smear. **Methodology:** the bibliographic review is a compilation of recent and important information based on scientific articles that will allow the collection of information on the endodontic irrigators implemented for the elimination of smear layer that will allow an increase of knowledge in future generations. It is based on a statistical type material, which allows the combination and quantitative analysis of the results obtained in each study; obtained from reviews of literature, magazines and books through search strategies, information analysis, identification and selection of potential articles. **Results:** it was analyzed according to the literature that there is currently no single endodontic irrigator that allows the removal of smear layer, so it is necessary to implement a chelating solution, a sonic or ultrasonic irrigation method and a specific tip that reaches the entire length of the root canal that allows the greatest amount of smear layer removal. **Conclusion:** the bibliographic review allows determining that most of the investigated endodontic irrigators allow the elimination of smear layer, but some allow greater removal of the same. In turn, the elimination of this layer will depend on the knowledge of the professional and times of use of the irrigant, type of irrigant used, the combination of chelant used, the implementation of an irrigation method and the use of an ultrasound tip that allows to take the form of the conduit and eliminate the smear layer in the three thirds of the root canal.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación.....	4
4. Marco teórico.....	5
4.1. Endodoncia .....	5
4.1.1. Definición.....	5
4.2. Smear Layer .....	5
4.2.1. Definición .....	5
4.2.2. Eliminación de smear layer .....	6
4.3. Irrigantes endodónticos .....	6
4.3.1. Definición.....	6
4.3.2. Propiedades una solución irrigadora ideal .....	7
4.3.3. Clasificación de irrigantes .....	8
4.3.3.1. Compuestos halógenos .....	8
4.3.3.2. Quelantes .....	8
4.3.3.3. Otras soluciones de irrigación.....	8
4.3.4. Solución de hipoclorito de sodio al 5.25% .....	8
4.3.4.1. Mecanismo de acción .....	9
4.3.4.2. Concentración:.....	10
4.3.4.3. Tiempo.....	10
4.3.4.4. Efecto sobre la dentina .....	11
4.3.4.5. Efecto en el biofilm .....	11
4.3.4.6. Desventajas .....	11
4.3.4.7. Ventajas.....	11
4.3.4.8. Aplicaciones .....	12
4.3.5. Solución de Gluconato de Clorhexidina al 2% .....	12
4.3.5.1. Mecanismo de acción .....	13
4.3.5.2. Sustantividad .....	13
4.3.5.3. Desventajas:.....	13

4.3.5.4. Aplicaciones .....	14
4.3.6. Alexidina .....	14
4.3.7. BioPure MTAD .....	15
4.3.8. QMix.....	16
4.3.8.1. Eficacia .....	16
4.3.8.2. Toxicidad .....	16
4.3.8.3. Eliminación de barrillo dentinario .....	17
4.3.9. Agua de Hidróxido de Calcio.....	17
4.3.9.1. Indicaciones.....	17
4.3.10. Solución de ácido etilendiaminotetraacético – EDTA .....	18
4.3.10.1. Mecanismo de acción .....	19
4.3.10.2. Desventajas .....	20
4.3.10.3. Aplicaciones:.....	20
4.3.11. Ácido cítrico.....	20
4.3.11.1. Propiedades.....	21
<b>5. Interacciones .....</b>	<b>21</b>
5.1. Interacción de Clorhexidina al 2% e Hipoclorito de Sodio al 5.25% .....	22
5.2. Interacción de Hipoclorito de Sodio y Ácido Cítrico .....	22
5.3. Interacción de clorhexidina y EDTA .....	23
5.4. Interacción entre Hipoclorito de Sodio y EDTA.....	23
<b>6. Métodos para la irrigación .....</b>	<b>24</b>
6.1. Sistema sónico.....	24
6.1.1. EndoActivador .....	25
6.1.1.1. Características.....	25
6.1.1.2. Modo de uso .....	26
6.2. Presión negativa.....	27
6.2.1. Endodontic Vacuum o EndoVac .....	27
6.2.1.1. Características.....	28
6.2.1.2. Modo de uso .....	28

6.3.Sistema ultrasónico .....	34
6.3.1. Propiedades físicas, mecánicas y biológicas .....	34
6.3.2. Efecto del ultrasonido sobre el smear layer .....	34
6.4.Irrigación pasiva por ultrasonido .....	34
6.4.1. Modo de uso .....	36
6.5.Láser .....	36
6.5.1. Modo de uso .....	38
9. Discusión .....	39
10. Conclusiones .....	44
11.Recomendaciones .....	44
Referencias .....	46

## **1. Introducción**

El smear layer es una capa que se forma en la preparación o instrumentación de los conductos radiculares; está formada por material orgánico e inorgánico y es importante su eliminación para evitar la obstrucción de los túbulos dentinarios que impedirán una correcta obturación y éxito de la endodoncia.

A su vez, se observó la importancia de la implementación de métodos de irrigación como sistemas sónicos y ultrasónicos, con la implementación de puntas o limas específicas que por sus propiedades y adaptaciones permiten mejor eliminación de smear layer.

En conclusión, se determinó que en la actualidad aún no existe una solución endodóntica que elimine el 100% de smear layer, pero sí, que existen buenas combinaciones de irrigantes endodónticos con quelantes que permiten gran remoción de ambas capas que conforman este barrillo, la implementación de los métodos de irrigación y puntas adecuadas de ultrasonido permitirán gran cantidad de eliminación de barrillo dentinario.

## 2. Planteamiento del problema

El tratamiento endodóntico es la intervención dental a nivel pulpar que llega hasta el límite conducto-dentina-cemento o CDC de la pieza dental, y busca la eliminación de la pulpa en su estado enfermo o necrótico gracias a la combinación químico-mecánica de instrumentos e irrigantes endodónticos que permiten una acción antibacterial, limpieza y ejercen un factor importante en el tratamiento final de la endodoncia (Zhou, Li, Wei, Huang, Zhao, 2018, p.76-77).

El smear layer o también conocido como barrillo dentinario es una capa que se forma en la preparación del conducto radicular compuesto por material orgánico e inorgánico; por lo que el objetivo del irrigante es la remoción de estos restos, eliminación de tejido pulpar y permitir una correcta limpieza de microorganismos que se encuentran dentro del conducto radicular (Garza, Zapata, López, Olivares, 2015).

La instrumentación tiene como objetivo primordial la desinfección del conducto radicular por lo que es de vital importancia la correcta eliminación de partículas que se encuentran en el smear layer, las cuales son diluidas con el correcto uso de los irrigadores endodónticos (Garza et al, 2015).

Otro experimento muestra la comparación entre la eficacia de quitosan y MTAD en tres grupos en donde se pudo observar una diferencia significativa en la remoción de smear layer en la región apical siendo así la quitosan más efectiva en la eliminación que el MTAD (Zhou et al., 2018, p.77-78). Por otro lado, un estudio realizado en 32 molares irrigados un grupo con Qmix y otro con EDTA al 17% comparo la apertura de mayor número de túbulos dentinarios, mayor eliminación de barrillo dentinario, con el Qmix (Gudiño y Monar, 2016, p. 3-5).

Existen diferentes tipos de irrigadores endodónticos pero el más común es el hipoclorito de sodio el cual se basa principalmente en la remoción del tejido orgánico del smear layer el cual se complementa con un quelante que entre sus propiedades esta la eliminación de tejido inorgánico. Los irrigantes tienen como propiedad principal ser antibacteriales, desinfectantes y bactericidas dentro del conducto radicular (Jimna et al., 2017, p. 554-555).

### **3. Justificación**

La etapa de instrumentación produce una capa de formación de smear layer, formada en las paredes del conducto radicular por lo que la eliminación de este, es un factor importante para una correcta endodoncia ya que si no existieran irrigadores endodónticos que lo eliminan se daría fracaso total del tratamiento endodóntico, de esta manera se desinfecta el conducto por medio de la eliminación de las partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran en el barrillo dentinario.

El objetivo de la revisión bibliográfica es conocer los diferentes tipos de irrigadores y sus propiedades para que el endodoncista pueda escoger el mejor irrigador al momento de la endodoncia y de esta forma trabajar en un medio antibacteriano y limpio para un correcto tratamiento endodóntico (Jimna et al., 2017).

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Endodoncia**

#### **4.1.1. Definición**

La endodoncia o también conocida como tratamiento de conductos tiene como objetivo principal la remoción de la pulpa que se encuentra a lo largo la cavidad pulpar, eliminación de bacterias y la remoción del smear layer (Prieto, Cortés, Gamboa, Niño, 2015). El tratamiento de conductos es una especialidad en la odontología que estudia la morfología, función, diagnóstico, prevención y tratamiento de la pulpa dental, región apical y periapical; se realizan procedimientos para remover el tejido pulpar y mantener la pieza dentaria en la cavidad bucal. (Clavera, Chaple, Miranda, Álvarez, 2015, p.3).

### **4.2. Smear Layer**

#### **4.2.1. Definición**

El barrillo dentinario o también conocido como smear layer es una masa irregular, granular y amorfa que está formada por una parte orgánica e inorgánica. El tejido orgánico está formado por restos pulpares, odontoblastos, proteínas, saliva, microorganismos y sangre; por otra parte, su tejido inorgánico está compuesto por minerales propias de la dentina. Esta masa ha sido un tema controversia entre autores en los últimos años, ya que algunos de ellos determinan que debería dejarse una capa de ella mientras que otros apoyan a que debe ser retirada completamente (Swanljung y Vehkalahti, 2018, p. 559).

Según otro autor, el smear layer también es conocido como capa de detritus, el cual es una masa formada por virutas y partes de dentina que puede entrar en el interior de los túbulos dentinarios disminuyendo la absorción de la dentina, impidiendo la propiedad de la gutapercha para la obturación final ya que formara obstrucciones en el sistema radicular y perdida de la longitud de trabajo por creación de barrillo dentinario (Baumann & Beer, 2008, p.194-195).

#### 4.2.2. Eliminación de smear layer

La eliminación del smear layer es un procedimiento que determinará el éxito del tratamiento endodóntico; la desinfección del conducto radicular es de vital importancia en la preparación endodóntica, las bacterias que se encuentran en el barrillo dentinario deben ser diluidas y eliminadas con el correcto uso de los irrigadores endodónticos (Pinheiro et al, 2018, p. 94).

#### 4.3. Irrigantes endodónticos

##### 4.3.1. Definición

Los irrigantes endodónticos son soluciones químicas implementadas en la endodoncia a lo largo de la preparación del conducto radicular y en la conformación del mismo. Tiene como objetivo reducir la fricción entre los instrumentos y la dentina, disolver tejido orgánico y en combinación con un quelante permite remover tejido inorgánico (Basrani, 2015, p.65).

Estas soluciones se caracterizan por ser antibacteriales, desinfectantes y bactericidas interradiculares, de esta forma permiten una correcta eliminación de microorganismos en zonas de la pared celular donde no llega la instrumentación mecánica. El desafío de los irrigantes endodónticos en la remoción de esta capa es la resistencia a este, la pobre irrigación y la mala interacción entre irrigantes; por lo que su eficacia dependerá de la habilidad de penetrar la mayor cantidad de irrigante para que llegue a todo lo largo del canal radicular (Jimna et al., 2017).

El irrigante busca tres objetivos principales: generar un efecto químico, mecánico y biológico; el primero se refiere a la eliminación de tejido orgánico e inorgánico de esta manera impide que la instrumentación forme smear layer, el segundo se encarga de la lubricación del conducto y el tercero se refiere a el efecto antibacterial sobre microorganismos anaerobios intrapulpares (Basrani, 2015, p.46).

#### 4.3.2. Propiedades una solución irrigadora ideal

Canalda y Brau en el 2006 (p. 262-263) señala que las sustancias químicas utilizadas como irrigantes endodónticos deben tener ciertas propiedades, entre ellos:

- Capacidad para disolver los tejidos pulpares y necróticos: con el objetivo de remover e inactivar bacterias que se encuentran como exudado dentro del conducto radicular.
- Baja tensión superficial: lo cual facilita la penetración de la solución en el conducto radicular.
- Tensoactividad: propiedad por el cual una sustancia reduce la tensión superficial al disolverse en agua u otra solución acuosa.
- Humectación de las paredes de la dentina: debe poseer una humectación alta para que este ejerza su acción.
- Biocompatibilidad: baja toxicidad para los tejidos adyacentes vitales.
- Acción lubricante: evita el calentamiento o fricción de los instrumentos y permite su deslizamiento, mejora su uso y evita fractura de instrumentos en el interior del conducto.

- Capacidad para eliminar el barrillo dentinario en la preparación del conducto radicular.

#### 4.3.3. Clasificación de irrigantes

##### 4.3.3.1. Compuestos halógenos

- Solución de hipoclorito de sodio al 5.25% (preparación oficial, USP).
- Solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (solución de Dakin).
- Solución de hipoclorito de sodio al 1% + Ácido bórico (solución de Milton).
- Solución de hipoclorito de sodio al 2.5 % (licor de Labarraque).
- Solución de hipoclorito de sodio al 4-6,5% (soda clorada doblemente concentrada).
- Solución de Gluconato de Clorhexidina al 2%.

##### 4.3.3.2. Quelantes

- Soluciones de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).
- Largal ultra (agente quelante comercial).
- Redta (agente quelante comercial).
- Ácido cítrico.
- Qmix

##### 4.3.3.3. Otras soluciones de irrigación

- Agua destilada esterilizada.
- Agua de hidróxido de calcio.
- Suero fisiológico.

##### 4.3.4. Solución de hipoclorito de sodio al 5.25%

El hipoclorito de sodio al 5,25% es el irrigante endodóntico de acción rápida más utilizado, debido a sus propiedades bactericidas, disolvente de tejido orgánico y baja tensión superficial la cual permite penetrarse a las paredes radiculares, permite una buena lubricación, humectación y debido a su ph alcalino produce un entorno inapropiado para el crecimiento bacteriano. En la irrigación final se complementa con otros irrigadores para la eliminación del tejido inorgánico (Basrani, 2015, p.101-103).

Según Soares y Goldberg en el 2012 (p.206) el hipoclorito de sodio se caracteriza por ser excelente lubricante con baja tensión superficial capaz de diluir tejido orgánico de istmos, conductos laterales y otros lugares inaccesibles a la instrumentación. A su vez, presenta varios cuidados en su uso al ser irritante, decolorante y citotóxico.

#### 4.3.4.1. Mecanismo de acción

El hipoclorito de sodio es una solución detergente, responsable de la deshidratación y solubilidad proteica. Presenta las siguientes características:

- Efervescencia: por acción mecánica lleva los restos tisulares a la superficie.
- Saponificación: reduce la tensión superficial ya que disuelve ácidos grasos en acidas grasosas (jabón) y glicerol (alcohol).
- Neutralización: reduce el pH ya que neutraliza los aminoácidos formando agua y sal.
- Formación de ácido hipocloroso: permite la degradación e hidrolisis del aminoácido.
- Absorción: se refiere a la relación entre las moléculas del detergente y los lípidos del conducto.

- Acción solvente: existe una interacción entre el cloro que inhibe enzimas bacterianas y el grupo amino que forma cloraminas impidiendo el metabolismo celular.
- Humectación: permite hidratar o humedecer la superficie del conducto radicular, permitiendo que entre en contacto con las bacterias presentes en el mismo.
- pH: produce un entorno inapropiado para el crecimiento bacteriano al tener un pH alcalino.
- Efectos de la temperatura: el aumento de la temperatura tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del NaOCl, temperaturas de 35,5 °C aumenta el poder solvente sobre tejidos necróticos y 60 °C en pulpas vivas.
- Rompe la membrana bacteriana: quita agua del citoplasma permitiendo su muerte. (Lima, 2009 p.256-258).

#### 4.3.4.2. Concentración

El hipoclorito de sodio puede ser utilizado en una concentración entre los rangos de 0.5 a 5,25%, ya que se ha demostrado que tanto el porcentaje más bajo y alto produce eficacia de reducción de bacterias en el conducto radicular, su composición de 5,25% es la más utilizada en endodoncia por mayor eficacia (Basrani, 2015, pp.102).

#### 4.3.4.3. Tiempo

El efecto bactericida del hipoclorito de sodio al 0,5% es de 30 minutos y el de 1% es en la mitad de tiempo anterior, se ha demostrado en varios estudios que concentraciones superiores a estos valores no mejoran la calidad bactericida de esta solución. Por otro lado, otros autores determinan que su uso en endodoncia es de 5,25% ya que permite mayor lubricación y desinfección de los conductos radiculares (Lima, 2009, p. 257).

#### 4.3.4.4. Efecto sobre la dentina

El hipoclorito de sodio produce deshidratación de la dentina degradando a los componentes orgánicos de la misma, debido a que está formada por colágeno que contribuye a las propiedades mecánicas de la dentina (Soares & Goldberg, 2012, p.206).

#### 4.3.4.5. Efecto en el biofilm

Se demostró que el hipoclorito de sodio al 6% permite una remoción total del biofilm, así como la inactivación de bacterias; el hipoclorito al 3% muestra ausencia de biofilm, el de 1% muestra desorganización del biofilm y en comparación con el 2% de clorhexidina muestra el biofilm intacto. Se podría decir que el hipoclorito de sodio es la solución de preferencia en comparación con la clorhexidina (Basrani, 2015, p.103).

#### 4.3.4.6. Desventajas

El hipoclorito de sodio debe ser aplicado en el interior del conducto radicular sin ejercer presión y no debe ser de forma directa al foramen apical por lo que se debe irrigar de 2-3 mm de limite CDC, para evitar producir una extravasación del mismo en el periápice. Otras desventajas que se pueden añadir a este irrigante son: corrosividad, decolorante, olor desagradable, irritación de tejidos periapicales, toxicidad que puede llegar a producir hemólisis, úlceras o daño celular severo en células endoteliales y fibroblastos, contraindicado en personas alérgicas y su uso debe ser con precaución ya que tiñe la ropa si esta entre en contacto con este irrigador (Lima, 2009, p.260-261).

#### 4.3.4.7. Ventajas

Permite excelente eliminación de tejido orgánico que conforma parte del smear layer y más aún si es utilizado con la aguja de irrigación específica ya que consigue penetrar de mejor manera al conducto radicular produciendo un torbellino en el interior del mismo, ejerciendo su propiedad bactericida y bacteriostática en potencia (Soares & Goldberg, 2012, p.207).

#### 4.3.4.8. Aplicaciones

Basrani en el 2015 (p.103):

- El hipoclorito de sodio del 2.5 al 6% debe ser utilizado durante todo el tratamiento endodóntico.
- El protocolo de irrigación final con la combinación de un quelante, deberá ser utilizado antes y después de su lavado y secado.

#### 4.3.5. Solución de Gluconato de Clorhexidina al 2%

La clorhexidina es un detergente de estructura química catiónica de amplio espectro, presenta acción prolongada ya que permite la absorción a las superficies. Su uso es seguro para el dominio de placa bacteriana, pero para la irrigación de conductos radiculares no es muy utilizada ya que en unión con el EDTA produce un pigmento de coloración naranja de naturaleza cancerígena y un precipitado en forma de sal (Soares y Goldberg, 2012, p.206).

Según otro autor, es un antiséptico bacteriostático y bactericida en potencia, presenta amplio espectro contra bacterias grampositivas, presenta baja toxicidad a diferencia del hipoclorito de sodio y es una solución que tiene baja tensión superficial por lo que genera una excelente humectación. Algunos estudios han comprobado que la clorhexidina al 1% fue más violenta que el hipoclorito a la misma concentración, pero no disuelve tejido necrótico por lo

que no es considerado como primera elección de irrigante (Basrani, 2015, p.103-106).

El gluconato de clorhexidina es soluble en agua de tipo solución o gel; utilizada en endodoncia como irrigante y medicación intraconducto debido a su alto poder antibacteriano, baja citotoxicidad y con un tiempo de trabajo que se mantiene de 48 a 72 horas. Se debe recalcar que en bajas concentraciones es bacteriostático y en altas bactericida y se podría recalcar que esta solución es menos susceptible a infección (Lima, 2009, pp.263-264).

#### 4.3.5.1. Mecanismo de acción

La clorhexidina tiene como característica la interacción electrostática de las moléculas, por lo que se podría decir que tiene una afinidad por las bacterias. Esta interacción provoca la muerte de las bacterias ya que posibilita la introducción de la solución al citoplasma del microorganismo, por otro lado, su acción en la precipitación proteica inactiva los procesos de reproducción de la bacteria. (Baumann y Beer, 2008, p.195).

#### 4.3.5.2. Sustantividad

Es la propiedad que determina que su absorción dependerá de su concentración permitiendo la liberación prolongada y gradual de 48 a 72 horas. La clorhexidina es adsorbida por sustratos aniónicos y proteínas salivales, de esta forma es liberada cuando reduce la cantidad del mismo en el medio bucal (Basrani, 2015, pp.104).

#### 4.3.5.3. Desventajas:

La clorhexidina al ser usado dentro del conducto radicular no produce una limpieza de los túbulos dentinarios, al contrario, produce un oscurecimiento de la superficie dentaria, causa tinción dentaria, no disuelve tejido orgánico en gran cantidad a diferencia del hipoclorito de sodio por lo que no es utilizado como irrigante primario, presenta potencial mutagénico, no disuelve el smear layer y no se puede usar en pacientes alérgicos (Lima, 2009. p.264).

#### 4.3.5.4. Aplicaciones

Basrani en el 2015 (p.105):

- Dientes con ápices abiertos o perforaciones apicales.
- Como irrigantes después del EDTA para permitir mayor adherencia a la dentina y desinfección.

#### 4.3.6. Alexidina

La alexidina es una solución utilizada en la odontología como enjuague bucal, a su vez presenta propiedades similares a la clorhexidina por lo que un estudio lo utilizo como irrigante endodóntico por ser un desinfectante que inhibe la respuesta inmune de los factores de virulencia. En este estudio se lo mezclo con hipoclorito de sodio y se lo comparo con una muestra de clorhexidina e hipoclorito de sodio; los resultados reflejaron que la primera combinación con ALX no presentó precipitados que ocluyeron los túbulos dentinarios por el contrario la segunda muestra presento una masa marrón que obstruía a los túbulos obstruidos (Kim et al, 2012, p.112-114).

Por lo que se podría decir que esta nueva solución podría ser empleada en combinación con el hipoclorito de sodio sin producir cambio de coloración ni obstrucción tubular y gracias a sus moléculas catiónicas permite buenas propiedades antibacterianas e incluso el autor de este estudio habla que en comparación con la clorhexidina, esta solución presenta un efecto antibacteriano más rápido, actúa contra hongos y bacterias, es biocompatible y

podría ser tomado en cuenta como un nuevo componente en la irrigación endodóntica (Kim et al, 2012, p.114-116).

#### 4.3.7. BioPure MTAD

El MTAD es una sustancia que se mezcla como polvo y líquido, acuosa de amplio espectro usado como agente desmineralizador, solución compuesta por doxiciclina al 3%, 4.25% de ácido cítrico y 0,5% de detergente polisorbato. Su combinación es utilizada para la eliminación de smear layer en la eliminación final durante 5 minutos, esta mejora sus características con el uso previo de NaOCl al 1.3%. En un estudio que se realizó con el uso de BioPure se demostró que permite gran eliminación de smear layer a nivel del tercio apical mientras que el quelante EDTA al 17% tiene eficacia en el tercio medio y cervical, a su vez se comparó que esta solución permite mayor remoción que el uso solo del hipoclorito de sodio (Agreda et al, 2015, p.26-27).

El MTAD está formado por antibiótico, ácido cítrico y un detergente; algunos autores determinan que no se han hecho resultados concluyentes, pero no presenta efecto de descomposición tisular suficiente y solamente puede ser utilizado como irrigador complementario (Baumann & Beer, 2008, p.197). Esta solución permite una mayor eliminación de tejido orgánico e inorgánico y permite una superficie intrapulpar limpia ya que posee excelente capacidad antimicrobiana (Kalluru et al, 2014, p.38).

Un estudio observó la disminución de la microdureza de la dentina intratubular con el uso de irrigantes endodónticos, el quelante EDTA al 17% reduce en mayor cantidad la microdureza de la dentina, en una menor cantidad el hipoclorito de sodio al 3% y el MTAD permite mantener mayor microdureza comparado con las anteriores soluciones; de esta manera el EDTA deberá ser utilizado con precaución ya que elimina drásticamente esta propiedad de la

dentina, mientras que por otro lado el MTAD se muestra como una solución ideal ya que mantiene la microdureza de la dentina dentro del canal radicular (Kalluru et al, 2014, p.40).

#### 4.3.8. QMix

El Qmix es un irrigante endodóntico antimicrobiano, producto de combinaciones de clorhexidina, triclosán y EDTA, se utiliza en la irrigación final posterior al uso del hipoclorito de sodio al 5.25%. Se introdujo en el 2011 para la eliminación de smear layer al igual que el EDTA al 17% (Basrani, 2015, p.111-112).

##### 4.3.8.1. Eficacia

Qmix, también conocida como solución dos en uno, es efectiva en la remoción de smear layer y permite gran eficacia contra bacterias. Puede ser combinada con NaOCl al 1% para la eliminación de *E. faecalis* y placa planctónica en 5 segundos, pero el hipoclorito al 6% más Qmix es más efectivo. Tiene como principal característica inhibir la mayoría de antimicrobianos actuales en el sistema de conductos radiculares (Alkahtani et al, 2014, p.3).

##### 4.3.8.2. Toxicidad

En cuanto a su toxicidad en comparación con el hipoclorito de sodio se ha observado que ambas soluciones presentan daño en la médula ósea humana, ya que cada irrigante induce la muerte celular de una manera diferente. A diferencia del hipoclorito que es considerado más toxico debido a su pH, se realizaron estudios en donde se hizo la comparación de las mismas, determinándose que ambos tienen igual grado de toxicidad pero que dependerá del tiempo de exposición. El Qmix produce una muerte celular lenta ya que este genera daño a partir de 2 a 4 horas de exposición, por lo que se

caracteriza por ser menos agresivo y más seguro en comparación con NaOCl (Alkahtani et al, 2014, pp.5-9).

#### 4.3.8.3. Eliminación de barrillo dentinario

Estudios demuestran la capacidad de QMix para eliminar el barrillo dentinario y bacterias dentro de la cámara pulpar, observándose que el EDTA al 17% es superior en la eliminación de esta capa y permite menor daño de la microdureza de la dentina (Tay, 2010, p.27). Pero a diferencia de otro estudio, se demostró que QMix elimina el 99,99% de las bacterias planctónicas en contacto, incluida la especie resistente *Enterococcus faecalis*, que se presenta en la gran mayoría de las infecciones del conducto radicular secundario (Eliot et al, 2013, p.7).

#### 4.3.9. Agua de Hidróxido de Calcio

Es conocido como leche de cal y el autor determina propiedades importantes de esta solución.

Se caracteriza por ser biocompatible con el tejido periodontal y está indicado en pulpitis irreversibles por ser bactericida, posee un pH alcalino y efecto homeostático. Su alto pH impide el desarrollo microbiano, reduce la inflamación de los tejidos periapicales, permite la disolución del tejido pulpar en combinación con hipoclorito de sodio, previene la reabsorción inflamatoria radicular, alienta el desarrollo reparativo por activación osteoblástica al aumentar el pH en los tejidos dentales y previene o controla el dolor postoperatorio. (Canalda & Brau, 2006, p.190).

##### 4.3.9.1. Indicaciones

Según Basrani en el 2015 (p.113):

- Biopulpectomía
- Necropulpectomía
- Lesiones periapicales
- Presencia de exudados

#### 4.3.10. Solución de ácido etilendiaminotetraacético – EDTA

El EDTA es un quelante que en este sentido el autor señala “Viene del término quelar derivado del griego “Khele” que significa garra, así como de la palabra quelípodo pata de ciertas especies de crustáceos que terminan en pinza o garra como el cangrejo y que sirven para aprisionar a sus alimentos” (Cohen, 2005).

Entre sus propiedades más importantes presenta efecto antibacterial sobre bacterias *Streptococcus alfa*hemolíticos y *Staphylococcus aureus*, y tiene un alto efecto antimicótico. Su propiedad de autolimitante, permite reblandecer la dentina, es considerado por ser descalcificante ya que permite el desbridamiento del conducto radicular y aumenta la absorción de las paredes dentinarias, es de acción rápida y remueve el tejido inorgánico del smear layer (Agreda et al, 2015, p.18-20).

Se ha demostrado que el barrillo dentinario alberga microorganismos y reduce la permeabilidad dentinaria, impidiendo la acción de los medicamentos intraconducto así como de su obturación, por lo que se ha demostrado que el EDTA es ampliamente utilizado para la eliminación del smear layer, es aconsejable irrigar con una jeringa de 5ml esta solución una vez realizada la conformación de los conductos radiculares y debe quedarse por un tiempo de 3-5 minutos, deberá ser succionado y posterior a ello se deberá irrigar con hipoclorito de sodio (Castro et al, 2015, p. 1275-1276).

Un estudio realizó una comparación de EDTA al 17% con surfactante y otro sin el mismo, se observó igual desempeño en la remoción de barrillo dentinario. También se observó el uso o no de un aparato ultrasónico junto con el quelante, dando como resultado que el uso de ultrasonido permite una mejor eficacia en la eliminación de smear layer permitiendo paredes del conducto más limpias a nivel apical que a diferencia de una irrigación manual (Castro et al, 2015, p.1277-1278).

Se determinó que la activación sónica y ultrasónica permite una irrigación más efectiva de los canales laterales y que la aplicación de un minuto de ultrasonido con el uso combinado de EDTA es eficiente para la remoción de smear layer y de escombros en la región apical del conducto radicular (Castro et al, 2015, p. 1278).

#### 4.3.10.1. Mecanismo de acción

Presenta afinidad a metales pesados como el cromo, fierro, cobre y zinc, a los álcalis terrosos como el calcio, magnesio y también al sodio y potasio. Reacciona con los canales de calcio en los cristales de hidroxiapatita y produce quelatos metálicos. La remoción de iones calcio de la dentina peritubular básicamente, incrementa el diámetro de los túbulos dentinales expuestos de 2.5 a 4mm. Esto explica por qué en presencia de hipoclorito su acción se interrumpe. La gran afinidad al calcio, especialmente en medio alcalino y en ausencia de otros metales, vuelve al etilendiaminotetracetato disódico en un excelente descalcificador con pH tolerable en los tejidos. Útil como auxiliar en la preparación de los conductos radiculares. (Basrani, 2015, pp.106).

Los quelantes conocidos con la propiedad de fijar con solidez iones metálicos, remueven iones de calcio de los tejidos duros como por ejemplo la dentina, de

esta forma promueve la desmineralización por ello es recomendado para el uso odontológico (Soares y Goldberg, 2012, p.209-210).

#### 4.3.10.2. Desventajas

Como menciona Basrani en el 2015 (p.106):

- No elimina smear layer en su totalidad ya que necesita de un factor proteolítico como el hipoclorito de sodio para la eliminación de su parte orgánica.
- Su uso es limitado como irrigante primario.
- Puede producir erosión y desmineralización a una profundidad de 50  $\mu\text{m}$ , peritubular e intratubular.

#### 4.3.10.3. Aplicaciones:

El EDTA al 17% debe ser bombeado por 1 minuto para permitir la remoción de smear layer a nivel del tercio medio y cervical; permite una acción con mayor efectividad de los antisépticos utilizados y del material obturador en la pared del conducto. Es utilizado en conductos atrésicos, calcificados, para la ampliación de conductos obstruidos con dentina, en nódulos pulpares y fractura de instrumentos (Agreda et al, 2015, p.26-28).

El EDTA puede ser utilizado como disolvente de gutapercha en piezas con retratamiento por su efecto de disolución y se caracteriza principalmente por descomponer la materia inorgánica dentro del conducto radicular (Zehnder y Paqué, 2011, p.63).

#### 4.3.11. Ácido cítrico

El ácido cítrico es un quelante que permite una activación antimicrobiana en soluciones del 10% o 25% con un tiempo de uso de 3 a 10 minutos. Es utilizado para la eliminación o limpieza de hipoclorito de sodio, pero algunos estudios determinan que no es suficiente para la eliminación de smear layer. En combinación con el hipoclorito de sodio, producirá la liberación de gas cloro y en unión con la clorhexidina produce una solución lechosa (Falcón y Guevara, 2017, p. 57-58).

Según otro autor el ácido cítrico en concentraciones de 10% o 50%, produce gran eliminación de barrillo dentinario ya que es considerado un ácido orgánico, sólido, soluble en agua y desmineralizador de tejidos duros que permite la desinfección en forma proporcional a la concentración de la solución utilizada. (Soares y Goldberg, 2012, p.207).

Un estudio realizó una comparación del ácido cítrico con el EDTA, ambos en unión con el hipoclorito de sodio, demostrando que el ácido removió efectivamente la capa residual en su totalidad que el otro quelante. El ácido cítrico demostró excelentes propiedades antibacterianas contra bacterias anaerobias, en especial contra cocos, es menos citotóxico que el EDTA y permite una mayor eficacia en la remoción del smear layer con instrumental rotario que con instrumental manual (Lima, 2009, pp.262-263).

#### 4.3.11.1. Propiedades

El ácido cítrico es biocompatible en concentraciones bajas al 10% y 15%, permite mayor eliminación de barrillo dentinario y su acción desmineralizante dependerá de su concentración (Soares y Goldberg, 2012, p.207)

## 5. Interacciones

### 5.1. Interacción de Clorhexidina al 2% e Hipoclorito de Sodio al 5.25%

El hipoclorito de sodio y la clorhexidina, es una combinación considerada como toxica para el interior del conducto radicular, forma un precipitado de para-cloroanilina (PCA), ocluye los túbulos dentinarios, interfiere en la limpieza y sellado del sistema de canales radiculares, generando un cambio de coloración al diente (Basrani, 2015, p.107).

Un estudio observó la eliminación de smear layer en todos los tercios radiculares con técnica mecánica, se utilizó tres soluciones en la comparación, la primera hipoclorito de sodio y EDTA, la segunda clorhexidina y EDTA y una tercera ácido cítrico e hipoclorito de sodio. Existió gran cantidad de barrillo dentinario eliminado a nivel del tercio medio y apical con la primera combinación (Castro & Peñaherrera, 2017, pp.309-311).

### 5.2. Interacción de Hipoclorito de Sodio y Ácido Cítrico

En estudios realizados se observó que los conductos radiculares irrigados con hipoclorito de sodio y ácido cítrico permiten una gran cantidad de eliminación de smear layer al igual que con el EDTA, siendo el tercio cervical con mayor limpieza que los otros tercios (Agreda et al, 2015, p.24).

Otro estudio, hizo la comparación del uso de ácido cítrico al 10% y 25%, ambos en unión con el hipoclorito de sodio.

Se irrigó con 1 ml de quelante utilizando jeringas de insulina (Aguja 27G, 13 mm). El quelante se mantuvo por 3 minutos en el interior del conducto, agitándolas con una lima 15K por 1 minuto, posterior a ello se lavó con NaOCl al 2,5% y se secó con conos de papel. Se observó mejor eliminación de barrillo dentinario en los tres tercios con el ácido cítrico al 10% que con el de 25%. El problema que se presentó en este estudio fue que ambas muestras con el uso

de ácido cítrico presentaron erosión en los túbulos dentinarios. (Martinelli, Strehl, Mesa, 2012, p. 5-10).

### 5.3. Interacción de clorhexidina y EDTA

La combinación de clorhexidina y EDTA forma precipitados, resultados del smear layer que cubre los tubulos dentinarios, resultando un precipitado blanquecino o lechoso, les decir que su combinación forma una solución salina en lugar de sufrir una reacción química (Basrani, 2015, pp.107).

### 5.4. Interacción entre Hipoclorito de Sodio y EDTA

El EDTA presenta su propiedad de retención de calcio al estar en combinación con el hipoclorito de sodio, produciendo que el NaOCl pierda su capacidad de disolvente, por lo que se sugiere que sean usados por separado. Sin embargo, el hipoclorito de sodio deberá ser utilizado para retirar restos de EDTA en la superficie intrapulpar. Es importante conocer que el EDTA necesita de una temperatura ideal, ya que los quelantes a una temperatura de 20 a 90°C disminuyen la capacidad de unión al calcio (Basrani, 2015, pp.108).

Un estudio observó que el uso de hipoclorito de sodio y EDTA en la irrigación final, permite una gran eliminación de smear layer a nivel del tercio cervical y medio, el EDTA debe ser bombeado con conos de papel por 1 minuto y posterior a esto el quelante debe ser completamente eliminado para limpiar por última vez con hipoclorito de sodio. Es importante conocer en la irrigación final se debe usar NaOCl de baja concentración, por otro lado, una alta concentración puede llegar a producir erosión. (Agreda et al, 2015, p.22-23).

Se sabe que el hipoclorito de sodio elimina el tejido orgánico mientras que el quelante complementa a este eliminando al inorgánico, por lo que se realizó un estudio en comparación de dos mecanismos:

## 6. Métodos para la irrigación

El uso del ultrasonido en endodoncia empieza hace 50 años con Richman, quien describe por primera vez el uso del mismo en un tratamiento de conductos radiculares; después de 20 años Martin en 1976 realiza un estudio más profundo de este sistema. El efecto que realiza este sistema se basa en tres características que son: cavitación, calor y microcorriente acústica (Herrera, 2013, p.365).

El modo de uso es mediante el generador del ultrasonido ya que este envía oscilaciones como ondas permitiendo la eliminación de barrillo dentinario en el interior del conducto radicular. La combinación de este sistema con los irrigantes endodónticos se denomina cavitación ya que permite que la onda produzca torbellinos y burbujas de líquido; estas burbujas generan componentes químicos (NaOH, ClOH, Cl<sub>2</sub>) y un efecto térmico que permite un buen efecto antimicrobiano. (Karade, 2018).

### 6.1. Sistema sónico

Se caracteriza por presentar un sonido acústico de 16Hz a 20kHz, este sistema necesita de limas especiales, Heli-, Rispi-, Shaper- o Trio-Sonic, su diseño poseen gran eliminación de barrillo dentinario. El sistema sónico permite una menor alteración que el ultrasónico por el movimiento de la lima y la reducción por contacto de la pared, produce mayor amplitud que resulta ser una ventaja, existe menor frecuencia de fractura de instrumentos y menor riesgo de

complicaciones como la formación de escalones o pérdida de la longitud de trabajo (Herrera, 2013, p. 365).

En cuanto a su desventaja, es difícil controlar la eliminación, produce pérdida de sensibilidad táctil, y produce obstrucciones debido al diseño de las limas; por estas características indeseables la utilización de un sistema sónico ha sido poco usado (Herrera, 2013, p. 367).

#### 6.1.1. EndoActivador

El protocolo de irrigación se basa principalmente en el desbridamiento del tejido orgánico, eliminación de smear layer y biofilm; por lo que el EndoActivador es un sistema que permite mejorar los resultados de irrigación ya que por su agitación produce una transmisión acústica de la solución interrumpiendo la formación de la capa de biofilm y barrillo dentinario, permitiendo mejor limpieza intraconducto al igual de canales laterales, facilita la obturación y permite mayor éxito a largo plazo (Tous et al, 2017, p. 22).

El EndoActivador se utiliza con el hipoclorito de sodio al 5% y EDTA al 17%, en la irrigación final de forma alternada. Elimina material de obturación residual durante el retratamiento con la aplicación de una solución irrigadora y permite una correcta eliminación y limpieza de los conductos tratados con hidróxido de calcio y agua destilada (Tous et al, 2017, p.25).

##### 6.1.1.1. Características

- Mango ergonómico e inalámbrico.
- Diseño del contra ángulo para acceder fácilmente a los dientes posteriores.
- Motor sónico con tres velocidades: 2000 ciclos por minuto (cpm), 6000 cpm y 10.000 cpm.

- Puntas de polímero flexible de calidad médica de hasta 22 mm de largo con marcas de anillo que determinan profundidades de 18, 19 y 20 mm y están disponibles en tres tamaños: Amarillo 15/02, rojo 25/04 y azul 35/04.
- Fácil aplicación de las puntas a la pieza de mano con sistema snap-off.
- Es seguro gracias a sus puntas de polímero de grado médico fuertes y flexibles no permiten corte y tienen un solo uso por paciente.
- Es efectivo ya que permite una propiedad hidrodinámica y mejora el desbridamiento e interrupción del barrillo dentinario y biofilm.
- Es simple de usar.

En el estudio realizado por Garza et al en el 2015 (p.5-6):

Realizo un estudio en 10 conductos rectos en donde se utilizó 5 muestras en comparación para la eliminación de smear layer basándose principalmente en el tercio apical. La primera con NaOCl al 2,5 %, la segunda con solución salina + EDTA al 17%, la tercera con solución salina + EDTA al 17 % + EndoActivator, la numero cuatro solo EndoActivator y la última Rc Prep+ EndoActivator. Como resultado la irrigación con NaOCl al 2,5 % con o sin la activación del EndoActivator no fue suficiente en la eliminación de la capa residual del tercio apical sin la ayuda de un agente quelante.

Un estudio demostró que la activación de hipoclorito de sodio al 5, 25% el uso del EndoActivator, eliminó más bacterias y disolvió más tejidos que la irrigación con una tecnología no activada. Permitió una obturación exitosa por lo que se concluyó que es indispensable el uso de métodos activadores de soluciones irrigadoras para obtener resultados exitosos a largo plazo en la terapia del conducto radicular (Tous et al, 2017, p. 22-28).

#### 6.1.1.2. Modo de uso

El conducto radicular deberá ser completamente irrigado con la solución escogida previo al uso del EndoActivador, posterior a ello se utiliza este sistema en la irrigación final con hipoclorito de sodio para desbridar y desinfectar las paredes no instrumentadas, la punta de este debe ser colocada 2 mm por encima de la longitud de trabajo del conducto y una vez encendido se debe hacer movimientos verticales por 30 segundos. Esta maniobra deberá ser acompañada con una correcta succión intrapulpal, como último y tercer paso es necesario el uso añadido de EDTA o Qmix que permita la eliminación del tejido que no eliminó el hipoclorito de sodio, de esta forma desinfecta el conducto radicular y abre los túbulos dentinales tapados para el éxito de la obturación (Jimna, 2010, p.1365).

## 6.2. Presión negativa

### 6.2.1. Endodontic Vacuum o EndoVac

Es un sistema de irrigación de presión apical negativa, elimina significativamente menos barrillo dentinario 1 mm antes de la longitud de trabajo, ya que el irrigante se arrastra a lo largo de todo el conducto debido a la presión negativa causada por la macro y micro, permitiendo una mayor cantidad de flujo del irrigante y menor extrusión del mismo fuera del conducto radicular, disminuyendo los accidentes por hipoclorito de sodio

El EndoVac es de la marca Kerr y presenta diferentes componentes:

- Adaptador multipuerto (AMP).

Se conecta a la succión o Hi-Vac de forma directa permitiendo desconectar y conectar al sistema. Se utiliza para guardar los tubos de EndoVac y otros componentes y se puede esterilizar en autoclave.

- Punta maestra dispensadora (PMD).

Al conectarse directamente al puerto azul del AMP proporciona un flujo constante de solución de irrigación sin riesgos de excesos.

- Macro cánula.

Es un accesorio de plástico con una punta abierta de calibre ISO #55 con conicidad 0.02. Se utiliza para retirar los residuos gruesos del interior del canal una vez finalizada la instrumentación. En este paso, se utilizan la macro cánula y la PMD a la vez.

- La Micro cánula.

Es una aguja de acero inoxidable de calibre 28 (0,32 mm) con 12 orificios microscópicos perforados con láser con una punta cerrada de calibre #32, de menos de 100 micras cada uno, situados en el extremo de la aguja.

#### 6.2.1.1. Características

- Sistema de irrigación de presión negativa apical.
- Rendimiento perfecto y constante.
- Conexión directa a la succión o Hi-Vac.
- Gran portabilidad.
- Esterilizable en autoclave.
- Punta maestra dispensadora de flujo constante de irrigación, sin riesgos de excesos.
- Conexión directa al adaptador multipuerto.
- Retiro de residuos gruesos gracias a la macro cánula.
- Fácil inserción del flujo en la terminación apical por medio de la micro cánula.
- Limpieza eficaz.

#### 6.2.1.2. Modo de uso

Las cánulas del EndoVac deben ser ubicadas en el interior del conducto radicular, de esta forma la presión apical negativa arrastra el irrigante que se encuentra en la cámara pulpar hacia la punta de la cánula y por medio de la micro cánula es retirada, se dice que esta cánula es de vital importancia ya que

arrastra el irrigante que se encuentra en los 2mm últimos de la longitud de trabajo evitando un bloqueo por parte de las micropartículas que se puedan encontrar en el conducto radicular. Este sistema evita riesgos de extrusión de irrigantes hacia los tejidos y senos maxilares, la macro cánula elimina gran cantidad de líquido mientras que la micro cánula penetra toda la longitud de trabajo (Paredes et al, 2015, p.31-33).

Un estudio realizó la comparación de una irrigación pasiva, el primer grupo con hipoclorito de sodio al 1% con EDTA al 17% y secado con conos de papel, el segundo grupo con una irrigación con EndoVac e hipoclorito al 2.5% y EDTA al 17% y el tercer grupo con un sistema EndoVac con hipoclorito de sodio al 5.25% y EDTA al 17%, todos irrigados por 30 segundos. Se observó que la irrigación final del sistema Endodontic Vacuum más EDTA al 17% permitió túbulos dentinarios totalmente abiertos en los 3 tercios, a su vez esta combinación más hipoclorito de sodio al 5.25% como irrigante previo permite mínima formación de barrillo dentinario, se determinó que el hipoclorito al 1% y al 2.5% no es efectivo en la remoción de smear layer (Paredes et al, 2015, p.33-35)

Otro estudio determinó la eliminación de smear layer en 50 incisivos, se utilizaron 5 técnicas de irrigación: irrigación convencional con jeringa, irrigación con jeringa cubierta por cepillo NaviTip, irrigación dinámica manual, irrigación pasiva ultrasónica, y sistema de irrigación por presión negativa (EndoVac). Para ello se utilizó hipoclorito de sodio al 2,5% entre cada instrumento y una irrigación final con EDTA al 17% durante 1 minuto. Posterior a la instrumentación, se observaron las raíces con microscopio electrónico de barrido. Se determinó que la irrigación dinámica manual no eliminó gran cantidad de barrillo dentinario; por otro lado, que la irrigación ultrasónica y EndoVac fueron más efectivos (Ribeiro et al, 2012, pp.785-789).

### 6.3. Sistema ultrasónico

Se caracteriza por presentar un sonido acústico de 20kHz y 1GHz, las limas presentan características similares a las de las limas K convencionales. Tienen como ventaja el calor ya que es menor que el anterior evitando así perder tiempo en enfriar por separado el mango; a desventaja no produce un efecto antibacteriano directo, solo no elimina la capa de barrillo dentinario, difícil conformación, puede producir perforaciones, codos y escalones (Dikmen, Tarim, 2018, p.280-283).

En la actualidad se han realizado mayores estudios y mejoras del sistema de ultrasonido, ya que los nuevos aparatos permiten mejores dosificaciones y permiten de un mayor rendimiento. De esta forma a incrementado sus aplicaciones, mejorando el desbridamiento de sustancias, eliminación de obstrucciones, eliminación de smear layer con el uso de irrigadores endodónticos y el uso en la resección del ápice radicular; por lo que se ha demostrado que el uso del ultrasonido obtiene mayor éxito que el uso de métodos convencionales (Herrera, 2013, p.368).

Se realizó un estudio del uso de hipoclorito de sodio del 4% al 0,5% con el uso del ultrasonido, observándose que se recomienda el uso de este método con el hipoclorito al 2% ya que permite la eliminación de todo el smear layer, el de 2% fue efectivo y los valores menores a este no fueron muy efectivos (Lima, 2009, p.264-266).

Existen diferentes puntas utilizadas en el sistema de ultrasonido, las limas utilizadas con este sistema son con los halos de color blanco, amarillo, rojo, azul y verde; algunas de ellas son:

Marca Satelec-Acteon:

- Limas K de ultrasonido de distintas longitudes y diámetros, y conicidad del 2%, son la K10/21, K 10/25, K15/21, K15/25, K25/21, K25/25, K30/21 y K30/25.
- Se utilizan con una solución desinfectante de preferencia hipoclorito de sodio hasta que la capa de suciedad quede eliminada o EDTA.
- Las limas K son instrumentos muy afilados y deben utilizarse con precisión. Sin embargo, son flexibles y en consecuencia pueden precurvarse.
- Permiten la eliminación del barrillo dentinario.
- Ayudan a preservar la estructura del diente

#### Marca NSK

- Modelo E4: limpieza de canal radicular y eliminación de partículas dentro del conducto radicular.
- Modelo E7 y E8: eliminación de pastas producidas dentro del interior del conducto radicular y materiales extraños, no necesitan agua.
- Modelo ED4: limpieza del conducto radicular y eliminación de partículas extrañas, recubierta por diamante.
- Modelo E11: limpieza de canal radicular en piezas anteriores.
- Modelo E12: limpieza de canal radicular en piezas posteriores.

#### Marca VDW: EDDYTIM

- Permite una irrigación eficaz del conducto radicular.
- Permite una irrigación eficaz del conducto radicular.
- Activación de 6000 Hz.
- Punta de material de polamida permite mayor suavidad y es una técnica más sencilla.
- Limpieza completa de istmos y conductos laterales, incluso en conductos curvados y anatomías complejas de conducto
- Mayor eficiencia de limpieza gracias a la transmisión acústica y la cavitación

- Bajo riesgo de fractura por fatiga de la punta
- Fácil y rápido

#### Activación de 6000 Hz.

- Punta de material de polamida permite mayor suavidad y es una técnica más sencilla.
- Limpieza completa de istmos y conductos laterales, incluso en conductos curvados y anatomías complejas de conducto
- Mayor eficiencia de limpieza gracias a la transmisión acústica y la cavitación
- Bajo riesgo de fractura por fatiga de la punta
- Fácil y rápido

#### Marca Helsé

##### Modelo E1- Irrisonic:

- Simple de usar
- Clínicamente efectiva y económica
- Es utilizada para activar la solución irrigadora después de la preparación del conducto

#### Swiss Endo

##### Punta XP- endo Shaper:

- Utilizada para una correcta remoción del barrillo dentinario
- Simplifica radicalmente las secuencias endodónticas.
- Tiene la capacidad de comenzar a dar forma de diámetro ISO 15 y alcanzar el diámetro 30 ISO, pero también para aumentar el ancho desde 01 hasta al menos 04.
- Permite alcanzar una forma de canal de mínimo 30 / .04 y esto con un solo instrumento.
- Trabaja a nivel del tercio cervical

- Son de 3 a 4 limas en el kit: lima K file 10, K file 15, endo-shaper y end-finisher.

Punta FKG finisher:

- Permite trabajar en conductos radiculares con morfologías muy complejas, llegando a todas las partes de este inclusive a lugares de difícil acceso.
- Presenta un diámetro de ISO 25 y su conicidad cero.
- Tiene gran flexibilidad y muestra una resistencia a la fatiga cíclica, por aleación max m-wire
- Limpia la dentina, pero no cambia la forma original del conducto.
- Presenta gran alcance incluso 100 veces mejor que un instrumento estándar.
- Presenta efecto memoria y forma, es decir que la lima es recta, pero al entrar en el conducto y estar expuesta a la temperatura del conducto cambiara su forma debido a este efecto obteniendo así la forma del conducto radicular de esta forma limpia todo el conducto.
- Limpieza mecánica del conducto en áreas previamente imposibles de alcanzar gracias a su increíble flexibilidad y capacidad de ampliar su alcance 6 mm en diámetro o 100 veces la de una lima de tamaño equivalente.
- Resistencia sin precedentes a la fatiga del instrumento gracias a su conicidad cero.
- Remoción exhaustiva de residuos del tercio cervical, medio y apical.
- Remoción de medicamentos del interior del conducto durante el tratamiento en varias visitas o de material de obturación residual durante un retratamiento.

#### 6.3.1. Propiedades físicas, mecánicas y biológicas

Según Bóveda, 2016 (pp.1-10):

- Movimiento oscilatorio: esta propiedad dependerá de la frecuencia, el diseño de la punta y el tipo de instrumento. El instrumento permitirá una mejor amplitud si se encuentra en el mismo plano con respecto al eje de inserción a la fuente de poder; de esta manera podrá realizar más o menos oscilaciones dependiendo de su posición en su uso.
- Cavitación: se refiere a la creación de zonas submicroscópicas, como producto de la vibración de una solución por el movimiento de alta frecuencia de la punta del instrumento, es decir que permite la remoción de remanentes necróticos y smear layer. El tipo de lima utilizada en el ultrasonido que ingresa en el interior del conducto radicular va a producir un flujo del irrigante generando este efecto, resultando en la limpieza y el desalojo las obstrucciones de la superficie de las paredes del conducto.
- Microcorriente acústica: hace referencia a el tránsito de un fluido, impulsado por las fuerzas creadas por la vibración del sistema.
- Generación de calor: propiedad física que genera el ultrasonido, producto del efecto de cavitación o por la fricción que ejerce la vibración de la lima.

#### 6.3.2. Efecto del ultrasonido sobre el smear layer

La remoción del barrillo dentinario se da por su propiedad de cavitación por la presión hidrodinámica producida en el irrigante, elimina las impurezas que obstruyen los túbulos dentinarios en el interior del conducto radicular y produce un efecto de aspiración sobre el tejido orgánico eliminándolo hacia afuera de las ramificaciones del conducto. El ultrasonido genera un baño ultrasónico, es decir que genera un continuo intercambio de irrigación y succión. A su vez, otro autor determina que gran eficacia de este sistema se da por su propiedad de microcorriente acústica, pero depende mucho de que la lima este haciendo su trabajo ya que al producir las ondas de choque genera la liberación de barrillo dentinario (Bóveda, 2016, pp.5-8).

#### 6.4. Irrigación pasiva por ultrasonido

Es un método realizado por Soares y Goldberg en el año 2012 (p.87) que utiliza al final de la preparación un sistema sónico o ultrasónico con el uso de una lima no cortante provocando la conformación del conducto antes que la desinfección del mismo. A diferencia de una técnica manual, este sistema elimina mayor número de desechos, bacterias y tejido pulpar, evita alterar la pared del conducto. Presenta dos tipos de cavitaciones:

- Cavitación estable: presente en la parte céntrica de la lima y es una pulsación lineal de cuerpos repletos de gas en un campo sónico de baja amplitud.
- Cavitación transitoria: presenta burbujas de vapor con pulsaciones altamente enérgicas.

El uso de hipoclorito de sodio es indispensable en esta técnica, ya que elimina la capa de smear layer, obstrucciones, eliminación de bacterias planctónicas y desgarrado del biofilm. Permite exterminación de tejido pulpar en zonas de difícil acceso; por lo que se podría decir que la irrigación pasiva con ultrasonido es un complemento que permite una mejor limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares (Soares & Goldberg, 2012, p.87).

Las limas utilizadas en este sistema son:

- Limas ultrasónicas de irrigación pasiva: limas Irrisafe TM son IRR 20/21, IRR 20/25, IRR 25/21 e IRR 25/25.
- Se adaptan a muchos tamaños de conducto radicular.
- Se utilizan una vez que el conducto ha sido preparado.
- Debe ser introducida a 2mm del ápice, haciendo movimientos de retracción para producir el retroceso de los residuos y de la suciedad hacia la superficie.
- Se debe repetir 3 veces durante 1 minuto en cada conducto.

Permite una correcta remoción de barrillo dentinario y gracias a su punta roma evita riesgos de perforaciones.

Endo- Eze Tips:

- Aguja metálica fina y roma, la punta presenta una abertura hacia un lado para realizar la irrigación lateral con una longitud de 25mm.

Navitip:

- Se presenta en dos tamaños 29G Y 30G con 4 longitudes: 17,21,25 y 27mm

#### 6.4.1. Modo de uso

Una vez que esté preparado el conducto radicular se coloca la solución irrigadora escogida dentro del conducto radicular y posterior a ello se agita y se activa el ultrasonido a diferencia de la irrigación continua por ultrasonido en donde el irrigante se distribuye de forma continua mientras se agita (García et al, 2014, pp.215-220).

#### 6.5. Láser

En la actualidad el láser ha aumentado su interés en la odontología endodóntica, algunas de sus aplicaciones son: procedimientos diagnósticos, tratamiento de la hipersensibilidad del cuello dental, recubrimiento directo o indirecto de la pulpa, esterilización y preparación del conducto radicular. Este sistema presenta fibras ópticas finas que llegan hasta la región apical después de la preparación radicular y puede ser o no combinado con soluciones de irrigación endodóntica (Karade, 2018).

Presenta varias desventajas por la que no es muy utilizado como su costo, por ser un instrumento complementario del convencional pero no llega a sustituirlo y debe ser utilizado de forma rigurosa ya que puede lesionar tejido periodontal; pero puede ser utilizado en la desinfección del conducto gracias a su nivel de radiación principalmente para la eliminación de gérmenes y de la dentina

presente en las paredes ya que la radiación infrarroja penetra profundamente la dentina (Karade, 2018).

Existen varios tipos de láseres, como, por ejemplo:

- Laser Nd: Es un láser sólido de alta potencia presenta cuatro niveles que función mediante ondas o pulsación continua, el láser utiliza la luz emitiendo una longitud de 1,064nm a lo largo de todo el conducto radicular produciendo emisión del haz de luz a todas las partes de este, pero no siempre todas las paredes son irradiadas, por lo que se podría decir que es más eficaz en la zona apical.

Su principal problema es el aumento de la temperatura intrapulpar, ya que ejerce un efecto térmico cuando está en contacto con el tejido y si esta temperatura es mayor a 10° C por minuto puede ser perjudicial a tejidos adyacentes causando necrosis o anquilosis.

Este laser permite la eliminación de microorganismos, reduciendo la carga bacteriana y es eficaz contra *Bacillus stearothermophilus*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Prevotella intermedia*, y *E. faecalis* (Rivas, 2018, pp.1-2).

- Diodos

Es un láser sólido fototérmico formado con una combinación de galio, arseniuro, aluminio e indio con medio activo, produce una onda entre 800 a 1,064nm emitiendo esta onda de forma continua. El láser de diodo tiene como principal importancia la eliminación de smear layer y reduce carga bacteriana.

La onda de luz permite que el tercio apical quede completamente limpio con túbulos dentinarios sellados, indicando fusión y recristalización, produce un aumento de temperatura máximo de 8,1° C a 5W. otro factor muy importante es un efecto antibacteriano en donde se observó en unos estudios que

permite eliminar hasta el 88,38% de bacterias y este efecto dependerá mucho de el grado de nm que el láser tenga (Rivas, 2018, pp.1-2).

- Láser Er: YAG

Láser sólido con un medio de acción láser de itrio con erbio y granate de aluminio, con una longitud de onda infrarroja de 2,940nm. Sus indicaciones para endodoncia son la eliminación del smear layer, la preparación del canal y la apicectomía. Permite áreas limpias que muestran túbulos abiertos de dentina, libre de la capa de barrillo, en una superficie globular. Este sistema se puede utilizar con una nueva punta de endodoncia que se puede utilizar con un sistema láser permitiendo la emisión lateral de la radiación, de esta forma permite eliminar la capa de barrillo de las paredes dentinales intracanales y residuos (Camargo, 2015, pp.3-5).

#### 6.5.1. Modo de uso

El conducto radicular debe ser llenado con un fotosensibilizante dejándolo actuar por 1 minuto, se irriga el conducto con agua destilada y se deja esta sustancia sin secar, posterior a ello se coloca la fibra en el interior del conducto dependiendo del fabricante, esta fibra debe moverse en sentidoápico coronal y así sucesivamente. El PAD, desinfección por la efectividad de la foto activación, en algunos casos puede llegar a sustituir al hipoclorito de sodio o puede complementarse con otros láseres de esta forma permite mejorar el efecto bactericida y mejor la eliminación del barrillo dentinario (Camargo, 2015, pp.1-5).

## 7. Discusión

El smear layer o también conocido como barrillo dentinario se forma en la preparación de los conductos radiculares, este material alberga a microorganismos, restos pulpares, odontoblastos, saliva, sangre, dentina, en general a productos de desecho; esta masa irregular puede ingresar al interior de los túbulos dentinarios, imposibilitar la irrigación e impedir que el material de obturación, gutapercha, pueda rellenar y sellar los conductos radiculares.

La conformación del barrillo son dos capas, una superficial adherida a las paredes del conducto y una profunda que produce taponamiento de los túbulos dentinarios, por lo que es indispensable un correcto uso de irrigantes endodónticos para la eliminación de estas capas.

Basándome en la revisión bibliográfica ya realizada, es importante conocer que la irrigación endodóntica es indispensable en la evolución de la forma de los conductos radiculares y que para una correcta eliminación de smear layer es necesario el uso de un irrigante endodóntico que elimine tejido orgánico e inorgánico, buenos instrumentos de irrigación y la implementación de un material rotatorio que permitirá mayor remoción de esta masa irregular.

El hipoclorito de sodio es uno de los irrigantes endodónticos más utilizados ya que presenta como principal ventaja la eliminación de restos pulpares y predentina. Por otro lado, su mayor desventaja y es por eso que no sirve como un irrigante único para la eliminación de smear layer es porque este no puede eliminar tejido inorgánico. El NaOCl se lo usa en varios porcentajes como de 2,5%, 3% y 5.25% pero en varios estudios es demostrado que el más utilizado y con mayor eficacia es el de 5.25%, a su vez se dice que su efecto bactericida se dará si este es usado en varias ocasiones durante la lubricación y limpieza del conducto radicular (Arias, 2016, p. 772-774).

A comparación con la clorhexidina al 2%, se dice que esta puede ser utilizada en el lavado final de las superficies ya que es considerado por brindar una mejor propiedad antimicrobiana que el hipoclorito de sodio y por ser más efectivo en la eliminación de bacterias grampositivas; en estudios este ha demostrado que a pesar de tener mayores ventajas que desventajas en cuanto a su biocompatibilidad; es decir, que no es toxico ni daña la mucosa; la clorhexidina no permite la eliminación del smear layer en lo absoluto por lo que no puede ser considerado como un irrigante único e incluso al estar en contacto con un quelante produce una masa marrón dentro del conducto radicular impidiendo una buena desinfección intraradicular, sin embargo no se lo utiliza regularmente ya que no tiene la capacidad de disolución del material inorgánico. (Gongalves et al, 2016, p. 528-530).

Por lo que se podría decir que entre estos dos irrigantes endodónticos que son los más utilizados, el hipoclorito de sodio tiene mayor uso y mejores propiedades en cuanto a eliminación de smear layer,. Pero siempre y cuando este vaya de la mano de un quelante, que a su vez debe ser utilizado solo en la irrigación final ya que su capacidad de eliminar microorganismos puede verse afectada si se usa un agente quelante previo.

Hoy en día no existe un irrigante ideal único para la eliminación de smear layer, es por eso que nace la idea de la combinación de soluciones endodónticas. Por lo que se une a los quelantes en la irrigación final ya que se ha demostrado que los quelantes necesitan de 1 minuto de exposición para eliminar el smear layer, pero si este permanece por más tiempo dentro del conducto radicular puede llegar a producir erosión dentaria.

El EDTA al 17%, es el quelante más utilizado en la actualidad en interacción con el hipoclorito de sodio debido a que su unión permite la eliminación de tejido orgánico e inorgánico, de esta forma se ha demostrado que no existe obstrucción en el tercio cervical, medio y de menor cantidad en el apical. Esta combinación permite un correcto desbridamiento de los túbulos dentinarios y desinfección del conducto radicular (Castro y Peñaherrera, 2017, p. 299-313).

El ácido cítrico puede ser utilizado al 10% y al 25%, es un quelante utilizado en combinación con hipoclorito de sodio que a diferencia del EDTA presenta un pH bajo produciendo un mejor efecto desmineralizador de la dentina, pero se observa que este como desventaja puede producir cristales de citrato cálcico en contacto con la dentina y debe ser retirado con hipoclorito de sodio en la irrigación final. Un estudio realizó la comparación del ácido cítrico, donde se observó que este al 10% presenta mayor eficiencia en la eliminación de smear layer que el de 25%, pero que a diferencia del EDTA se corre el riesgo de que genere los cristales impidiendo una correcta desinfección y obstruyendo en la obturación final de los conductos radiculares (Martinelli, Strehl, Mesa, 2012, pp.52-60).

Por otro lado, un estudio con un microscopio con observación MEB que permite una magnificación al 1000x determina que ambas soluciones en combinación con el hipoclorito de sodio realizan igual remoción de smear layer, pero el EDTA permite mayor cantidad de eliminación en los tres tercios radiculares; cervical, medio y apical (Agreda et al, 2015, pp. 19-27).

Otra combinación muy utilizada es la unión de EDTA al 17%, clorhexidina al 2% y un detergente tensioactivo: bromuro de cetiltrimetilamonio (CTR). Esta solución fue denominada Qmix, disminuye la tensión superficial dentro del conducto radicular permitiendo mayor limpieza debido a que llega a zonas de

difícil acceso, por lo que, en comparación con el EDTA, el Qmix permite mejor desplazamiento eliminando así mayor cantidad de smear layer y abre mayor número de túbulos dentinarios en el tercio apical (Gudiño, Monar, 2016, p.3-10).

Sin embargo, el MTAD es una solución irrigadora con excelente actividad antimicrobiana y tiene la capacidad de eliminar tejido orgánico e inorgánico. En comparación con el NaOCl, el MTAD no produce daño en la micro dureza de la dentina y permite mayor actividad antibacteriana; por otro lado, produce menor erosión que el EDTA al estar en contacto con el conducto radicular, pero a diferencia del Qmix, este produce pigmentación en la dentina (Rama, 2014, pp. 39-41).

Los métodos de irrigación como el ultrasonido, sistema sónico o laser en la actualidad son más utilizados, ya que son considerados una indispensable herramienta para la correcta y completa eliminación de barrillo dentinario. Es por ello que el ultrasonido presenta gran importancia ya que permite una activación de la solución irrigadora dentro del conducto radicular al producir un incremento de la temperatura, al estar en contacto con el hipoclorito de sodio activa su propiedad bactericida produciendo un remolino provocando así con mayor eficacia la remoción de smear layer (Jimna, Ashwini, Sowmya, 2017, p. 452).

El tiempo de uso del ultrasonido debe ser por 1 minuto ya que algunos autores determinan que este es el tiempo adecuado, puede ser utilizado en 3 ciclos de 20 segundos. La punta adherida a este sistema debe ser óptima, ya que podría afectar a la cinemática produciendo alteraciones dentro del conducto radicular. El uso de estos sistemas demuestra un aporte favorable en la limpieza de los conductos radiculares, y contribuyen junto con las soluciones irrigadoras una

mayor eliminación de smear layer. Sin embargo, no hay una eliminación del 100% del mismo.

Este proceso se lleva a cabo por medio de varios sistemas, ejemplo puntas siliconadas del Endo activator, diferentes puntas ultrasónicas, insertos de ultrasonido, láser y actualmente la lima XP endo Finisher que tiene la habilidad de tomar la forma del conducto radicular permitiendo eliminar con mayor facilidad esta capa de detritus (Jimna, Ashwini, Sowmya, 2017, pp. 453-456).

En comparación a la agitación manual dinámica y presión positiva existe una gran significancia observándose que existe mayor eliminación del barrillo dentinario con el uso y combinación de soluciones irrigadoras y diferentes sistemas que existen en el mercado, por la propiedad de activación del irrigante endodóntico. (Boutsioukis, Tzimpoulas, 2016, p.290).

## 8. Conclusiones

- En conclusión, el uso de hipoclorito de sodio como irrigador único no elimina el barrillo dentinario, deberá ser combinado con un quelante para lograr ese efecto, y su eficacia será mayor cuando se lo activa con el uso de un mecanismo de irrigación, permitiendo mayor eliminación de smear layer.
- Según la revisión bibliográfica realizada, el MTAD es un buen irrigante endodóntico ya que permite una correcta eliminación del smear layer por su propiedad de desunión de tejido orgánico e inorgánico en una misma solución. El uso de un mecanismo de irrigación como el ultrasonido con las diferentes puntas de irrigación, o utilizando el motor con una punta XP endo Finisher permitirá trabajar todo el conducto radicular produciendo mayor remoción de smear layer.
- El uso de hipoclorito de sodio al 5,25% y EDTA al 17% o ácido cítrico al 10%, siendo la primera como la combinación más utilizada, es una excelente irrigante endodóntico para la eliminación de barrillo dentinario, eliminando mayor cantidad de smear layer en los tres tercios y dejando los túbulos dentinarios sin obstrucción.
- El irrigante Qmix es un excelente irrigante endodóntico ya que al ser una solución dos en uno por tener un quelante en su composición permite gran eliminación de barrillo dentinario, mejor aún si se lo activa con los diferentes sistemas que coadyuvan al proceso de irrigación.

## 9. Recomendaciones

- Para el éxito del tratamiento de conductos radiculares es importante un adecuado acceso, aislamiento y preparación biomecánico lo cual se complementa con el proceso de irrigación asistida.

- El uso de EDTA en la irrigación final debe ser utilizado posterior al hipoclorito de sodio activado, y deberá ser eliminado correctamente para evitar dañar las propiedades del hipoclorito de sodio.
- El EDTA deberá ser utilizado apropiadamente para evitar la erosión que podría causar en los conductos radiculares.
- El proceso de agitación por aparatos sónicos y ultrasónicos son importantes para la eliminación de smear layer, ya que por su propiedad de creación de ondas permite su remoción en zonas de difícil acceso,
- La punta XP endo Finisher, por su diseño permite junto con la solución irrigadora una mejor limpieza y eliminación del smear layer
- No existe una solución única ideal que permita la eliminación completa del smear layer, es por ello que se usa un irrigante más un quelante con la implementación de un método de irrigación y con una correcta punta irrigadora para permitir eliminar el mayor mayor número de smear layer.

## Referencias

- Agreda, M; Jiménez, L; Hernández, P; Ostos, J. (2015). Efectividad del ácido etilendiaminotetraacético y ácido cítrico en la remoción del barrillo dentinario del sistema de conductos radiculares. *ODOUS*. 16(2), 18-30. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontologia/revista/vol16-n2/art02.pdf>
- Arias, M; Morago, A; Ordinola, R; Ferrer, C; Ruiz, M; Baca, P. (2016). Effects of Dentin Debris on the Antimicrobial Properties of Sodium Hypochlorite and Etidronic Acid. *J Endod*. 42(5), 771-775. doi: 10.1016/j.joen.2016.01.021.
- Arslan, D; Guneser, M; Dincer, A; Kustarci, A; Er, K; Siso, S. (2016). Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *J Endod*. 42(8), 1279-1285 doi: 10.1016/j.joen.2016.04.022.
- Baumann, M; Beer, R. (2008). Endodoncia. ELSEVIER. Segunda Edición. Barcelona, España.
- Boutsioukis, C; Tzimpoulas, N. (2016). Uncontrolled Removal of Dentin during In Vitro Ultrasonic Irrigant Activation. *J Endod*. 42(2), 289-293. doi: 10.1016/j.joen.2015.09.017.
- Camargo, S (2015). El efecto antibacteriano del láser en endodoncia. *Dental Tribune*, pp.1-10. Recuperado de <https://la.dental-tribune.com/clinical/el-efecto-antibacteriano-del-laser-en-endodoncia/>
- Canalda, C; Brau, E. (2006). ENDODONCIA. Técnicas clínicas y bases científicas. ELSEVIER. Segunda Edición. Barcelona, España.

- Caron, G. (2010). Assessment of irrigant activation efficiency in the apical third of curved canals; A scanning electron microscope study. *J Endod.* 36(8), 1361-1366.
- Castro, S; Peñaherrera, M. (2017). Evaluación con microscopía electrónica de la remoción de barrillo dentinario; utilizando Hipoclorito de sodio, Clorhexidina e Hipoclorito de sodio + EDTA con irrigación ultrasónica. 3 (1), 299-315. Recuperado de file:///C:/Users/Lisi.DESKTOP-11ELKRI/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Dialnet-EvaluacionConMicroscopiaElectronicaDeLaRemocionDeB-5802919%20(1).pdf
- Castro, H; Morales, V; Castro, G; Peraza, F; Morgan, F; Verdugo, L; López, O. (2015). Eficacia de dos marcas comerciales de quelante para la remoción de la capa residual. *Oral.* 16(52), 1274-1278. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2015/ora1552c.pdf>
- Clavera, T; Chaple, A; Miranda, J; Álvarez, J. (2015). Algunos indicadores bibliométricos referidos a la endodoncia, presentes en revistas médicas cubanas. *Revista Cubana de Estomatología.* 52(4), 1-5. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072015000400002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072015000400002)
- Dikmen, B; Tarim, B. (2018). The effect of endodontic irrigants on the microtensile bond strength of different dentin adhesives. *Niger J Clin Pract.* 21(3), 280-286. doi: 10.4103/njcp.njcp\_282\_17.
- Eliot, C; Hatton, J; Stewart, G, Hildebolt, C, Gillespie, J; Gutmann, J. (2013). The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an ex vivo study. *odontology. J Endod.* 102(2), pp.6-7. doi: 10.1007/s10266-012-0102-1.

- García, A; Martín, J; Castellanos, L; Martín, M; Segura, J. (2014). Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. *Avances en Odontología*. 30(2), 213-285. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852014000200004](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852014000200004)
- Garza, C; Zapata, J; López F; Olivares P. (2015). "Efectividad en la eliminación de capa residual en el tercio apical de los conductos radiculares." *Revista Mexicana de Estomatología*. 2(3), 1-8. Recuperado de: <file:///C:/Users/laboratorio/Downloads/39-220-1-SM.pdf>
- Gudiño, C; Monar, J. (2016). Estudio experimental comparativo in vitro de la eliminación del barrillo dentinario en el tercio apical entre Qmix y EDTA 17% con activación ultrasónica pasiva. *Odontología Investigacion*. 1-11. Recuperado de: [https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/odontoinvestigacion/Documents/odontoinvestigacion\\_n004/oi\\_004\\_001.pdf](https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/odontoinvestigacion/Documents/odontoinvestigacion_n004/oi_004_001.pdf)
- Herrera, D; Santos, Z; Tay, L; Silva, E; Loguercio, A; Gomes, B. (2013). Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microscopy Research and Technique*. 76(4), 364–369. doi:10.1002/jemt.22175.
- Jimna, M., Ashwini, T., & Sowmya, H. (2017). Comparison and evaluation of two reciprocating root canal instruments on removal of smear layer by using two irrigants at apical one-third of the root canal-an ex vivo-scanning electron microscopic study. *Journal of Conservative Dentistry*. 20(6), 451- 458. doi: 10.4103/JCD.JCD\_374\_16.
- Kalluru, R. (2014). Comparative Evaluation of the Effect of EDTA, EDTAC, NaOCl and MTAD on Microhardness of Human Dentin – An In-vitro

Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. pp.40-41. doi:10.7860/jcdr/2014/8386.4263

Karade, P; Johnson, A; Baeten, J; Chopade, R; Hoshing U. (2018). Smear Layer Removal Efficacy Using EndoActivator and EndoUltra Activation Systems: An Ex Vivo SEM Analysis. *Compend Contin Educ Dent*. 39(4). Recuperado del 12 de marzo del 2018 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29600868>

Kim, H; Zhu, Q; Baek, S; Jung, I; Son, W; Chang, S; Lee, W; Gu, Y; Lee, Y; Hong, S; Bae, K; Kim, J; Cho, K; Kum, K. (2012). Chemical Interaction of Alexidine and Sodium Hypochlorite. *JOE*. 38(1), 112-116. Recuperado de <file:///C:/Users/RAQUEL%20AGUIRRE/Downloads/articulo%202%20alexidina%20e%20hipoclorito%20de%20sodio.pdf>

Lima, M. (2009). Endodoncia de la Biología a la Técnica. AMOLCA. Venezuela.

Martinelli, S; Strehl, A; Mesa, M. (2012). Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. *Odontoestomatología*. 14(19), 1-12. Recuperado de [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-93392012000100006](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392012000100006)

Paredes, J; Gradilla, I; Mondaca, J; Jimenez, J; Manriquez, M. (2015). Sistema Endovac en endodoncia por medio de presión apical negativa. *Revista ADM*. 30-35. Recuperado de <https://docplayer.es/38716988-Sistema-endovac-en-endodoncia-por-medio-de-presion-apical-negativa.html>

Pinheiro, S; da Silva, C; da Silva, L; Cicotti, M; Bueno, C; Fontana, C; Pagrion, L; Dalmora, N; Daque, T; de Ampos, F. (2018). Antimicrobial efficacy of 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and ozonated water as irrigants in mesiobuccal root canals with severe curvature of mandibular molars. *Eur J Dent.* 12(1), 94-99. doi: 10.4103/ejd.ejd\_324\_17.

Prieto, S; Cortés, C; Gamboa, L; Niño, J. (2015). Análisis teórico de limas endodónticas. *Universitas Odontológica*, 34(73). Recuperado del 28 de abril del 2028 en <https://search.proquest.com/openview/3e35f2bae083dbe0687456e111481689/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2041158>

Ribeiro, E; Silva, S; Souza, G; Sousa, N; Lorencetti, K; Silva, S. (2012). Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Microsc Res Tech.* 75(1), pp.781-90. doi: 10.1002/jemt.21125.

Rivas, R. (2018). TECNOLOGÍA APLICADA A LA ENDODONCIA. Sección 5: Rayo láser. *UNAM.* 1-2. Recuperado de <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/tecnologia5.html>

Silva, P; Das Rodes, E; Tartari, R; Pinheiro, T; Tuji, M. (2014). EFECTOS DEL HIPOCLORITO DE SODIO ASOCIADA EDTA Y ETIDRONATO EN TRANSPORTE APICAL DE LA RAÍZ. *Revista internacional de endodoncia.* 3(1), 4720-4725. Recuperado de [file:///G:/New%20folder/EFECTOS\\_DEL\\_HIPOCLORITO\\_DE\\_SODIO\\_A\\_SOCIAD.pdf](file:///G:/New%20folder/EFECTOS_DEL_HIPOCLORITO_DE_SODIO_A_SOCIAD.pdf)

Soares, I & Goldberg, F. (2012). Endodoncia, técnica y fundamentos. Editorial Medica Panamericana. Segunda Edición. Buenos Aires, Argentina.

- Silva, P; Das Rodes, E; Tartari, R; Pinheiro, T; Tuji, M. (2014). EFECTOS DEL HIPOCLORITO DE SODIO ASOCIADA EDTA Y ETIDRONATO EN TRANSPORTE APICAL DE LA RAÍZ. *Revista internacional de endodoncia*. 3(1),4720-4725. Recuperado de file:///G:/New%20folder/EFECTOS\_DEL\_HIPOCLORITO\_DE\_SODIO\_A SOCIAD.pdf
- Swanljung, O; Vehkalahti, M. (2018). Root Canal Irrigants and Medicaments in Endodontic Malpractice Cases: A Nationwide Longitudinal Observation. *J Endod*. 44(4), 559-564. doi: 10.1016/j.joen.2018.01.003.
- Tay, F. (2010). The effect of 2-year and 3-year accelerated aging on the efficacy of QMix to remove canal wall smear layers. *J Endod*, pp.25-27.
- Tous, P; Garcia, S; Covo, E; Fang, L. (2017). Cambios histomorfométricos en dentina al utilizar biomodificadores radiculares. *Univ Odontol*. 36(76), 22-28. Recuperado el 5 de noviembre del 2018 de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.uo36-76.chdb>
- Zehnder, M; Paqué, F. (2011). Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *Endodontic Topics*. 19(1), 58-73. Recuperado de file:///C:/Users/RAQUEL%20AGUIRRE/Downloads/articulo%201.pdf
- Zhou, H; Li, Q; Wei, L; Huang, S; Zhao, S. (2017). A Comparative Scanning Electron Microscopy Evaluation of Smear Layer Removal with Chitosan and MTAD. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 21(1), 76-80. doi: 10.4103/1119-3077.224798.

