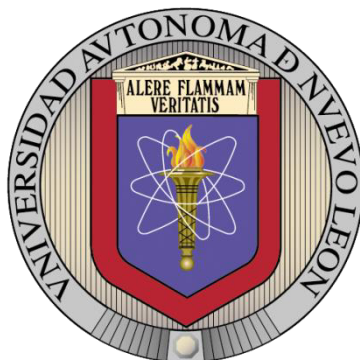


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%
EN EL TERCIO APICAL DE RAÍCES MESIALES MANDIBULARES
UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN,
UN ESTUDIO IN VIVO”**

POR

SANDRA SOFÍA VALDÉS LUNA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ENDODONCIA

DICIEMBRE 2016

MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ENDODONCIA

**EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%
EN EL TERCIO APICAL DE RAÍCES MESIALES MANDIBULARES
UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN,
UN ESTUDIO IN VIVO.**

Comité de Tesis

Dra. Idalia Rodríguez Delgado ▪ UANL

Directora de Tesis

Dr. Jorge Jaime Flores Treviño ▪ UANL

Co-Director de Tesis

Dr. Jorge Vera ▪ Universidad de Tlaxcala

Asesor Metodológico Externo

Dra. Elizabeth Madla Cruz ▪ UANL

Asesora Metodológica

Dr. Gustavo Israel Martínez González ▪ UANL

Asesor Estadístico

MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ENDODONCIA

**EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%
EN EL TERCIO APICAL DE RAÍCES MESIALES MANDIBULARES
UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN,
UN ESTUDIO IN VIVO.**

C.D.M.S. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO
COORDINADOR DEL POSGRADO DE ENDODONCIA

C.D.M.E.O. SERGIO EDUARDO NAKAGOSHI CEPEDA PhD
SUBDIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%
EN EL TERCIO APICAL DE RAÍCES MESIALES MANDIBULARES
UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN,
UN ESTUDIO IN VIVO.**

APROBACIÓN DE LA TESIS

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACIÓN Y
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA LA MISMA; COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA.

HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO

**Dr. Jorge Jaime Flores Treviño
PRESIDENTE**

**Dra. Idalia Rodríguez Delgado
SECRETARIO**

**Dr. Gustavo Israel Martínez González
VOCAL**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, por ser quien me guía y por darme fuerza para superar los obstáculos y dificultades.

A mis padres, Sergio Valdés y Sandra Luna, por confiar y creer en mí, por ayudarme a cumplir mis sueños, por todo su valioso esfuerzo, por su amor y consejos.

A mi prometido, Arturo De La Garza, por creer en mis ideales y en mis capacidades, por ayudarme a superar cada reto y aprender junto a mí, por toda su paciencia, amor y motivación.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, muy especialmente a mí querido Posgrado de Endodoncia, por abrirme sus puertas y haberme hecho sentir siempre como en casa.

Al Dr. Jorge Jaime Flores Treviño, coordinador de nuestro posgrado, a quién respeto y admiro, y que además tengo la dicha de que sea padrino de mi generación. Gracias por ofrecerme sus conocimientos y consejos, también por inculcar en mí la responsabilidad y rigor académico, sin los cuales no podría tener una formación completa.

A la Dra. Idalia Rodríguez Delgado, directora de mi tesis, por permitirme recurrir a su capacidad y conocimiento, por orientarme y motivarme, así como por su interés en esta investigación.

Al Dr. Jorge Vera Rojas, a la Dra. Elizabeth Madla Cruz y al Lic. Gustavo Israel Martínez, por sus valiosas sugerencias y por su apreciable ayuda cada vez que surgía una duda.

Al Dr. Juan Manuel Solís Soto y a la Dra. Mayra Guadalupe Martínez García por la revisión minuciosa del presente escrito en incontables ocasiones.

A todos mis maestros del posgrado, en especial al Dr. Alan Tijerina Carretero, quien se ofreció a ayudarme a conseguir material para realizar este proyecto y a la Dra. Mónica Mayela Tassía Santos por ser de gran ayuda en el análisis radiográfico.

Al CONACYT por el apoyo económico para la realización de mis estudios y de este trabajo.

A PAICYT por el apoyo económico para la realización de mi proyecto de investigación.

A la compañía SybronEndo, quien contribuyó con equipo e instrumental para la realización de este estudio.

Finalmente agradezco a todos mis queridos compañeros del posgrado, especialmente a mis hermanos de generación EndoPi, por ser parte de mi equipo de trabajo, por su amistad, apoyo y por su toda su cooperación para que pudiera concluir este trabajo.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, Sergio Valdés y Sandra Luna, a mi hermano, Iván Valdés y a mi prometido, Arturo De La Garza; con quienes comparto esta dicha y a quienes agradezco el haberme motivado a lo largo de estos dos años. Gracias por su apoyo incondicional, lo logramos!

ÍNDICE

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HIPÓTESIS.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. ANTECEDENTES.....	4
4.1 El irrigante ideal.....	5
4.2 Soluciones Irrigantes.....	6
4.2.1 Solución Dakin- Carrel.....	6
4.2.2 Hipoclorito de Sodio.....	7
4.2.3 Gluconato de Clorhexidina.....	8
4.2.4 Agentes Quelantes.....	9
4.3 Técnicas de irrigación en endodoncia.....	10
4.3.1 Irrigación convencional.....	10
4.3.2 Técnicas de irrigación activas manuales.....	11
4.3.3 Técnicas de irrigación asistidas por máquinas.....	12
4.3.4 Instrumentos que provocan presiones alternadas.....	14
5. MARCO DE REFERENCIA.....	16
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
7. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
8. RESULTADOS.....	23
9. DISCUSIÓN.....	25
10. CONCLUSIONES.....	28
11. RECOMENDACIONES.....	29
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

RESUMEN

Nombre: Sandra Sofía Valdés Luna

Fecha de Graduación: 7 de Diciembre de 2016

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Odontología

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia

Páginas: 40

Título del Estudio: Evaluación del Alcance del Hipoclorito de Sodio al 5.25% en el Tercio Apical de Raíces Mesiales Mandibulares Utilizando Diferentes Técnicas de Irrigación, Un Estudio In Vivo.

INTRODUCCIÓN: Entre los objetivos en la preparación de los conductos radiculares durante la endodoncia está la eliminación del tejido pulpar vital o necrótico y sus remanentes. Esto incluye dos procedimientos: la conformación mecánica por medio de instrumentos y el uso de soluciones irrigantes. Esta limpieza no puede ser completada por la instrumentación por sí sola, por lo que es necesario conocer qué sistema de irrigación es el más eficaz para limpiar las partes del conducto radicular que no han sido alcanzadas por los instrumentos. **OBJETIVO:** Evaluar cuál método de irrigación (convencional, activación ultrasónica y sistema EndoVac) es más efectivo para lograr que el hipoclorito de sodio alcance el tercio apical de los conductos radiculares. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Se utilizaron las raíces mesiales de 20 molares inferiores que tuvieran los conductos separados en todo el eje longitudinal de la raíz. Todos los conductos fueron instrumentados hasta la lima SM3 (#35/.04) del sistema TF-Adaptive, utilizando NaOCl al 5.25% durante la irrigación. Después de la conformación final se irrigó con una solución previamente elaborada de 1:1 de NaOCl al 5.25% y Ioditrast M60 (medio de contraste), se prosiguió a realizar cada una de las técnicas de irrigación (convencional, activación ultrasónica y sistema EndoVac). Se tomaron radiografías digitales después de cada técnica realizada, las cuales fueron evaluadas por 2 expertos en la especialidad de endodoncia. Los resultados fueron analizados mediante la prueba estadística chi cuadrada con un nivel de confianza del 95%. **RESULTADOS:** Con respecto a la presencia de la solución irrigante en el tercio apical de los conductos se observó que el sistema EndoVac fue el que presentó mayor alcance (60%), seguido de la activación ultrasónica (50%), así mismo se comprobó que la irrigación convencional fue la que tuvo menor alcance (20%). **CONCLUSIÓN:** No hubo diferencia estadísticamente significativa entre la activación ultrasónica y el sistema EndoVac, sin embargo clínicamente este último logró llevar la solución al tercio apical en un mayor número de conductos.

Director de Tesis: PhD Idalia Rodríguez Delgado

Co-Director de Tesis: C.D. MS. Jorge Jaime Flores Treviño

ABSTRACT

Name: Sandra Sofía Valdés Luna

Graduation Date: December 7, 2016

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Odontología

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia

Pages: 40

Study Title: Evaluation of 5.25% Sodium Hypochlorite Reach in the Apical Third of Mesial Mandibular Roots Using Different Irrigation Techniques, An In Vivo Study.

INTRODUCTION: The elimination of vital or necrotic pulp tissue and its remnants is one of the objectives in the preparation of the root canals during root canal treatment. This includes two procedures: the mechanical conformation by means of instruments and the use of irrigating solutions. This cleaning can't be completed by instrumentation alone, so it is necessary to identify which irrigation system is most effective for cleaning parts of the root canal that have not been reached by the instruments. **OBJECTIVE:** Evaluate which irrigation method (conventional, ultrasonic activation and EndoVac system) is most effective for delivering sodium hypochlorite into the apical third of the root canal system. **MATERIALS AND METHODS:** Mesial roots of 20 lower molars with separate conducts along the entire longitudinal axis of the root were used. All conducts were instrumented up to the SM3 file (# 35/.04) of the TF-Adaptive system, using 5.25% NaOCl during irrigation. After the final conformation, all the conducts were irrigated with a previously prepared solution of 1: 1 5.25% NaOCl and Ioditrac M60 (contrast medium), then the irrigation techniques were performed (conventional, ultrasonic activation and EndoVac system). Digital radiographs were taken after each technique, which were evaluated by 2 experts in the endodontic specialty. The results were analyzed using the chi-square statistical test with a confidence level of 95%. **RESULTS:** Regarding the presence of the irrigating solution in the apical third of the conducts, it was observed that the EndoVac system presented the greatest range (60%), followed by ultrasonic activation (50%), the conventional irrigation was the one that had less reach (20%). **CONCLUSIONS:** There was no statistically significant difference between the ultrasonic activation and the EndoVac system; however the EndoVac system clinically showed to deliver the solution into the apical third in a larger number of conducts.

Director de Tesis: PhD Idalia Rodríguez Delgado

Co-Director de Tesis: C.D. MS. Jorge Jaime Flores Treviño

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos en la preparación de los conductos radiculares durante la terapia endodóntica es la eliminación del tejido pulpar vital o necrótico y sus remanentes. Esto generalmente incluye dos procedimientos: la instrumentación mecánica por medio de instrumentos y el uso de soluciones irrigantes. Es bien sabido que esta limpieza no puede ser completada por la instrumentación por sí sola, por lo que es necesario conocer qué sistema de irrigación es el más eficaz para limpiar las partes del conducto radicular que no han sido alcanzadas por los instrumentos.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es la solución irrigante más utilizada. Su penetración al tercio apical de los conductos radiculares es influenciada no sólo por la anatomía interna de la pieza, sino también por la forma en que es llevado al conducto, el volumen de la solución, sus propiedades físicas y químicas y por la presencia de burbujas de aire.

Gracias a diversas investigaciones existentes conocemos que los conductos radiculares presentan diversas variedades anatómicas. La liberación de este irrigante en el tercio apical en suficiente cantidad y concentración es de suma importancia debido a que en esta zona se pueden presentar ramificaciones, deltas y aletas, donde los microorganismos pueden sobrevivir y colonizar el tejido orgánico y la dentina, así como recibir nutrientes de los tejidos periradiculares para después liberar sus bioproductos asociados al desarrollo de la periodontitis apical.

Es por esto que se debe de analizar si por sí solo es capaz de penetrar al tercio apical, ó si necesita la ayuda de algún sistema de irrigación, que por medio de su acción, pueda llegar a penetrar en todas las irregularidades y espacios del conducto radicular.

2. HIPÓTESIS

El hipoclorito de sodio tiene mejor alcance en el tercio apical de los conductos radiculares con el sistema EndoVac que con la técnica convencional y la activación ultrasónica.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar el alcance del hipoclorito de sodio al 5.25% al tercio apical con el uso de tres técnicas de irrigación endodóntica: irrigación convencional, activación ultrasónica y sistema EndoVac.

3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar el alcance del hipoclorito de sodio al tercio apical con la técnica de irrigación convencional.
2. Identificar la eficacia de activación ultrasónica.
3. Determinar la efectividad del sistema EndoVac como método de irrigación.
4. Contrastar los resultados obtenidos.

4. ANTECEDENTES

El principal objetivo del tratamiento endodóntico es la prevención o tratamiento de la periodontitis apical, mediante la prevención o eliminación de la infección microbiana del sistema de conductos radiculares. La remoción de remanentes de tejido pulpar, microorganismos así como toxinas bacterianas del sistema de conductos; es esencial para el éxito de la terapia endodóntica, y es ampliamente aceptado que la forma para lograrlo se basa en la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares (Vera et al., 2012).

Diversos microorganismos pueden invadir los túbulos dentinarios. El *Enterococcus faecalis* es un anaerobio facultativo grampositivo que frecuentemente se encuentra en dientes con necesidad de tratamiento endodóntico. Su habilidad de adherirse a la dentina, invadir los túbulos dentinarios y formar biofilms contribuye a su resistencia hacia las soluciones irrigantes y medicamentos intraconducto (Du et al., 2014)

Numerosos estudios han demostrado que los métodos biomecánicos y quimiomecánicos que se utilizan actualmente para la preparación del conducto radicular, no limpian por completo todo el sistema de conductos radiculares (Baumgartner y Mader., 1987)

Los procedimientos de instrumentación, irrigación y obturación pueden provocar una respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales, por lo tanto debemos encaminar el tratamiento endodóntico hacia la completa reparación o regeneración periapical mediante la eliminación del mayor número de factores que propician y mantienen estos estados inflamatorios, procurando un buen desbridamiento de los conductos radiculares, una correcta irrigación, tratando que la medicación intraconducto cuando fuese necesaria cree un ambiente favorable para la reparación periapical, y una obturación radicular del conducto instrumentado que evite la filtración de los elementos periapicales al interior del mismo (Hilú y Balandrano., 2009).

Para poder lograr con éxito los objetivos anteriores es preciso conocer la anatomía externa e interna de la pieza a tratar. El conocimiento de la anatomía externa nos permitirá abordar con éxito la primera fase de nuestro tratamiento, la apertura. El conocimiento de la anatomía interna es fundamental para reducir las posibles sorpresas a

la hora de realizar el tratamiento, ya que son muchas las variaciones que nos podemos encontrar en cuanto al número y disposición de los conductos, presencia de istmos, conductos laterales, conductos recurrentes, deltas apicales (Alonso et al., 2010).

La complejidad de la anatomía del conducto radicular hace que la conformación completa y la limpieza del sistema de conductos sea difícil; istmos, curvaturas y otras irregularidades dentro del conducto radicular a menudo albergan el tejido, los microorganismos y los desechos después de la instrumentación (Castelo-Baz et al., 2012).

La finalidad de la conformación del conducto es remover la dentina infectada y facilitar que el irrigante llegue satisfactoriamente al tercio apical de la raíz, mientras se mantiene patencia del conducto radicular entero y preservando la integridad del diente. Sin embargo la instrumentación debe ser combinada con una irrigación adecuada para completar el proceso de limpieza y desinfección y reducir la carga microbiana dentro del sistema de conductos. (de Gregorio et al., 2010).

Idealmente, los irrigantes de los conductos radiculares deben disolver tejido orgánico, matar microorganismos, destruir sus bioproductos y remover la capa de barrillo dentinario. Para lograr estos objetivos, debe de existir un sistema de irrigación efectivo que llegue a la longitud de trabajo. Tal sistema de irrigación debe tener el flujo y el volumen adecuado de irrigante a la longitud de trabajo, para ser eficaz en el desbridamiento de los conductos radiculares sin forzar la solución en tejidos perirradiculares (Nielsen y Baumgartner., 2007).

4.1 Irrigante Ideal

En 1677 Van Leuwenhoek describió la existencia de microorganismos en los “huecos de las raíces” de los dientes, observados a través de su microscopio; iniciando el concepto de patología pulpar y dando pase así, a la época de los cultivos y aislamiento de microorganismos, encontrando principalmente cocos, bacilos y espirilos (Gaspar-Zevallos, 2013).

Se ha sugerido que la eliminación completa de la biopelícula de las paredes del conducto radicular mediante irrigantes mejora la penetración del sellador y de la gutapercha en los túbulos dentinarios. Cualquier falla en la adhesión puede resultar en la microfiltración, que es el paso de bacterias, fluidos y sustancias químicas entre la raíz y los materiales de obturación (Shetty et al., 2013).

La irrigación permite limpiar más allá de lo que hayamos llegado con la instrumentación solamente. La efectividad química y mecánica del sistema de irrigación depende de su habilidad para llevar el irrigante al tercio apical y a regiones que no han sido instrumentadas del conducto (Abarajithan et al., 2011).

Actualmente numerosos productos son utilizados como irrigantes endodónticos como el hipoclorito de sodio, el gluconato de clorhexidina y el suero. Cada uno tiene propiedades diferentes y diversos estudios han comparado su efecto antimicrobiano, propiedades químicas y su biocompatibilidad (Gomes-Filho et al., 2008).

El irrigante ideal ha sido descrito como sistémicamente no tóxico, no cáustico a los tejidos periodontales, teniendo poco potencial de causar una reacción anafiláctica, que posee un amplio espectro antimicrobiano, capaz de disolver tejido pulpar, la inactivación de endotoxinas, y, o bien la prevención de la formación de una capa de biopelícula o disolviendo una vez que se ha formado (Gopikrishna et al., 2013).

4.2 Soluciones Irrigantes

A través de los años se han propuesto diferentes soluciones de irrigación, entre las más utilizadas se encuentran:

4.2.1 Solución de Dakin-Carrel

Fue elaborada por Henry Dakin y Alexis Carrel y consistía de Hipoclorito Sódico (0,45% al 0,5%) y Ácido Bórico (4%). Era útil para limpiar y combatir la infección de heridas en la Primera Guerra Mundial, tenía gran actividad bactericida sin causar daño a

los tejidos, ni dificultad para la cicatrización de las heridas. Desafortunadamente, la baja estabilidad de la solución, el dificultoso método de preparación, así como también los grandes volúmenes requeridos, hicieron que el método perdiera vigencia, además de la insistencia en que la solución era tóxica (Antunovic et al., 2013).

4.2.2 Hipoclorito de Sodio

El hipoclorito de sodio fue inventado en el año 1748 por Berthollet. Inicialmente el hipoclorito era usado como un agente blanqueador, posteriormente en el siglo XIX se empezó a utilizar como desinfectante, pero no fue hasta 1920 que comenzó a usarse como irrigante principal en endodoncia (Zehender., 2006).

Los expertos recomiendan el uso simultáneo de sustancias desmineralizantes para eliminar de la superficie del conducto radicular un barrillo dentinario post-instrumentación y por tanto mejorar la limpieza de áreas de difícil alcance (Martin et al., 2014)

Debido a sus características antibacterianas y a sus propiedades químicas el hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones es la sustancia de elección alrededor del mundo. Se sabe que a mayores concentraciones de esta solución, va a ser mejor su poder de disolución de tejidos y su capacidad de desactivar productos tóxicos a lo largo del sistema de conductos. Sin embargo, su citotoxicidad también será mayor cuando esté contacto con los tejidos periapicales (Yamazaki et al., 2010).

Las soluciones de hipoclorito de sodio cumplen con 2 objetivos de la irrigación de los conductos radiculares: la disolución de los restos pulpares y desinfección de los conductos. Como son irritantes para el tejido conectivo sano, es importante minimizar su paso al espacio periodontal para evitar efectos indeseables (Canalda et al., 2009).

Aunque el hipoclorito de sodio permanece como estándar de oro como resultado de su efecto antimicrobiano y su propiedad de desolución de tejido, este no tiene efecto en las porciones inorgánicas de la biopelícula. Por lo tanto se utiliza en conjunto con el Ácido

Etilendiaminotetracético (EDTA) el cual actúa en la biopelícula inorgánica formada en los conductos radiculares instrumentados (Singh et al., 2014).

4.2.3 Gluconato de Clorhexidina

La Clorhexidina (CHX) es una biguanida catiónica que se absorbe a la pared celular de microorganismos y causa la fuga de los componentes intracelulares y es efectiva contra bacterias Gram+ y Gram-. Este irrigante se ha utilizado para reducir la carga bacteriana y es capaz de absorberse a las paredes de la dentina, produciendo un efecto antimicrobiano duradero de hasta 48 horas, conocido como sustantividad (Khademi et al., 2014).

Esta solución es ampliamente utilizada en el área de Periodoncia debido a su actividad antibacteriana y se ha propuesto como irrigante y medicamento intraconducto en el área de Endodoncia. (van der Vyver et al., 2014).

Puede ser manejada en dos consistencias, líquido y gel, las cuales son usadas a diferentes concentraciones. Se ha demostrado que al usarse al 2% durante el tratamiento de conductos su efecto antimicrobiano dura por lo menos 72 horas después del procedimiento. La clorhexidina es probablemente el agente antimicrobiano más efectivo en la cavidad oral ya que tiene propiedades bacteriostáticas y bactericidas (Kovac y Kovac., 2011). También se sugiere su uso a esta concentración para casos de retratamiento endodóntico (Aslantas et al., 2014).

Se ha comprobado que la combinación del NaOCl con la CHX lleva a la formación de un precipitado anaranjado. La presencia de paracloroanilina (PCA) en este precipitado ha sido demostrada por diversos estudios y existe una preocupación por los efectos nocivos de este precipitado; como su citotoxicidad y la microfiltración (Homayouni et al., 2014).

4.2.4 Agentes Quelantes

Se ha propuesto el uso de estos agentes para la eliminación de la capa de barrillo dentinario producida durante la instrumentación. Esta estructura delgada y amorfa presenta componentes orgánicos e inorgánicos y ocluye los túbulos dentinarios, impide la penetración de irrigantes, medicamentos intraconducto y materiales de obturación (Niu et al., 2002).

Ostby introdujo el ácido etilendiaminotetracético en el área de endodoncia en 1957 y recomendó su uso en una solución con pH de 7.3, es la solución quelante más utilizada ya que reacciona con los iones de calcio en la dentina y forma quelatos solubles (Prasad et al., 2014).

Con el paso de los años se han agregado detergentes a este quelante para aumentar la penetración en la dentina de esta solución, facilitando el secado completo de toda la pared del conducto radicular (Turker et al., 2012).

Estos detergentes incrementan el potencial bactericida y de limpieza, a esta composición se le llamó EDTAC (Von der Fehr y Nygaard-Ostby 1963). El compuesto cuaternario de amonio (detergente) tenía el propósito de reducir la tensión superficial del irrigante y facilitar la lubricación del conducto radicular, y por lo tanto incrementar la habilidad del quelante para penetrar en la dentina (Hülsmann et al., 2003).

La quitación de iones calcio de la dentina y del barrillo dentinario por parte del EDTA también es utilizada en endodoncia para la mejor preparación biomecánica de los conductos para conseguir su ensanchamiento químico de manera sencilla y para facilitar la localización de conductos estrechos (Segura et al., 1997).

Numerosos estudios han demostrado que el EDTA es un agente antibiofilm que puede reducir la secreción de vesículas que contienen polisacáridos, interrumpiendo así la formación normal de las biopelículas (Robertson et al., 2012).

Un método sugerido para quitar la capa de barrillo dentinario consiste en impregnar el conducto radicular con EDTA al 17% por un minuto después de la instrumentación final para remover los componentes inorgánicos (Beach., 2014).

4.3 Técnicas de Irrigación en Endodoncia

El grado de penetración de los irrigantes en el tercio apical es influenciado por diversos factores como la preparación apical final, la patencia apical, el volumen del irrigante, las propiedades físicas y químicas del irrigante. Otro factor importante es el método de liberación del irrigante (Kara Tuncer y Unal., 2014).

Jeringas tradicionales y agujas de metal de diferentes tamaños y diseños, han sido utilizadas para liberar el irrigante en los conductos radiculares, debido a que se ha comprobado que este método por sí sólo no es eficaz, se han desarrollado diferentes técnicas y dispositivos mecánicos para mejorar aún más la efectividad de la irrigación. Las técnicas y dispositivos se han clasificado en manuales y asistidos por máquinas (Capar y Ari Aydinbelge., 2014).

4.3.1 Irrigación Convencional

La técnica de irrigación con jeringa fue considerada durante muchos años un método eficiente para llevar el irrigante al conducto radicular antes de la llegada de la irrigación ultrasónica pasiva (van der Sluis et al., 2006).

La técnica de irrigación convencional, también llamada irrigación pasiva, consiste en depositar el irrigante mediante una jeringa con agujas de diversos calibres ya sea de forma pasiva o con agitación, introduciendo y retirando gentilmente la aguja en el conducto radicular. Algunas de las agujas han sido diseñadas para tener una salida lateral y permitir que el irrigante fluya desde su parte final hacia distal, algunas otras tienen un diseño cerrado en su punta con una salida lateral u otras con varios orificios laterales, con la finalidad de que el irrigante no sea extruido hacia los tejidos periapicales. (Vera et al., 2012).

Es importante recalcar que la aguja debe permanecer holgada al depositar el irrigante en el conducto radicular para permitir el correcto flujo de la solución así como la salida

hacia coronal del líquido con detritus (van der Sluis et al., 2006).

De cualquier manera, la acción mecánica creada en los fluidos por la jeringa convencional es relativamente débil, ya que después de utilizar esta técnica de irrigación hay extensiones o irregularidades del conducto radicular imposibles de acceder, impidiendo una correcta limpieza del conducto (Wu y Wesselink., 2001). Otra desventaja de este sistema de acuerdo a varios reportes es que, la solución sólo profundiza 1 mm más allá de la punta de la aguja (Vera et al., 2012).

Algunos factores que pueden mejorar esta técnica de irrigación son: mayor proximidad de la aguja con el tercio apical radicular, mayor diámetro de los conductos, mayor volumen del irrigante y agujas de menor calibre, las cuales pueden penetrar más profundamente en el conducto radicular, lo que a la vez puede volverse contraproducente, porque se incrementa el riesgo de extruir el irrigante hacia los tejidos periapicales (Sedgley et al., 2005). Aunque los accidentes de NaOCl no son comunes, estos crean daño severo y diversas medidas deben ser utilizadas para prevenir estas complicaciones, como establecer una longitud de trabajo adecuada, evitar el enclavamiento de la aguja, no emplear presión excesiva o utilizar concentraciones más bajas del irrigante (Valdés et al, 2016).

4.3.2 Técnicas de irrigación activas manuales

Irrigación manual dinámica

Varios investigadores han mostrado que el uso de un cono de gutapercha bien adaptado a un conducto previamente instrumentado con un movimiento gentil hacia dentro y fuera del conducto aproximadamente 2 mm, puede producir un efecto hidrodinámico y mejorar el desplazamiento e intercambio de los irrigantes apicalmente en comparación con la irrigación estática o pasiva (McGill et al., 2008).

La mayor eficacia de la irrigación manual dinámica se puede lograr con un cono de gutapercha que se adapte bien al conducto generando diferentes grados de presión intraconducto y repartiendo mejor el irrigante hacia zonas que no han sido tocadas (Huang et al., 2008). La irrigación manual dinámica es por todo lo anteriormente mencionado un método simple y eficiente a muy bajo costo.

Lima de pasaje

Una alternativa para conseguir que el irrigante alcance el tercio apical es la utilización de la técnica "lima de pasaje", la cual consiste en utilizar una lima de bajo calibre, flexible, que se moverá de forma pasiva a través del término del conducto radicular sin agrandar la constricción apical. El instrumento se lleva 1 mm más allá de la longitud de trabajo permitiendo una mejor limpieza del tercio apical radicular debido probablemente a su influencia en la penetración del irrigante a esa zona (Tsesis et al., 2008).

Aunque su uso sigue siendo un tema de controversia, hay estudios que demuestran que el uso de la lima de pasaje no produce un aumento en la incidencia, grado, ni duración de dolor postendodóntico y que, realizado mediante el uso de limas # 08 o #10, no produce transporte del conducto radicular a nivel apical (Sánchez et al., 2010).

4.3.3 Técnicas de Irrigación Asistidas por Máquinas

Irrigación sónica

Tronstad fue el primero en reportar el uso de un instrumento sónico en endodoncia en 1985 (Tronstad et al, 1985). La mayoría de los sistemas actuales utilizan puntas suaves de plástico de diferentes tamaños, las cuales son activadas por una pieza de mando a una frecuencia sónica (Ruddle., 2008).

Un ejemplo de este tipo de sistemas es el EndoActivator el cual consiste en una pieza de mano portátil con tres tipos de puntas de polímero desechables de diferentes tamaños.

Las puntas están diseñadas para ser fuertes, flexibles y no romperse fácilmente. Tienen una superficie suave, por lo que no cortan la dentina. La punta vibradora en combinación con el movimiento hacia dentro y hacia afuera del conducto radicular produce un fenómeno hidrodinámico (Vera et al., 2012). También puede realizarse con alambres lisos, insertos de plástico, instrumentos endodónticos o agujas de irrigación activadas (Macedo et al., 2014).

Una posible desventaja de este sistema es que las puntas de polímero son radiolúcidas, si llegan a romperse puede ser difícil encontrarlas dentro del conducto radicular y, en la mayoría de los estudios publicados, su acción de limpieza se ha reportado inferior a la lograda por la irrigación ultrasónica pasiva (Paragliola et al., 2010) (Al.Jadaa et al., 2009).

Activación Ultrasónica

Los aparatos ultrasónicos fueron ampliamente utilizados en periodoncia antes de que Richman los introdujera a la endodoncia en 1957. En 1980 se diseñó por Martin y cols. una unidad ultrasónica para uso endodóntico (Martin et al., 1980).

Comparado con la energía sónica, la energía del ultrasonido produce altas frecuencias pero bajas amplitudes (Walmsley y Williams., 1989).

Su forma de operar es en una oscilación transversa, creando un patrón característico de nodos y antinodos en toda su longitud (van der Sluis et al., 2007).

El uso de sistemas ultrasónicos como auxiliares en la irrigación era conocido como irrigación ultrasónica pasiva, fue introducido por primera vez por Weller y cols. para describir un tipo de irrigación en donde no se involucraba la instrumentación así como ningún contacto de las paredes dentinarias con la lima o instrumento utilizado (Jensen et al., 1999).

Con esta tecnología no cortante, la posibilidad de crear defectos en el conducto radicular fue reducida. Durante la activación ultrasónica la energía es transmitida de una lima o

cable oscilante hacia el irrigante dentro del conducto radicular por las ondas ultrasónicas. Esto último produce ondas acústicas y cavitación en el irrigante (Ahmad et al., 1987).

La técnica consiste en depositar el irrigante dentro del conducto radicular por medio de una jeringa, seguido de la activación del irrigante por el sistema ultrasónico, llevando la lima entre 2 o 3 mm antes de la longitud de trabajo, después el conducto radicular es irrigado nuevamente para sacar todos los remanentes que quedan dentro del conducto (Cameron., 1988).

Varios estudios han demostrado que este sistema de irrigación es más efectivo que la irrigación convencional con jeringa y aguja en cuanto a la remoción de remanentes de tejido pulpar, detritus y penetración del irrigante en áreas inaccesibles del sistema de conductos (Lee et al., 2004).

Al comparar la irrigación sónica con la activación ultrasónica, esta última ha demostrado ser más eficiente en la remoción de detritus (Sabins et al., 2003).

En cuanto a la reducción de la carga bacteriana, son varios los estudios que demuestran que el uso de esta técnica después de la instrumentación manual o rotatoria de los conductos radiculares da como resultado una significativa reducción del contaje bacteriano (Spoleti et al., 2003).

Estos resultados pueden deberse a que la alta potencia del ultrasonido provoca deaglomeración de los biofilms bacterianos por medio de la acción de la corriente acústica, la cual puede hacer que las bacterias expuestas sean más susceptibles al efecto bactericida del NaOCl (Bhuva et al., 2010).

4.3.4 Instrumentos que provocan presiones alternadas

Sistema EndoVac

Para la técnica de irrigación mediante presión negativa se emplea el dispositivo EndoVac que presenta una terminación en T, lo que permite realizar al mismo tiempo la irrigación de una notable cantidad de solución irrigadora en la cámara y aspirar en la zona apical mediante la aplicación de vacío a la microcánula. El sistema presenta dos cánulas: la macrocánula, adaptada a una pieza de mano, se utiliza durante toda la preparación del conducto al mismo tiempo que se irriga, su función es remover los residuos y las burbujas de aire que se crean en la hidrólisis de los tejidos, esto se realiza mediante un movimiento longitudinal de 2 mm arriba y abajo (Miller y Baumgartner., 2010).

Después de la utilización de la macrocánula, se introduce una microcánula que es una aguja fina con .32 mm de diámetro, que presenta en la punta 12 agujeros de pequeño calibre y que permiten aspirar partículas de hasta 0,10mm. Se emplea al finalizar la preparación colocando la punta a longitud de trabajo. Para conseguir este objetivo se precisa haber alcanzado un calibre #35/.04 en la porción apical del conducto (Miller y Baumgartner., 2010).

Diversos estudios han comparado la irrigación convencional y otros sistemas de irrigación y estos demuestran que el sistema EndoVac disminuye considerablemente los riesgos asociados a la irrigación (Desai y Himel., 2009).

En varios estudios se menciona que no existe una sola técnica que limpie en su totalidad los conductos radiculares, especialmente en zonas de difícil acceso; sin embargo, diversos estudios han comprobado una mayor eficacia en la limpieza en estas zonas de los conductos cuando se utiliza el sistema Endovac, la irrigación manual dinámica y / o la activación ultrasónica, que con la irrigación convencional por sí sola (Susin et al., 2010).

5. MARCO DE REFERENCIA

Actualmente el hipoclorito de sodio es el irrigante más usado debido a su propiedad de disolver tejido orgánico. La anatomía interna del conducto, la presencia de dentina o tejido pulpar, el método de irrigación (velocidad de flujo, diseño de la aguja, etc) y la agitación del irrigante a través de una técnica activa, son algunos factores que afectan la habilidad del irrigante de penetrar a la parte apical de la raíz. Estudios recientes han demostrado la presencia de burbujas en el tercio apical de la raíz lo cual influye directamente en la eficacia de la irrigación debido a la producción de gas por la reacción del NaOCl con los tejidos orgánicos, lo cual forma las burbujas.

Como bien sabemos, mantener patencia apical con una lima de bajo calibre puede ayudar a prevenir la acumulación de biopelícula en la porción apical de la raíz, así como también a llevar el irrigante al tercio apical comparado con conductos en los que no se ha mantenido patencia apical. Además mantener patencia apical puede reducir significativamente la formación de burbujas de gas en el tercio medio del conducto (Vera et al., 2012).

Un aspecto técnico que también debe ser considerado durante la irrigación es la instrumentación, pues es bien sabido que la penetración del irrigante va en función del diámetro al que fue preparado el conducto. Por lo tanto, cuando se utiliza una aguja de calibre 30, la preparación apical debe ser de 35-40 para asegurar la limpieza en el tercio apical (Zhender., 2006).

Históricamente, la irrigación se ha practicado usando la técnica de presión positiva (irrigación convencional). Sin embargo, la efectividad y seguridad de llevar el irrigante al conducto radicular por este medio ha sido cuestionado.

La activación ultrasónica se introdujo para aumentar la efectividad de la desinfección del conducto radicular por medio de la agitación de la solución irrigante previamente depositada en el conducto. En esta técnica, una punta ultrasónica se activa en el canal a la longitud de trabajo y se mueve pasivamente hacia arriba y hacia abajo. Se ha demostrado que este método reduce significativamente la carga bacteriana de los

conductos radiculares comparada con la irrigación convencional pero aún así no elimina completamente las bacterias del conducto radicular (Munoz y Camacho-Cuadra., 2012).

Recientemente, el uso de técnicas de presión negativa ha reportado mejores resultados. Los sistemas de presión negativa han demostrado llevar el irrigante a porciones apicales del sistema de conductos de una manera segura y efectiva.

EndoVac es un sistema de presión negativa disponible en el mercado, este sistema combina una punta de entrega maestra la cual entrega el irrigante a la cavidad de acceso, mientras que la irrigación en el sistema de conductos se da mediante el uso de macro y micro cánulas para limpiar y desinfectar. (Brunson et al., 2010).

Actualmente son muchos los estudios que han comparado diferentes técnicas de irrigación, la gran mayoría concuerda en que las técnicas actuales son eficaces en la limpieza del tercio coronal del conducto, y mucho menos efectivas en el tercio apical.

En el 2012, Munoz y Camacho Cuadra compararon *in vivo* la penetración del irrigante a longitud de trabajo utilizando la irrigación convencional, la activación ultrasónica y el sistema EndoVac en conductos mesiales de molares mandibulares. Se utilizaron estos conductos debido a sus características anatómicas, ya que la mayoría son conductos angostos, curvos y con una gran incidencia de istmos entre ellos. En base a los resultados del estudio, concluyeron que la activación ultrasónica y el sistema EndoVac son más efectivos que la irrigación convencional para llevar el irrigante a longitud de trabajo.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un proyecto comparativo, abierto, experimental, prospectivo y longitudinal en el que se estudiaron 20 raíces mesiales de 1eras y 2dos molares mandibulares de pacientes que acudieron a realizarse tratamiento endodóntico en el Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, cuyos ápices estuvieran cerrados, cuyas raíces presentaran 2 conductos independientes a todo el eje longitudinal de la raíz y que los conductos midieran de 19-21 mm. Así mismo debían tener buena integridad coronaria, no tener un tratamiento de conductos previo y no ser alérgicos al medio de contraste.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Fase I: Preparación de la Solución de Contraste

Se realizó una mezcla de hipoclorito de sodio al 5.25% con la solución de contraste (Ioditrac M60) en relación 1:1 para obtener la solución irrigante.

Fase II: Estudio Piloto

Se utilizaron 4 órganos dentarios (2 centrales superiores y 2 premolares inferiores), en los cuales se probaron los métodos de irrigación (convencional, activación ultrasónica y el sistema EndoVac) para posteriormente llevar a cabo el estudio *In Vivo*.

Fase III: Diagnóstico e Inclusión de los Pacientes al Estudio.

Se realizó la historia clínica del paciente, el diagnóstico de la pieza y se tomó radiografía inicial periapical e interproximal por medio de colimador. Una vez seleccionada la pieza, se le preguntó al paciente si deseaba ser parte del estudio, en caso de que accediera, se le explicaban con detalle los pasos del tratamiento a realizar y se le entregó

un consentimiento informado, el cual debía ser firmado para que pudiera ser incluido en el estudio.

Fase IV: Tratamiento Endodóntico

Se comenzó el tratamiento, anestesiando la zona a tratar y se aisló la pieza utilizando un dique de goma de hule y el clamp adecuado. Se procedió a realizar el acceso con una fresa de bola #4 y para el acceso en línea recta se utilizó la fresa LA AXXESS (SybronEndo). Se verificó la permeabilidad del conducto con limas #08 ó #10 tipo K. Se tomó la longitud de trabajo utilizando el localizador apical Apex ID (SybronEndo) y se verificó por medio de una radiografía digital. Todas las radiografías fueron tomadas con la ayuda de un colimador para endodoncia (Flow Dental). Previo a la instrumentación se irrigó 1 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% de manera pasiva utilizando una jeringa y una aguja Endo-Eze de calibre 27 (Ultradent) con salida lateral en la punta llevándola a su máxima penetración.

Fase V: Instrumentación

Después de que se tomó la longitud de trabajo se pasó por el conducto una lima #10 tipo K agregando 1 mm más de la longitud de trabajo entre cada instrumento, esto con la finalidad de mantener permeable el conducto y para que no se formaran burbujas que impidieran que el irrigante alcanzara el tercio apical. Se amplió el conducto de manera manual hasta una lima #15 tipo K y se irrigó con 1 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% de manera convencional entre cada lima.

Después se instrumentó con el sistema TF Adaptive (SybronEndo), primero se utilizó la lima SM1 (#20/.04) y se irrigó con 1 ml de la solución de contraste + NaOCl al 5.25% de manera pasiva (Grupo I), llevando la aguja 2 mm antes de la longitud de trabajo y se tomó otra radiografía.

Se continuó con la instrumentación ahora con SM2 (#25/.06), irrigando entre cada instrumento con 1 ml de NaOCl al 5.25%.

Después se instrumentó con SM3 (#35/.04) y se irrigó de manera pasiva con 1 ml de la solución de contraste + NaOCl al 5.25% (Grupo II), colocando la aguja 2 mm antes de la longitud de trabajo y se tomó otra radiografía.

Se secó el conducto y se volvió a colocar 1 ml de la solución de contraste + NaOCl al 5.25% de manera convencional, después se activó la solución con la punta Irrisafe (Satelec) (Grupo III), colocándola a 3 mm antes de la longitud de trabajo durante 20 segundos, realizando movimientos hacia arriba y hacia abajo. Se retiró el irrigante y se colocaba de nuevo 1 ml de la solución para realizar 2 veces más este paso, posteriormente se tomó otra radiografía.

Se secó el conducto y se procedió a irrigar con el sistema EndoVac (SybronEndo) (Grupo IV) y la solución previamente preparada siguiendo las indicaciones del fabricante, una vez realizado el procedimiento, se tomó otra radiografía. Después se procedió a continuar con el tratamiento endodóntico de manera convencional para cada pieza.

Fase VI: Análisis Radiográfico y Registro de Resultados

Para el análisis de los resultados se contó con la participación de 2 especialistas en el área de endodoncia quienes fueron calibrados previamente y observaron las imágenes digitales de las radiografías para determinar la presencia o ausencia de la solución irrigante en el tercio apical de los conductos, colocando no (si la solución estaba ausente en el tercio apical) o sí (si la solución estaba presente en el tercio apical) en las tablas de captura de datos. En caso de que alguno diera una respuesta diferente, los 2 observadores debían de llegar a un consenso.

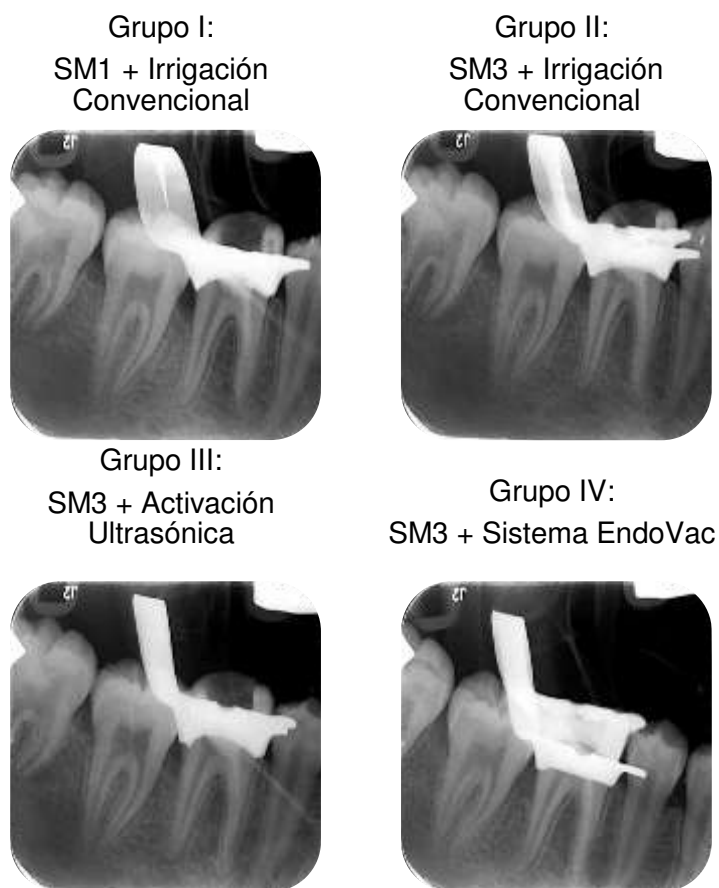


Imagen 1. Imágenes digitales para detectar la presencia o ausencia de la solución irrigante en cada uno de los grupos.

7. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo estadístico analítico del presente proyecto consistió en la aplicación de pruebas de bondad para 2 variables, posterior a este modelo se procedió a realizar un modelo analítico para la verificación de pruebas de hipótesis, considerando los datos presentados en el objetivo general, el modelo corresponde a la aplicación de una prueba de Chi cuadrada.

La prueba de Chi cuadrada es utilizada para evaluar hipótesis en el sentido de relación entre dos variables, aplica para variables nominales, ordinales o en intervalos. Su cálculo se realiza por medio de una tabla de contingencia o tabulación cruzada para las dos variables.

Dicha prueba, la cual fue evaluada con un 95% de confiabilidad se utilizó para determinar la relación entre la presencia de la solución irrigante en el tercio apical por grupo de estudio y se realizó bajo la siguiente estadística de prueba:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_{io} - f_{ie})^2}{f_{ie}} \quad \chi^2 = \sum \frac{(|f_{io} - f_{ie}| - 0.5)^2}{f_{ie}} \quad c = \sqrt{\frac{\chi^2 c}{\chi^2 c + n}}$$

8. RESULTADOS

Tabla 1.

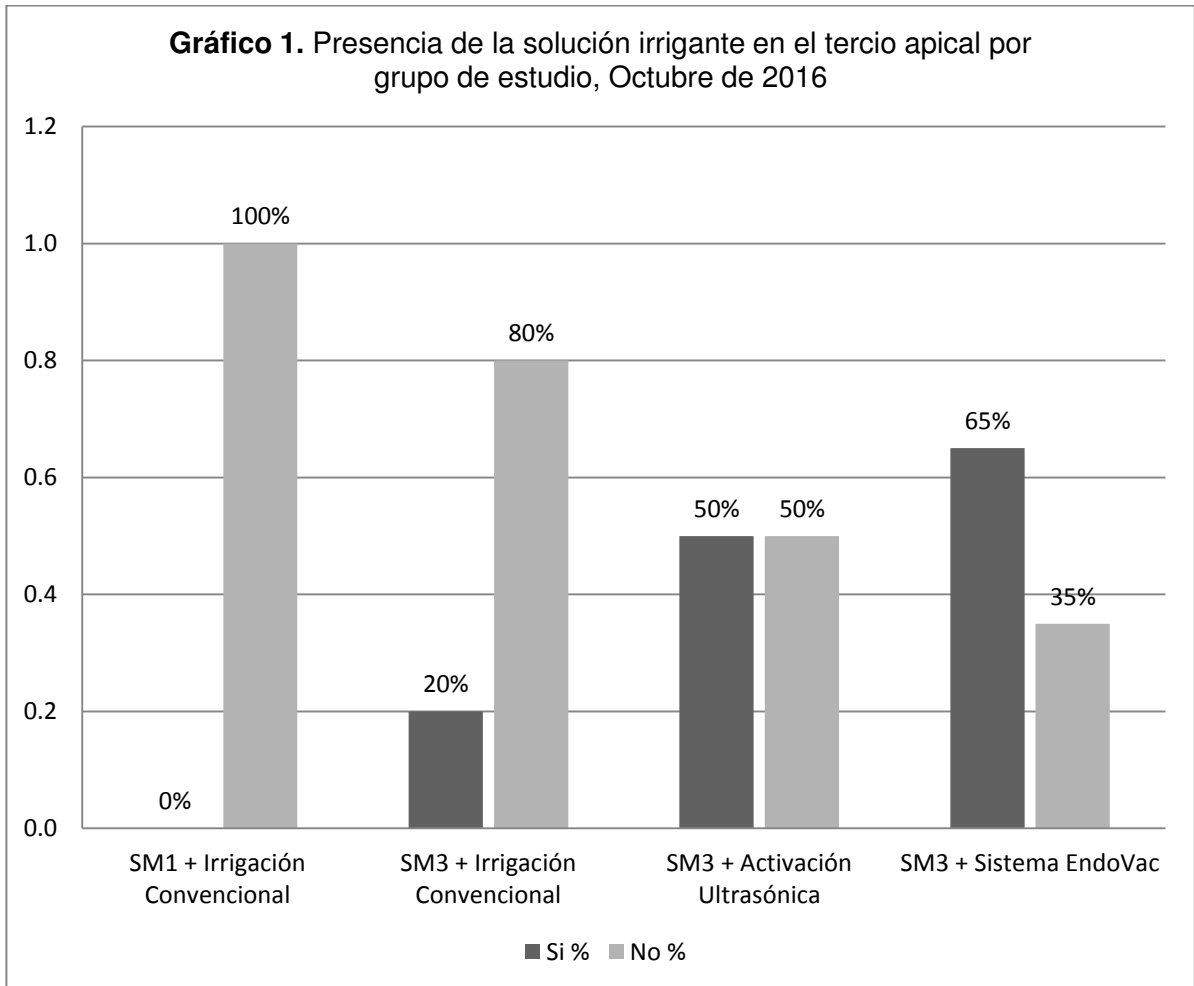
Presencia de la solución irrigante en el tercio apical por grupo de estudio, Octubre de 2016.

	Si		No		Total	
	N	%	n	%	n	%
Grupo I:						
SM1 + Irrigación Convencional	0	0.00	20	100	20	100
Grupo II:						
SM3 + Irrigación Convencional	4	20.00	16	80.00	20	100
Grupo III:						
SM3 + Activación Ultrasónica	10	50.00	10	50.00	20	100
Grupo IV:						
SM3 + Sistema EndoVac	13	65.00	7	35.00	20	100
Total	27	33.75	53	66.25	80	100

$X^2=17.75$, $p=0.0004$

Con respecto a la presencia de la solución irrigante en el tercio apical de los conductos se observó en la Tabla 1, que el sistema EndoVac fue el que presentó mayor alcance (60%), seguido de la activación ultrasónica (50%), así mismo se comprobó que la irrigación convencional fue la que tuvo menor alcance (20%).

Por lo anterior, fue posible apreciar que existe una relación significativa entre el grupo evaluado y la presencia de la solución observada ($p=0.0004$), lo anterior se concluye mediante una prueba de chi cuadrada con 95% de confiabilidad.



9. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comparar *in vivo* el alcance del hipoclorito de sodio al 5.25% en el tercio apical de las raíces mesiales mandibulares utilizando la irrigación convencional, la activación ultrasónica y el sistema EndoVac. Estos conductos fueron seleccionados debido a sus características anatómicas, ya que la mayoría de ellos son estrechos y curvos, con una alta incidencia de istmos entre ellos (De Pablo et al., 2010).

El debridamiento de los conductos se evalúa habitualmente mediante métodos convencionales como la histología, seccionando raíces y por microscopía electrónica como lo realizaron Haasapalo et al., 2014. Recientemente diversos estudios han utilizado la tecnología de la tomografía computarizada para demostrar que el debris creado por la acción cortante de los instrumentos en la dentina durante la preparación quimio-mecánica, puede ser empaquetado en las diversas complejidades anatómicas del sistema de conductos, obstruyendo el flujo del irrigante (De-Deus et al., 2014 y 2015; Freire et al., 2015; Paqué et al., 2009, 2011 y 2012; Paqué y Peters., 2011; Versiani et al., 2015). Por lo tanto, según Ricucci et al., 2009; la irrigación puede verse comprometida, y los microorganismos persistentes en estas áreas pueden desarrollar o mantener la periodontitis apical. Existen muy pocos estudios *in vivo* donde se demuestre la eficacia de diversas técnicas de irrigación en conductos estrechos, es por esto que el propósito de este estudio fue evaluarlo de esta manera.

El hipoclorito de sodio fue utilizado durante la conformación de los conductos ya que permite la hidrólisis del tejido orgánico presente en la cámara pulpar y el sistema de conductos radiculares. Según lo estudiado por Vera et al., 2012; se ha demostrado que esta reacción química forma pequeñas burbujas y que debido a que el conducto radicular se comporta como un sistema cerrado de tubo, estas burbujas quedan atrapadas cerca del final del tubo. Esta situación se ha descrito antes como el efecto de bloqueo de vapor e influye en la limitada penetración del irrigante en el tercio apical con la técnica de irrigación convencional.

Los medios de contraste radiográficos han sido utilizados ampliamente en medicina; no obstante, su uso en la odontología ha sido limitado. Son pocas las investigaciones en nuestro campo en las que se ha utilizado un medio de contraste como lo empleó Vera et al., 2012; quienes utilizaron Claritrast 300, en ese mismo año Munoz y Camacho-Cuadra; utilizaron Ioxol, ambos con buenos resultados. A diferencia de ellos en el presente estudio se utilizó Ioditrast M60 ya que también es una solución radiopaca con características físicas similares al hipoclorito de sodio, como la viscosidad y densidad.

Desde 1983 Chow menciona que una técnica de irrigación ideal debe llevar el irrigante a la porción apical para remover adecuadamente el tejido, debris y bacterias que se encuentran a lo largo del sistema de conductos radiculares. Son muchos los estudios que han demostrado que el método de irrigación tradicional, la irrigación convencional con aguja y jeringa, es más efectivo para desinfectar el tercio coronal y medio de los conductos pero es mucho menos efectivo en el tercio apical. Esto concuerda con el presente estudio debido a que se encontró que la irrigación convencional no libera el irrigante hasta el tercio apical de los conductos radiculares, así mismo coincide con Perez et al, 2016; quienes en su estudio concluyen que la posición de la aguja es de suma importancia para mejorar la eficacia de la irrigación y por ende la remoción del barrillo dentinario.

La activación ultrasónica se introdujo para incrementar la efectividad de la desinfección de los conductos radiculares al agitar la solución irrigante previamente colocada dentro del conducto. Se ha demostrado que esta técnica es significativamente más efectiva al reducir la cantidad de bacterias de los conductos comparada con la irrigación convencional, sin embargo no elimina completamente las bacterias de los conductos radiculares, lo que coincide con Gutarts et al., 2005; Dunavant et al., 2006; Townsend y Maki 2009 y el presente estudio.

En este estudio se utilizó una jeringa convencional con una aguja EndoEze de calibre 27 ya que de acuerdo a investigaciones previas, este tamaño es apropiado para conductos preparados a un calibre apical #35 para permitir que la aguja alcance los últimos 2 mm

de la longitud de trabajo (Chow., 1983; Khademi et al., 2006). Por esto, todos los conductos utilizados en este estudio fueron preparados hasta un calibre #35/.04 con el sistema rotatorio TF Adaptive, lo que también permitió la penetración de la microcánula del sistema EndoVac hasta la longitud de trabajo, debido a que esta tiene un diámetro de 0.32mm.

Muchos estudios han demostrado que la activación ultrasónica del irrigante es más eficiente que la aguja convencional al remover remanentes de tejido pulpar y debris dentinario de los conductos radiculares (Cameron., 1987; Sabins et al., 2003; Lee et al., 2004). También se ha demostrado que es más efectiva reduciendo la cantidad de bacterias comparada con la aguja convencional o el sistema Endovac (Townsend y Maki., 2009). Durante la activación ultrasónica del irrigante, la oscilación del inserto permite que el irrigante fluya a las irregularidades del conducto, accedando a áreas que no han sido tocadas por los instrumentos dando una mayor limpieza del sistema de conductos radiculares. El efecto de cavitación producido por esta activación y el incremento de la temperatura del irrigante mejoran la efectividad del NaOCl en la disolución de tejido.

La mayoría de los estudios con el sistema EndoVac han demostrado que es muy eficiente y seguro al llevar un mayor volumen del irrigante al tercio apical, con una excelente remoción de debris en esta área y en otras de difícil acceso. El sistema EndoVac también ha logrado resultados significativamente mejores en la penetración del irrigante al compararlo con la irrigación convencional, lo que concuerda con nuestro estudio y el realizado por Versiani et al.,2016; donde se afirma que el uso de este sistema mejora significativamente la irrigación en los conductos radiculares mesiales. Sin embargo los resultados en diversos estudios demuestran similitudes al ser comparado con la activación ultrasónica, lo que concuerda con nuestros resultados (Townsend y Maki, 2009; Saber y Hashem, 2011; Goode et al 2013).

10. CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada y en base a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Con los diferentes sistemas de irrigación es posible que el irrigante alcance el tercio apical.
- 2) La irrigación convencional no fue capaz de llevar la solución irrigante al tercio apical en ninguno de los casos cuando la preparación se realizaba con la lima SM1 del sistema TF Adaptive.
- 3) Al realizar esta misma técnica de irrigación con una preparación del conducto hasta SM3, ésta mejoraba su alcance (20%).
- 4) Se observó que el grupo del sistema EndoVac fue el que tuvo mayor alcance (60%), seguido del grupo de la activación ultrasónica (50%).
- 5) De acuerdo a estos resultados, se puede concluir que el grupo de la activación ultrasónica y el grupo del sistema EndoVac presentaron el mismo comportamiento, por lo tanto no existe diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda efectuar un estudio donde la preparación del conducto sea realizada con un sistema de instrumentación rotatoria diferente pero con el mismo diámetro empleado en este estudio para que puedan ser comparados, así como también repetirlo con algún diámetro final mayor de preparación.

Por último, se recomienda estudiar la posibilidad de utilizar solo la solución de contraste para que esta sea más fácil de observar radiográficamente.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. Endod.* 2011; 112(3):407-11
2. Ahmad M, Pitt Ford TI, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod.* 1987;13(10):490-9.
3. Al- Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M. Acoustic Hypochlorite activation in simulated curved Canals. *J Endod.* 2009;35(10):1408-11.
4. Alonso Gredilla M, Estévez Luaña R, Valencia de Pablos O, Aranguren Cangas J, de la torre de la fuente F, Tejedor Bautista B, de Gregorio González C, Cisneros Cabello R. Incidencia de un tercer conducto en la raíz mesial del primer molar inferior: a propósito de un caso. *Endodoncia.* 2010;28(4):257-261.
5. Antunovic FA, Fernández CA, Aranda EE, Ale VS, Mareco MC. La solución de Dakin-Carrel. *Flebol. linfol. - Lect. vasc.* 2013; 8(20): 1230-35.
6. Aslantas EE, Buzoglu HD, Altundasar E, Serper A. Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *J Endod.* 2014;40(6):876-9.
7. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* 1987; 13(4): 147-57.
8. Beach DA. Solutions to debridement dilemmas. *Dent Today.* 2014;33(5):136-9.
9. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular enterococcus faecalis biofilms

in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J.* 2010;43(3):241-50.

10. Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod.* 2010;36(4):721-4
11. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod.* 1988;14(11):554-9.
12. Canalda Sahli C, Pumarola Suñé J, Berástegui JE. Actualización en Endodoncia 2009. *Endodoncia.* 2010;28(3):167-185.
13. Capar ID, Ari Aydinbelge H. Effectiveness of various irrigation activation protocols and the self-adjusting file system on smear layer and debris removal. *Scanning.* 2014;36(6):640-7.
14. Castelo-Baz P, Martín-Biedma B, Cantatore G, Ruíz-Piñón M, Bahillo J, Rivas-Mundiña B, Varela-Patiño P. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral Canals of extracted teeth. *J Endod.* 2012;38(5):688-91.
15. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod.* 1983;9(11):475-9.
16. De-Deus G, Marins J, Silva EJ, Souza E, Belladonna FG, Reis C, Machado AS, Lopes RT, Versiani MA, Paciornik S, Neves AA. Accumulated hard-tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod* 2015;41:676–81.
17. De-Deus G, Marins J, Neves Ade A, Reis C, Fidel S, Versiani MA, Alves H6, Lopes RT, Paciornik S. Assessing accumulated hard-tissue debris using

micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. *J Endod* 2014;40:271–6.

18. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. *J Endod*. 2010;36(7):1216-21.
19. De Pablo OV, Estevez R, Peix-Sanchez M, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J Endod* 2010;36:1919–31.
20. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod* 2009;35:545–9.
21. Du T, Wang Z, Shen Y, Ma J, Cao Y, Haapasalo M. Effect of long term exposure to endodontic disinfecting solutions on young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod*. 2014;40(4):509-14.
22. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod* 2006;32:527–31.
23. Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Dos Santos M, Gavini G. Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *J Endod* 2015;41:1660–6.
24. Gaspar-Zevallos E, Velásquez-Huamán Z, Evangelista-Alva A. Evaluación de tres técnicas de irrigación de conducto radicular frente a la actividad del *enterococcusfaecalis*. 2013;23(2):68-75.

25. Goode N, Khan S, Eid AA, Niu LN, Gosier J, Susin LF, Pashley DH, et al.. Wall shear stress effects of different endodontic irrigation techniques and systems. *J Dent* 2013;41:636-641.
26. Gopikrishna V, Pare S, Pradeep Kumar A, Lakshmi Narayanan L. Irrigation protocol among endontic faculty and postgraduate students in dental colleges of India: A survey. *J Conserv Dent*. 2013;16(5):394-8.
27. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2005;31:166–70.
28. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014;216:299–303.
29. Hilú R, Balandrano Pinal F. El éxito en endodoncia. *Endodoncia* 2009;27(3):131-138.
30. Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, Homayouni A. The effect of RootCanal Irrigation with Combination of Sodium Hypo-chlorite and Chlorhexidine Gluconate on the Sealing Ability of Obturation Materials. *Open Dent J*. 2014;22(8):184-7.
31. Huang TY1, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J*. 2008;41(1):60-71.
32. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*. 2003;36(12):810-30.

33. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 1999;25(11):735-8.
34. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod.* 1995;21(5):277-80.
35. Kara Tuncer A, Unal B. Comparison of sealer penetration using the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation. *J Endod.* 2014;40(5):613-7.
36. Khademi AA, Saleh M, Khabiri M, Jahadi S. Stability of antibacterial activity of Chlorhexidine and Doxycycline in bovine root dentine. *J Res Pharm Pract.* 2014;3(1):19-22.
37. Khademi A, Yazdizadeh M, Fezianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants at the apical third of root canal systems. *J Endod* 2006;32:417-20.
38. Kovac J, Kovac D. Effect of irrigation solutions in endodontic therapy. *Bratisl Lek Listy.* 2011; 112(7):410-415.
39. Lee SI, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 2004;37(10):672-8.
40. Macedo R, Verhaagen B, Rivas DF, Versluis M, Wesselink P, van der Sluis L. Cavitation measurement during sonic and ultrasonic activated irrigation. *J Endod.* 2014;40(4):580-3.

41. Martin DE, De Almeida JF, Henry MA, Khaing ZZ, Schmidt CE, Teixeira FB, Diogenes A. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *J Endod.* 2014;40(1):51-5.
42. Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR. Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1980;49(1):79-81.
43. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen "bio-molecular film from an ex vivo model. *Int Endod J.* 2008; 41(7):602-8.
44. Miller TA, Baumgartner E. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Irrigation Using the EndoVac to Endodontic Needle Delivery. *J Endod.* 2010;36(3):509-11.
45. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of Mesial canals of mandibular molars. *J Endod.* 2012;38(4):445-8.
46. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007;33(5):611-5.
47. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J.* 2002;35(11):934-9.
48. Paqué F, Al-Jadaa A, Kfir A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J* 2012;45:413–8.

49. Paqué F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J* 2011;44:148–53.
50. Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J Endod* 2009;35:1044–7.
51. Paqué F, Peters OA. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. *J Endod* 2011;37:517–21.
52. Paqué F, Rechenberg DK, Zehnder M. Reduction of hard-tissue debris accumulation during rotary root canal instrumentation by etidronic acid in a sodium hypochlorite irrigant. *J Endod* 2012;38:692–5.
53. Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzone A, Nato F, Tay FR, Breschi L, Grandini S. Final rinse optimization: Influence of different agitation protocols. *J Endod*. 2010;36(2):282-5.
54. Perez R, Neves AA, Belladonna FG, Silva EJ, Souza EM, Fidel S, Versiani MA6, Lima I, Carvalho C, De-Deus G. Impact of the needle insertion depth on the removal of hard-tissue debris. *Int Endod J*. 2016 Apr 9.
55. Prasad PS, Sam JE, Kumar A, Kannan. The effect of 5% sodium hypochlorite, 17% EDTA and triphala on two different rotary Ni-Ti instruments: An AFM and EDS analysis. *J Conserv Dent*. 2014;17(5):462-6.
56. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod* 2009;35:493–502.

57. Robertson EJ, Wolf JM, Casadeva A. EDTA inhibits biofilm formation, extracellular vesicular secretion, and shedding of the capsular polysaccharide glucuronoxylomannan by *Cryptococcus neoformans*. *Appl Environ Microbiol.* 2012;78(22):7977–84.
58. Ruddle, CJ. Endodontic disinfection: tsunami irrigation. *Endod Practice* 2008:7-15.
59. Saber S el-D, Hashem AA. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod* 2011;37:1272- 1275.
60. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003;29(10):674-8.
61. Sánchez JA, Durán-Sindreu F, Matos MA, Carabaño TG, Bellido MM, Castro SM, Cayón MR. Apical transportation created using three different patency instruments. *Int Endod J.* 2010 Jul; 43(7):560-4.
62. Schoeffel GJ. The EndoVac Method of Endodontic Irrigation Safety First. *Dentistry today.* 2007;26(10):92-6.
63. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J.* 2005;38(2):97-104.
64. Segura Egea JJ, Jiménez Rubio-Manzanares A, Llamas Cadaval R, Jiménez Planas A. El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. *Endodoncia.* 1997;15(2):90-97.
65. Shetty P, Uppin V, Shetty D. To Evaluate the Effect of Presence and Absence of Smear Layer with Different Instruments and Obturation Methods on

Microleakage of Root Canal-Filled Teeth: An in vitro Study. *World J Dent.* 2013;4(2):103-107.

66. Singh N, Chandra A, Tikku AP, Verma P. A comparative evaluation of different irrigation activation systems on smear layer removal from root canal: An in vitro scanning electron microscope study. *J Conserv Dent.* 2014;17(2):159-63.
67. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod.* 2003;29(1):12-4.
68. Susin L, Liu Y, Yoon JC, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, Bryan T, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J.* 2010;43(12):1077-90.
69. Townsend C, Maki J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod* 2009;35:1040–3.
70. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonicvibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(2):69-76.
71. Tsesis , Amdor B, Tamse A, Kfir A. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. *Int Endod J.* 2008;41(5):431-5.
72. Turker SA, Yilmaz Z, Ozcelik B, Gorduysus M, Altundasar E. Effects of ultrasonically activated irrigants with or without surfactant on smear layer removal after post space preparation. *J Clin Exp Dent.* 2012;4(5):260-5.
73. Valdés SS, Quiroga S, Flores JJ, Vera DE. Extrusión apical del irrigante durante el tratamiento de endodoncia. *Endo Act.* 2016; 11(2):30-33

74. Van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2006;39(6):472-6.
75. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007;40(6):415-26.
76. van der Vyver PJ, Botha FS, de Wet FA. Antimicrobial efficacy of nine different root canal irrigation solutions. *SADJ.* 2014;69(4):158-60, 162-5.
77. Vera J, Arias A, Romero M. Dynamic movement of intracanal gas bubbles during cleaning and shaping procedures: the effect of maintainin apical patency on their presence in the middle and cervical thirds of human root canals, an in vivo study. *J Endod.* 2012;38(2):200-3.
78. Vera J, Benavides M, Moreno E, Romero M. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. *Endodoncia.* 2012;30(1):31-44.
79. Vera J, Hernández EM, Romero M, Arias A, van der Sluis LW. Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical two millimeters of large rootcanals: an in vivo study. *J Endod.* 2012;38(10):1340-3.
80. Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Rôças IN, Sousa-Neto MD, Siqueira JF Jr. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressur irrigation systems. *Int Endod J.* 2016;49(11):1079-1087.
81. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001;34(2):137-41.

82. Yamazaki AK, Moura-Netto C, Salgado RJ, Kleine Bm, Prokopowitsch I. Ex vivo analysis of root canal cleaning using Endo-PTC associated to NaOCl and different irrigant solutions. *Braz Oral Res.* 2010;24(1):15-20.
83. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32(5):389-98.