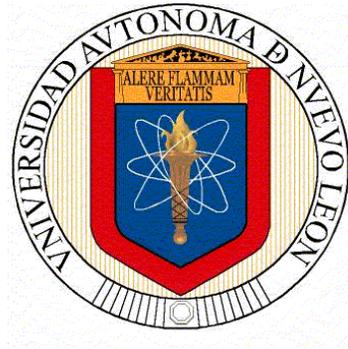


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**“EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO EN LOS  
ÚLTIMOS 2 MM APICALES UTILIZANDO DISTINTOS MÉTODOS DE  
IRRIGACIÓN: UN ESTUDIO *IN VIVO*”**

**POR**

**MARIANA LIZETH CANTÚ GONZÁLEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:  
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**OCTUBRE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**“EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO EN LOS  
ÚLTIMOS 2 MM APICALES UTILIZANDO DISTINTOS MÉTODOS DE  
IRRIGACIÓN: UN ESTUDIO *IN VIVO*”**

POR

MARIANA LIZETH CANTÚ GONZÁLEZ

Como Requisito Parcial para obtener el Grado de  
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

OCTUBRE 2015

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

**“EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO EN LOS  
ÚLTIMOS 2 MM APICALES UTILIZANDO DISTINTOS MÉTODOS DE  
IRRIGACIÓN: UN ESTUDIO *IN VIVO*”**

**ASESORES**

---

**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**

---

**Dra. Ana Arias ▪ Universidad de Cataluña**

**Asesora Estadística**

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

**“EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL HIPOCLORITO DE SODIO EN LOS  
ÚLTIMOS 2 MM APICALES UTILIZANDO DISTINTOS MÉTODOS 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 EN LOS  
ÚLTIMOS 2 MM APICALES UTILIZANDO DISTINTOS MÉTODOS 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.  
PRESIDENTE**

---

**Dr.  
SECRETARIO**

---

**Dr.  
VOCAL**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a mis papás José Luis Cantú Cantú y Ma. De Jesús González González porque sin ellos no sería lo que soy hoy, especialista en endodoncia, gracias por su apoyo incondicional y por hacer lo posible siempre para que yo pueda cumplir mis metas, a mi hermana Melissa Cantú por ser mi ejemplo a seguir. Gracias a mi novio, Alfredo Hernández quien siempre me escuchó y me estuvo alentando cuando tenía un día pesado o las cosas no salían según lo planeado.

También quisiera agradecer de manera especial al Dr. Jorge Vera, maestro del Posgrado de Endodoncia de la Universidad de Tlaxcala, por ser mi inspiración para el tema de mi tesis, por ser siempre tan accesible y compartir conmigo sus conocimientos para poder llevar a cabo este proyecto. Incluyendo a la Dra. Ana Arias quien estuvo al pendiente de la parte estadística de este trabajo.

Gracias al Dr. Jorge Jaime Flores Treviño por ser un excelente coordinador y guía tanto en los temas relacionados con la tesis como en los ajenos a ella.

Gracias a la Dra. Idalia Rodríguez y la Dra. Elizabeth Madla que me estuvieron asesorando durante la realización del trabajo escrito tanto del protocolo como de la tesis.

Y por último quisiera agradecer a mis EndoHermanos que me asistieron al momento de realizar el experimento y al Dr. Irvin Martínez y al Dr. Jorge Ochoa del Posgrado de Endodoncia de la Universidad de Tlaxcala por su ayuda para obtener parte de las referencias bibliográficas utilizadas en el trabajo.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis papás que han estado siempre conmigo ya que esta tesis es el fruto de su esfuerzo y apoyo durante todos estos años.

También se lo quiero dedicar a todas y cada una de las personas que de alguna u otra forma participaron para que pudiera llevarse a cabo este trabajo, de igual manera va dedicado para todos los especialistas en endodoncia, mis colegas, que siempre están dispuestos a seguir aprendiendo y mejorando, actualizándose con las investigaciones más recientes y apoyándose de la mejor tecnología para así poder dar el mejor servicio a sus pacientes.

## ÍNDICE

1. Resumen.....	1
2. Abstract.....	3
3. Introducción.....	5
4. Hipótesis.....	6
5. Objetivos.....	7
5.1 Objetivo General.....	7
5.2 Objetivos Específicos.....	7
6. Antecedentes.....	8
6.1 El irrigante ideal.....	8
6.2 Soluciones irrigantes.....	9
6.2.1 Hipoclorito de sodio.....	9
6.2.2 Clorhexidina.....	10
6.2.3 Agentes quelantes.....	11
6.3 Técnicas de irrigación en endodoncia.....	12
6.3.1 Irrigación Pasiva.....	13
6.3.2 Técnicas de irrigación “activas” manuales.....	14
6.3.3 Técnicas de irrigación “asistidas por máquinas”.....	15
6.3.4 Instrumentos que provocan presiones alternadas.....	16
7. Marco de Referencia.....	18
8. Materiales y Métodos.....	21
8.1 Universo del estudio.....	21
8.2 Tamaño de la muestra.....	21
8.3 Criterios de selección.....	21
8.4 Procedimiento.....	23
8.4.1 Fase I.....	22
8.4.2 Fase II.....	22
8.4.3 Fase III.....	23
9. Diseño y Análisis Estadístico.....	24

10. Resultados.....	25
10.1 Imágenes.....	28
11. Discusión.....	32
12. Conclusiones.....	35
13. Recomendaciones.....	36
14. Referencias bibliográficas.....	37

**Fecha de elaboración:** Octubre del 2015

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Facultad de Odontología**

**Especialidad en Endodoncia**

**Páginas:** 50

**Título:** “Alcance del hipoclorito de sodio en los últimos 2 mm apicales utilizando distintos métodos de irrigación: Un estudio *In Vivo*.”

## **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** El principal objetivo del tratamiento de endodoncia es lograr la completa desinfección del conducto para evitar o curar la inflamación pulpar y/o periapical, por eso la importancia de lograr llevar la solución irrigante a todo lo largo del conducto. Muchos estudios han observado la eficacia de los distintos métodos de irrigación para llevar la solución a la parte apical, sin embargo la mayoría de estos se han realizado *in vitro*, dando una conclusión menos apegada a la realidad, por esa razón el propósito de este estudio fue comparar *in vivo* la capacidad de distintos métodos de irrigación de llevar la solución irrigante al tercio apical.

**OBJETIVOS:** Evaluar cuál de los diferentes métodos de irrigación (convencional, activación ultrasónica y EndoVac) es más efectivo para lograr que el hipoclorito de sodio alcance el tercio apical de los conductos radiculares.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Para llevar a cabo este estudio se utilizaron 7 conductos distales de molares inferiores, 1 conducto palatino de molar superior y 12

conductos únicos de piezas uniradiculares, dando un total de 20 conductos. Cada conducto se instrumentó con el sistema TF-Adaptive (SybronEndo) utilizando solo los instrumentos ML1 y ML2 y posteriormente dando una conformación final con 40/.04 del sistema TF, se irrigó con una solución previamente elaborada de 1:1 de NaOCl al 5.25% y Ioditrast M60 (Medio de contraste) utilizando las tres técnicas en cada conducto. Se tomaron radiografías digitales después de cada técnica realizada las cuales fueron analizadas por 3 expertos en la especialidad de endodoncia. Los resultados fueron analizados mediante chi cuadrada.

**RESULTADOS:** Después de la instrumentación con 40/.04, la irrigación pasiva logró llevar la solución en 13 de las 20 piezas (65%), la activación ultrasónica en 10 de 20 (50%) y el sistema EndoVac en 16 de 20 (80%). Sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa.

**CONCLUSIÓN:** No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, sin embargo clínicamente el sistema EndoVac fue el método que logro llevar la solución en toda la longitud de trabajo en un mayor número de piezas.

**Director de Tesis:** PhD Idalia Rodríguez Delgado

**Co-Director de Tesis:** MsC Jorge Flores Treviño

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The main objective of the endodontic treatment is the complete disinfection of the root canal to prevent or cure the pulpal and periapical inflammation, that's why the desire of taking the irrigant solution to the working length. Several studies have observed the efficacy of the distinct irrigation methods to take the solution to the apical third, however most of them have been realized *in vitro*, that's why the main purpose of this study is to compare *in vivo* the ability of several irrigation methods to take the irrigant solution to the apical third.

**OBJECTIVE:** Evaluate which of the distinct irrigation methods (conventional, ultrasonic activation and EndoVac) is more effective to achieve the objective of take the solution to the apical third of the root canal.

**MATERIALS AND METHODS:** To make the study we used 7 distal root canals from inferior molars, 1 palatine root canal and 12 single root canals from uniradicular teeth, giving us a total of 20 canals. Each root canal was instrumented with the TF-Adaptive system (SybronEndo) using only the ML1 and ML2 files and later we gave them a final conformation with the 40/.04 file from the TF system, we irrigate with the radiopaque

solution (previously made) of 1:1 form NaOCl 5.25% and Ioditrac M60, using the 3 techniques in each root canal. We take digital images after each technique; each one was analyzed by 3 experts in endodontics. The results were obtained using chi.

**RESULTS:** After the instrumentation with the 40/.04 file, we only found solution in 13/20 (65%) canals after the passive irrigation, in 10/20 (50%) canals after the ultrasonic activation and 16/20 (80%) canals after the use of EndoVac. There wasn't a statically significant difference between the three groups.

**CONCLUSION:** There wasn't a statically significant difference between the three groups. However the EndoVac system was the method that takes the solution to the apical third in most number of canals.

**Director de Tesis:** PhD Idalia Rodríguez Delgado

**Co-Director de Tesis:** MsC Jorge Flores Treviño

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos del tratamiento de endodoncia es remover tejido vital o necrótico del conducto radicular, así mismo minimizando la cantidad de irritantes que pueden estar presentes dentro de este. La limpieza y desinfección del conducto son esenciales para lograr este objetivo. (Muñoz y Camacho, 2012)

Las soluciones irrigantes son utilizadas para disolver el tejido orgánico, remover el debris dentinario, smear layer y bacterias, sin embargo, lograr la completa desinfección del conducto ha sido un reto debido a las irregularidades morfológicas del sistema de conductos como conductos laterales, ramificaciones y deltas apicales. (Abou-Rass y Piccinino, 1982)

Llevar la solución irrigante en toda la longitud del conducto se ha vuelto un reto, la irrigación con aguja y jeringa sigue siendo el método más utilizado para lograr este objetivo. También se ha propuesto el uso de aparatos ultrasónicos como una posible solución al problema, se ha demostrado que su uso después de una instrumentación tanto mecánica como manual reduce significativamente el número de bacterias. (Malentaca et al, 2012)

El EndoVac es un sistema de irrigación de presión negativa que fue diseñado para poder llevar la solución hasta la porción apical del conducto de manera segura. Este dispositivo consiste en una punta master de succión e irrigación, una macrocannula y una microcannula que están conectadas a una línea de succión. Cuando se usa este sistema, se lleva con la punta master la solución a la cámara pulpar y después está es llevada por presión negativa dentro del conducto con la ayuda de la macrocannula y la microcannula, (Muñoz y Camacho, 2012; Miller y Baumgartner, 2010)

El problema persiste en la necesidad de encontrar un método de irrigación efectiva que sea capaz de llevar la solución hasta la parte apical del conducto, por eso el objetivo de este estudio es analizar la presencia del hipoclorito de sodio en los últimos 2 mm de conductos amplios utilizando diferentes métodos de irrigación.

## **HIPÓTESIS**

La irrigación del hipoclorito de sodio con el EndoVac tiene un mejor alcance en el tercio apical de los conductos radiculares que con la utilización de la técnica convencional y la activación ultrasónica.

## **OBJETIVOS**

### Objetivos Generales

Determinar cuál de los diferentes métodos de irrigación (convencional, activación ultrasónica y EndoVac) es más efectivo para lograr que el hipoclorito de sodio alcance el tercio apical de los conductos radiculares.

### Objetivos Específicos

1. Analizar la efectividad de la técnica de irrigación convencional.
2. Evaluar la efectividad de la activación ultrasónica.
3. Identificar la efectividad del sistema EndoVac como método de irrigación.
4. Contrastar los resultados obtenidos.

## **ANTECEDENTES**

El principal objetivo del tratamiento de endodoncia es eliminar los microorganismos que se encuentran en los conductos, la limpieza y desinfección de los conductos radiculares es esencial para lograr el éxito endodóntico. Es importante buscar la máxima desinfección posible ya que los microorganismos que permanecen en el conducto radicular después del tratamiento o que por alguna razón lo vuelven a colonizar después de la obturación, son la principal causa del fracaso endodóntico, por lo tanto, la desinfección debe optimizarse. (Vera et al, 2012; Gade et al, 2013)

Lograr el desbridamiento completo de todas las áreas a lo largo del conducto ha demostrado ser una tarea difícil debido a su compleja anatomía y a algunos otros factores tales como la incapacidad de los irrigantes para penetrar a todas las áreas y tener un contacto adecuado con todas las paredes de la dentina. Aun en la actualidad, con el uso de los instrumentos rotatorios, se sabe que es imposible una completa desinfección y conformación de los conductos ya que el instrumento trabaja únicamente en la parte central de este, dejando aletas e istmos sin instrumentar, estas áreas pueden albergar detritus o bacterias organizadas en biofilms que pueden llegar a afectar en la obturación y causar una lesión periapical en un futuro, actualmente se han propuesto varios regímenes de irrigación que envuelven diversas técnicas y aparatos que nos ayudaran a lograr una máxima desinfección antes de la obturación del conducto. (Vera et al, 2012; Cachovan et al, 2013)

## **EL IRRIGANTE IDEAL**

Actualmente se sabe que los irrigantes utilizados en endodoncia aumentan la eliminación bacteriana y facilitan la remoción de tejido necrótico y partículas de dentina del conducto radicular, además, previenen el empaquetamiento de tejidos duros y blandos infectado en el área radicular e incluso a nivel periapical, sin embargo se ha demostrado que a pesar del uso de estos agentes, las bacterias intraconducto pueden permanecer después de la preparación biomecánica, en base a estos descubrimientos, se han ido desarrollado diferentes técnicas de irrigación, buscando una que logre cubrir todas las

necesidades del operador para poder aumentar la posibilidad de realizar un tratamiento exitoso.

A lo largo del tiempo se han sugerido incontables sustancias para ser utilizadas como irrigantes: NaOCl, EDTA, clorhexidina, Ca(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, entre otras, sin embargo, no existe una que cumpla con las características que debe tener un irrigante intraconducto como lo es el tener la capacidad de disolver tejido orgánico, ser antimicrobiano de amplio espectro, ser eficaz contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms, tener la capacidad de inactivar endotoxinas así como prevenir la formación de detritus y lodillo dentinario durante la instrumentación o disolverlo una vez formado. También hay que considerar que no debe de ser tóxico para los tejidos periodontales y que debe tener poco potencial para causar una reacción anafiláctica. No se ha podido encontrar un irrigante que aparte de disolver los tejidos y el lodillo dentinario, tenga la capacidad de alcanzar todas las paredes del conducto, sobre todo la parte apical en los casos donde el conducto está muy estrecho. (Vera et al, 2012).

## **SOLUCIONES IRRIGANTES**

Existen diversas sustancias utilizadas en endodoncia como irrigantes:

### **Hipoclorito de Sodio:**

El hipoclorito de sodio fue inventado en el año 1748 por Berthollet. Primero 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)

Comparado con otros desinfectantes, el hipoclorito de sodio tiene un efecto antimicrobiano superior, probablemente es el irrigante de mayor uso durante el tratamiento endodóntico y numerosos estudios han demostrado su capacidad para remover detritus superficiales y disolver tejido orgánico sin embargo, ha habido mucha

controversia acerca de su uso en endodoncia. La mayoría de los practicantes en EUA usan esta solución en su máxima concentración (5.25%), sin embargo se han reportado irritaciones severas cuando la solución es expulsada a los tejidos periodontales. (Zhender, 2006)

Harrison y cols. no encontraron diferencias significativas en cuanto a la incidencia o grado de dolor entre citas en los casos irrigados con NaOCl al 5,25% y solución salina. Por otro lado, Pashley mostró que el NaOCl tiene más efectos cáusticos sobre tejidos sanos al 5.25% que al 0,5% o al 1%; sin embargo, es evidente que en infecciones persistentes y retratamientos se requiere mayor concentración para aumentar su efecto antimicrobiano, aunque un estudio de Ng y cols. Demostró que no hay diferencia en éxito endodóntico al cambiar la concentración del NaOCl. El hipoclorito de sodio a pesar de tener excelente propiedades como las mencionadas anteriormente, la literatura ha mostrado complicaciones severas causadas por esta sustancia, estas complicaciones incluyen daño a la piel, mucosa oral y ojos, manchas en la ropa, reacciones alérgicas y extrusión a través del foramen apical, es importante minimizar el riesgo de daños inducidos por el hipoclorito de sodio durante el tratamiento de conductos con el uso de medidas protectoras y técnicas especializadas al utilizarlo, otra de sus desventajas es no tener la capacidad de penetrar y limpiar porciones estrechas y confinadas del sistema de conductos y principalmente, es ineficiente en la remoción del lodillo dentinario, lo cual es fundamental para aumentar la capacidad del selle y reducir el potencial de supervivencia y reproducción de las bacterias. Estas han sido una de las principales razones por las cuales a través del tiempo se ha buscado otro tipo de irrigantes que contrarresten estos inconvenientes, pero la búsqueda no ha sido fácil ya que no hay un irrigante que cuente con todas las propiedades útiles del hipoclorito de sodio. (Singh, 2010; Vera et al, 2012)

### **Clorhexidina:**

La clorhexidina fue creada en el 1940, se empezó con la intención de crear anti virales pero como tenía poca eficacia como tal, se puso a un lado, fue con el paso de los años

que fue re-descubierta como un agente antibacterial. La clorhexidina es un potente antiséptico, el cual se ha utilizado como químico para controlar la placa en la cavidad oral, se recomienda utilizarla al 0.1 o .2% para ese objetivo, mientras que se recomienda el 2% de su concentración para ser utilizado como irrigante intraconducto.

A pesar de su buena capacidad para desinfectar, la clorhexidina no pudo ser adoptada como irrigante principal en endodoncia por dos razones:

1. No tiene la capacidad de disolver tejido necrótico remanente.
2. Es menos efectiva en bacterias Gram-negativas que en Gram-positivas, esto es importante ya que diversos estudios han demostrado la predominación de las bacterias Gram-negativas anaerobias en las infecciones endodónticas. (Zhender et al, 2006)

Por lo mencionado anteriormente, su uso en endodoncia ha disminuido y ha sido cuestionado.

### **Agentes quelantes:**

Aunque el hipoclorito de sodio parece ser el irrigante endodóntico más idóneo, no tiene la capacidad de disolver partículas inorgánicas de dentina para prevenir la formación de smear layer durante la instrumentación. Además existen calcificaciones que obstaculizan la entrada del conducto durante la preparación mecánica, para estos casos mencionados anteriormente existen diversos agentes de desmineralización como lo es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el ácido cítrico los cuales se recomienda utilizar como coadyuvantes en la irrigación intraconducto. (Zhender et al, 2006). Ambos son altamente biocompatibles y muestran una alta eficiencia en la eliminación de la capa de lodo dentinario. (Vera et al, 2012)

Los quelantes, al formar un complejo de calcio estable con el lodo dentinario, la capa de detritos y los depósitos cálcicos a lo largo de las paredes de los conductos, pueden

ayudar a prevenir el bloqueo apical y contribuir a la desinfección ya que de esta manera se mejora la difusión de las soluciones desinfectantes en el conducto radicular.

Además de su habilidad de limpieza, los quelantes pueden desarticular biofilms adheridos a las paredes del conducto radicular, esto puede explicar porque el EDTA como irrigante intraconducto tiene una capacidad superior de reducción de la microbiota en comparación con la solución salina, a pesar del hecho de que sus propiedades antisépticas son limitadas.

Hasta el momento, el tiempo óptimo de trabajo de los agentes quelantes es incierto, la mayoría de estudios han reportado una efectiva limpieza del EDTA tanto líquido como en pasta con un tiempo de trabajo entre 1 y 5 minutos. Un reciente estudio demostró que después de 1 minuto de exposición a 10 ml de EDTA fue suficiente para remover el barro dentinario, mientras que una exposición de 10 minutos causó excesiva erosión peritubular e intratubular. Este tipo de erosión se ha observado como resultado del uso combinado del EDTA con NaOCl más que del EDTA solo. (Vera et al, 2012)

Sin embargo, igualmente Niu y cols. Demostraron que se remueve más detritus irrigando con EDTA seguido de NaOCl que con EDTA solo, es por esta razón que varios protocolos de irrigación recomiendan este mecanismo a modo de irrigación final.

Por otro lado, tanto el ácido cítrico como el EDTA reducen el aporte de clorina en solución por lo que el NaOCl se vuelve un irrigante ineficaz contra microorganismo y baja su capacidad de disolución de tejido necrótico, es por esta razón que ambas

Soluciones nunca deben mezclarse y se debe evitar que el EDTA entre en contacto con el tejido orgánico antes que el NaOCl (Vera et al, 2012)

## **TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA**

Es de suma importancia lograr que los irrigantes alcancen por cualquier medio el tercio apical radicular de manera rápida y suficiente, debido a que en este tercio se encuentran la mayor cantidad de ramificaciones, principalmente en molares. Estas ramificaciones

representan vías potenciales para que, a través de ellas las bacterias y sus productos provenientes de un conducto necrótico alcancen y dañen el ligamento periodontal. (Vera et al, 2006) Actualmente se usan distintas técnicas y aparatos de irrigación para lograr una mejor desinfección del sistema de conductos.

### **Irrigación Pasiva**

La técnica de irrigación con jeringa convencional y aguja, también llamada irrigación pasiva, es la más utilizada porque es muy fácil de manipular y se puede tener un buen control en la profundidad de la aguja y el volumen de la solución llevada al conducto. Sin embargo su seguridad ha sido cuestionada porque se ejerce una presión positiva para introducir el irrigante en el conducto lo cual puede provocar la extrusión de este hacia el periapice resultando en un daño severo al tejido y dolor postoperatorio. (Muñoz y Camacho, 2012)

En el 2011 Mitchell y cols. realizaron un estudio donde concluyeron que la extrusión de la solución irrigante depende del sistema de irrigación, teniendo esto en cuenta, demostraron que la técnica de irrigación convencional con una jeringa biselada lateralmente extruye grandes cantidades de solución a comparación de otros sistemas de irrigación.

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. En el 2010 Boutsoukis y cols. concluyeron que la profundidad a la que se inserta la aguja afecta el flujo del irrigante en el conducto y la presión en el foramen apical.

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. 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, lo cual resulta preocupante debido a que limita la profundidad que alcanza el irrigante así como su habilidad para desinfectar. (Vera et al, 2006)

## **Técnicas de irrigación “activas” manuales**

### Irrigación manual dinámica

Varios investigadores han demostrado 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. La mayor eficacia de la irrigación manual dinámica se puede explicar de varias maneras: un cono de gutapercha que se adapte bien al conducto genera diferentes grados de presión intraconducto repartiendo mejor el irrigante hacia zonas que no han sido tocadas, el movimiento hacia adentro y hacia afuera del cono genera turbulencia intraconducto. La irrigación manual dinámica es por todo lo anteriormente mencionado un método simple y eficiente a muy bajo costo. (Vera et al, 2006)

### Lima de pasaje

Para tener una acción efectiva el irrigante debe permanecer en contacto con la superficie radicular, lo cual resulta complicado cuando se trata de que este alcance el tercio apical por la burbuja de vapor formada de la mezcla de amonio y dióxido de carbono, proveniente del contacto del hipoclorito de sodio con material orgánico del conducto radicular.

Se sabe que al mantener la patente apical con una lima pequeña a través del foramen apical, se logra prevenir la acumulación de desechos en la parte apical de la raíz. Esta técnica es conocida como “lima de pasaje”.

En el 2012 Vera y cols demostraron que al mantener la patente apical, se lograba un mejor alcance del hipoclorito en el tercio apical de conductos en molares de humanos.

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 de la incidencia, grado, ni duración del dolor postendodóntico, y que, realizado mediante el uso de limas #08 y 10, no produce transporte del conducto radicular a nivel apical y/o foramen. (Vera et al, 2012)

## **Técnicas de irrigación “asistidas por maquinas”**

### Irrigación Sónica

Se reporta su uso desde 1985. La irrigación sónica es diferente de la ultrasónica en que la primera opera a una frecuencia más baja (1-6kHz). Este tipo de vibración ha demostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos radiculares, ya que produce una gran amplitud de desplazamiento. Un ejemplo de este tipo de sistemas es el Endo Activator de la casa comercial Dentsply, el cual consiste en una pieza de mano portátil con tres tipos de puntas de polímero desechables, 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. En la mayoría de los estudios publicados, su acción de limpieza se ha reportado inferior a la lograda por la irrigación ultrasónica pasiva.

### Irrigación Ultrasónica

Los aparatos ultrasónicos fueron ampliamente utilizados en periodoncia antes de que Richman los introdujera a la endodoncia en 1957. La energía del ultrasonido produce altas frecuencias pero bajas amplitudes. Las limas oscilan entre 25 y 30 kHz. El uso de sistemas ultrasónicos como auxiliares en la irrigación es conocido como activación ultrasónica, este tipo de irrigación no involucra la instrumentación así como ningún contacto de las paredes dentinarias con la lima. Con esta tecnología no cortante, la

posibilidad de crear defectos en el conducto radicular fue reducida. 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 de la longitud de trabajo, el conducto radicular es irrigado nuevamente para sacar todos los remanentes.

Varios estudios han demostrado que la activación ultrasónica es más efectiva que la irrigación pasiva 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. (Vera et al, 2006)

### **Instrumentos que provocan presiones alternadas**

#### Sistema EndoVac

Este dispositivo permite realizar al mismo tiempo la irrigación de una notable cantidad de solución en la cámara y aspirar en la zona apical mediante la aplicación de vacío a la microcánula o aguja. 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, se introduce mediante un movimiento longitudinal de 2 mm arriba y abajo hasta la constricción apical. Después de la utilización de la macrocánula, se introduce una microcánula que es una aguja fina de .32 mm de diámetro que presenta en la punta 12 agujeros de pequeño calibre, se emplea al finalizar la preparación colocando la punta a la longitud de trabajo por 6 segundos seguido de extraer la punta 6 segundos más, varias veces. Diversos estudios han demostrado una mejor eficacia para limpiar las zonas de difícil acceso cuando se utiliza el sistema EndoVac.

En el 2010 Parente y cols. realizaron un estudio in vitro simulando sistemas de conductos abiertos y cerrados y concluyeron que la presión negativa es un método eficaz para superar los retos de la dinámica de los fluidos aun y cuando esta sea en un sistema de conductos cerrado.

El sistema EndoVac es considerado uno de los más seguros para realizar la irrigación, ya que al ser una presión negativa, la extrusión de solución más allá del ápice apical es mínima a comparación de otros sistemas, Alkahtani y cols, realizaron un estudio en el presente año donde demostraron que el sistema de irrigación EndoVac extruye significativamente menos solución irrigante que el método de irrigación convencional.

La anatomía del conducto en el tercio apical impone un desafío especial para lograr que la solución alcance la longitud de trabajo, el equilibrio entre la seguridad y la eficacia es particularmente importante en este ámbito. En la última década, los avances de la tecnología han llevado a la creación de nuevos sistemas de irrigación que permiten tener una amplia variedad de mecanismos para potencializar la acción de los irrigantes utilizados en endodoncia. (Haapasalo et al, 2014; Vera et al, 2006)

## MARCO DE REFERENCIA

Desde 1977 Salzgeber y Brilliant se dedicaron a estudiar la penetración de la solución irrigante en el conducto radicular, en ese entonces se estudiaba únicamente la irrigación convencional, con el paso del tiempo, se ha buscado un sistema de irrigación o un aparato para irrigar que logre remover el smear layer y al mismo tiempo logre que la solución irrigante alcance la longitud de trabajo, en el 2010 de Gregorio et al encontraron en conductos simulados laterales que al usar una irrigación negativa (sistema EndoVac) se limitaba la penetración de la solución a dichos conductos pero que la llevaba significativamente a la longitud de trabajo, a diferencia de la irrigación ultrasónica pasiva la cual penetraba con facilidad en los conductos laterales pero ésta no tenía la capacidad de llevar la solución a la longitud de trabajo, en cambio, en el 2012 Castelo-Baz et al encontraron que utilizar la irrigación continua ultrasónica aumentaba significativamente la penetración de la solución.

Al principio, se realizaban numerosos estudios comparando únicamente la irrigación convencional con la irrigación ultrasónica pasiva, desde el 2004 Lee et al compararon ambas técnicas de irrigación ya mencionadas y demostraron que al momento de remover el debris dentinario, la irrigación ultrasónica pasiva era más efectiva, en el 2009 Al-Jadaa A et al compararon la irrigación sónica y la ultrasónica pasiva, los resultados favorecieron a la IUP la cual demostró ser más efectiva disolviendo tejido orgánico, más tarde, en el 2010 Paragliola et al realizaron un estudio donde compararon la IUP con la forma convencional, los resultados apoyaron que la agitación del hipoclorito de sodio mediante una punta de ultrasonido aumenta la efectividad del irrigante final y lo lleva con más facilidad a las paredes del tercio apical, en el 2011 Adcock et al realizaron un estudio similar donde obtuvieron el mismo resultado, posteriormente comenzaron a realizarse más estudios comparando las técnicas anteriores pero esta vez se agregaba una técnica más de estudio, el sistema EndoVac.

Actualmente muchos estudios comparan la efectividad de la irrigación convencional, la irrigación ultrasónica pasiva y el sistema EndoVac, En el 2011 Howard et al concluyeron que al utilizar el sistema EndoVac como irrigación final, se lograba una mayor limpieza y desinfección de los conductos, a diferencia de Malentacca et al que en el 2012 concluyeron que la irrigación ultrasónica pasiva con aspiración continua tenía más eficacia al momento de irrigar comparada con la irrigación ultrasónica pasiva, irrigación convencional y el sistema EndoVac.

En el 2012, Muñoz y Camacho demostraron in vivo que tanto el EndoVac como la irrigación ultrasónica pasiva son más efectivas que la técnica de irrigación convencional al momento de llevar la solución irrigante a la longitud de trabajo de los conductos radiculares, más tarde Mancini et al compararon diversos sistemas de irrigación y llegaron a la conclusión de que ninguno removía por completo el smear layer, sin embargo, su estudio favoreció al sistema EndoVac cuando mostró los mejores resultados al llevar la solución irrigante a un mm antes de la longitud de trabajo, un reciente estudio del presente año, realizado por Dua et al concluyó en los mismos resultados de Mancini et al al comparar el sistema EndoVac con la irrigación convencional

Estudios pasados han comprobado que la amplitud tanto apical como del tercio medio y cervical, influyen de manera significativa al momento de llevar la solución irrigante a la longitud de trabajo como en el 2013, Gregorio et al concluyeron: “Una preparación apical de 40.06 aumenta significativamente el volumen y flujo del irrigante en la longitud de trabajo a pesar de la curvatura del conducto”. En el 2010 Brunson et al habían demostrado que un incremento en el volumen de la preparación apical y taper resulta significativa para la cantidad de solución que se deposita, también mencionaron que una preparación de 40.04 del conducto permitía mantener suficiente estructura dentaria y llevar un volumen amplio de solución al tercio apical utilizando irrigación ultrasónica pasiva.

Recientes estudios han demostrado que el sistema que ejerce presión negativa apical (EndoVac) produce mayor desinfección y limpieza en el tercio apical a comparación de los métodos utilizando presión positiva, uno de estos estudios es el realizado por Heilborn et al en el 2010, el cual demostró que el EndoVac tiene la capacidad de lograr significativamente mejor limpieza en el tercio apical de los conductos radiculares, así mismo en el 2010 Siu y Baumgartner demostraron que el sistema EndoVac logra una mayor disminución del debris a un mm de la longitud de trabajo, de igual manera en el 2011 Abrajithan et al compararon el sistema EndoVac con la irrigación pasiva obteniendo un resultado mucho más favorecedor para el EndoVac, incluso en el 2010 Gondim et al realizaron un estudio in vivo donde demostraron que el uso del EndoVac como método de irrigación disminuía significativamente el dolor post operatorio en comparación con la irrigación convencional, sin embargo, en el 2012 Jiang et al analizaron y compararon la irrigación ultrasónica pasiva, el sistema EndoVac y la irrigación convencional y al final concluyeron que la irrigación ultrasónica pasiva demostró ser más efectiva al momento de retirar el debris dentinario y pasar las irregularidades apicales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Universo del estudio

Se utilizaron raíces de conductos amplios como: distales de molares inferiores, palatinos de molares superiores, premolares de un solo conducto y piezas anteriores donde se pudo tomar la longitud de trabajo en una sola intención con una lima #20.

### Tamaño de la muestra

Se realizó el estudio en 20 conductos, en cada uno se analizaron los 4 métodos de irrigación a evaluar dándonos un total de 80 muestras, 4 grupos con 20 piezas cada uno.

Por las condiciones de la variable a evaluar del tipo cualitativa (presencia de la solución irrigante) donde además, se trata de una población infinita se estima el tamaño de la muestra con la aplicación de la siguiente fórmula general:

$$n = \frac{z^2 \rho q}{e^2}$$

### Criterios de selección

Criterios de Inclusión.

- Piezas con ápices cerrados
- Piezas que tengan un conducto único en casos uniradiculares y en casos multiradiculares, que sea un único distal o palatino.
- Que el conducto donde se realizará el experimento tenga una medida entre 19 y 21 mm.

Criterios de Exclusión.

- Piezas que no tengan buena integridad coronaria.
- Piezas que hayan tenido tratamiento de endodoncia previo.
- Conductos calcificados.
- Pacientes alérgicos al medio de contraste (Yodo).

#### Criterios de Eliminación.

- Conductos donde se haya fracturado algún instrumento.
- Raíces que se fracturen durante el procedimiento.
- Paciente con reflujo o náuseas durante la toma de radiografías.

### **Procedimiento**

#### **FASE I**

Se realizó previamente una solución con relación 1:1 de hipoclorito puro + Ioditrast M60 (solución a base de yodo) misma que se utilizaría como medio de contraste. Se llevó a cabo un estudio piloto en 4 piezas (2 centrales superiores y 2 premolares inferiores), en las cuales se analizaron los 4 métodos de irrigación para poder llevar a cabo el experimento.

#### **FASE II**

##### **IN VIVO**

Se realizó diagnóstico de la pieza y se tomó radiografía inicial periapical e interproximal, una vez seleccionada la pieza para el estudio, se le explicó al paciente el procedimiento y se dio a firmar una hoja de consentimiento informado. Se procedió a anestesiar utilizando mepivacaína al 2% con epinefrina y a realizar el aislamiento absoluto de la pieza. Se comenzó el tratamiento realizando el acceso con una fresa de bola #4, una vez hecho el acceso en línea recta (LA AXXESS de SybronEndo), se

verificó la permeabilidad del conducto con una lima #20, una vez verificada la permeabilidad, se procedió a tomar longitud de trabajo con el localizador electrónico de ápices morita root-zx. Se tomó radiografía para verificar la longitud de trabajo. (Todas las radiografías del estudio fueron tomadas con la ayuda del colimador de la marca Flow). Previo a la instrumentación se irrigó 1 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% de manera pasiva utilizando una jeringa y una aguja 27-G, con apertura en la punta y lateral (Endo-Eze Ultradent, South Jordan, UT) llevándola a su máxima penetración.

### **FASE III**

#### **EXPERIMENTO**

La instrumentación se llevó a cabo de la siguiente manera: se comenzó utilizando el instrumento ML1 (25/.08) del sistema Tf-Adaptive de la marca comercial SybronEndo, se irrigó un ml de la solución de contraste (previamente preparada) de manera pasiva utilizando la jeringa y aguja EndoEze, llevándola 2 mm de la longitud de trabajo. Se tomó la primera radiografía. Se continuó la instrumentación como lo indica el fabricante con el ML2 (35/.06), irrigando entre cada instrumento con 1 ml de NaOCl al 5.25%.

Después del ML2, se instrumentó con la lima 40/.04 del sistema TF, se irrigó de manera pasiva 1 ml de la solución de contraste, llevando la aguja (EndoEze) 2 mm antes de la longitud de trabajo. Se tomó la segunda radiografía.

Se secó el conducto y se volvió a llevar 1 ml de la solución irrigante al conducto de manera pasiva, después se activó la solución colocando la punta Irrisafe (Satelec) 3 mm antes de la longitud de trabajo durante 20 segundos, realizando pequeños movimientos arriba y abajo. Se realizó 2 veces más este procedimiento y se tomó una tercera radiografía.

Se secó el conducto y se procedió a irrigar con el sistema EndoVac y la solución previamente preparada siguiendo las indicaciones del fabricante, una vez realizado el procedimiento, se tomó una cuarta radiografía. Se procedió a terminar el tratamiento endodóntico de la manera adecuada para cada pieza.

## DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### TAMAÑO DE LA MUESTRA

Por las condiciones de la variable a evaluar del tipo cualitativa (presencia de la solución irrigante) donde además, se trata de una población infinita se estima el tamaño de la muestra con la aplicación de la siguiente fórmula general:

$$n = \frac{z^2 \rho q}{e^2}$$

Donde se sustituyeron los valores:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5125)(0.4875)}{(0.11)^2}$$

Dándonos un total de 79.32 muestras, por lo que se decidió redondear a 80. Obteniendo un total de 4 grupos de 20 muestras cada uno. Cada una de las muestras en cada grupo es un conducto. Mismos que fueron utilizados en cada uno de los 4 grupos

### HOJA DE CAPTURA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Grupo I																				
Grupo II																				
Grupo III																				
Grupo IV																				

Se analizaran resultados mediante Chi Cuadrada.

## RESULTADOS

Se observó la presencia de solución irrigante en los últimos 2 mm apicales, los resultados se capturaron en la tabla con un SI o NO. Una vez obtenidos los resultados de los 3 observadores, se analizaron mediante chi cuadrada los datos consensuados obtenidos al análisis de las radiografías de las 4 técnicas de irrigación.

### OBSERVADOR 1

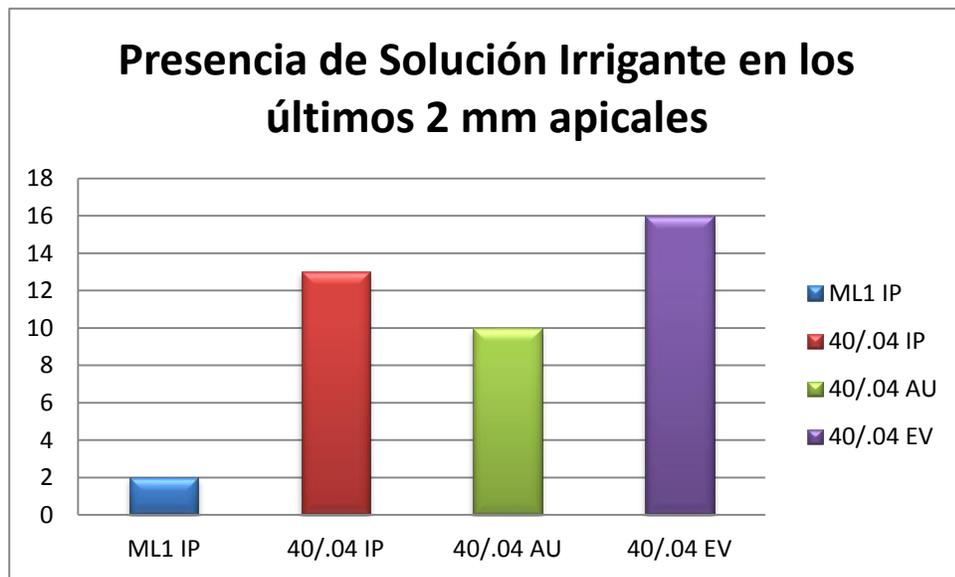
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Grupo I</b>	No	Si	No																	
<b>Grupo II</b>	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
<b>Grupo III</b>	No	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No
<b>Grupo IV</b>	No	Si	No	Si	Si	No	Si													

### OBSERVADOR 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Grupo I</b>	No	Si	Si	No																
<b>Grupo II</b>	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
<b>Grupo III</b>	No	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No
<b>Grupo IV</b>	No	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No							

### OBSERVADOR 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Grupo I</b>	No	Si	Si	No																
<b>Grupo II</b>	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
<b>Grupo III</b>	No	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No
<b>Grupo IV</b>	No	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No							



El índice de acuerdo más alto entre los 3 evaluadores se encontró entre los evaluadores 2 y 3 (Índice Kappa = 0.725). Los dos llegaron a un consenso en los datos en los que no hubo acuerdo inicial. Al analizar mediante chi cuadrado los datos consensuados, se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon las radiografías en los pasos 2, 3 y 4 con el paso 1 (después de utilizar el instrumento ML1 del sistema Tf-Adaptive) ( $p=7.3 \times 10^{-5}$ ). Mientras que el irrigante radiopaco se

encontró únicamente en los 2 últimos milímetros apicales de 2 muestras (10%) tras usar el instrumento ML1, sí fue detectado en el 65%, 50% y 80% de las muestras respectivamente tras la instrumentación con ML2, activación ultrasónica y posteriormente con Endovac; sin embargo las diferencias entre estos 3 grupos no fueron estadísticamente significativas.

RESULTADOS (IMÁGENES)

Pieza 1

ML1 IP



40/.04 IP



40/.04 AU



40/.04 Endo Vac



Pieza 3

ML1 IP



40/.04 IP



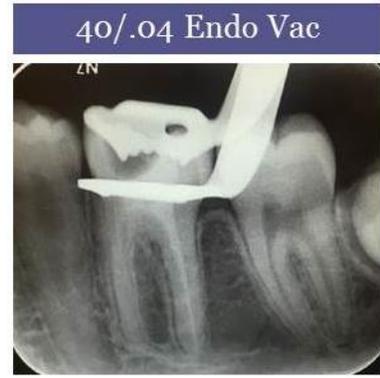
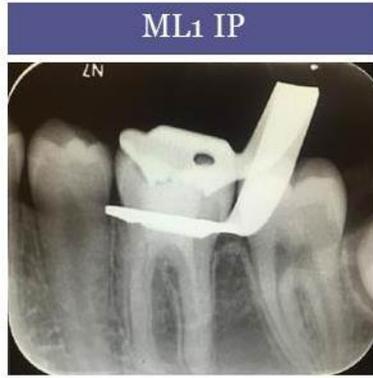
40/.04 AU



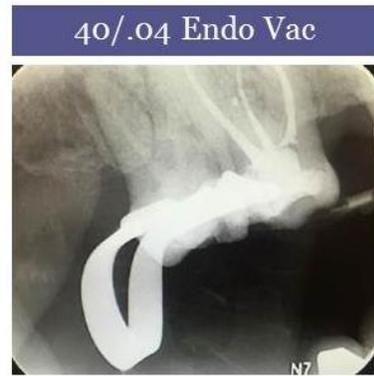
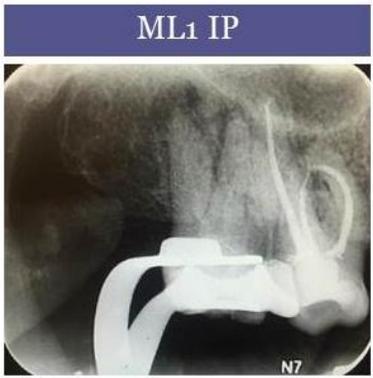
40/.04 Endo Vac



# Pieza 5



# Pieza 6



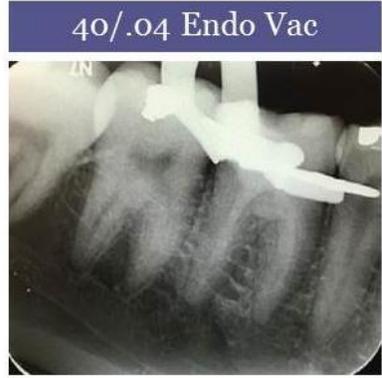
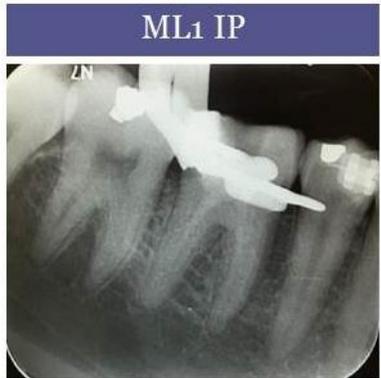
# Pieza 7



# Pieza 9



# Pieza 11



# Pieza 19



## DISCUSIÓN

Desde los años 70 se ha estudiado la penetración de la solución irrigante a los conductos, sin embargo únicamente analizaban la penetración de esta utilizando la técnica convencional, por eso el objetivo de este estudio fue comparar in vivo la eficacia de 3 diferentes técnicas de irrigación: irrigación pasiva, activación ultrasónica y el sistema EndoVac, se decidió trabajar en conductos amplios ya que nunca se había realizado una investigación semejante in vivo en la Facultad de Odontología de la UANL por lo que se quiso comenzar con estos conductos esperando que en un futuro se le dé seguimiento al estudio pero realizado en conductos estrechos.

Se utilizó Ioditrast M60 en el estudio ya que se buscaba una solución de contraste que fuera soluble en agua y tuviera una viscosidad y densidad similar a la del NaOCl al 5.25%, teniendo estas características y al ser una solución utilizada ampliamente en radiología, se decidió utilizarla.

Es bien sabido que una buena técnica de irrigación en el tercio apical es esencial para lograr la remoción adecuada de tejido, debris y bacterias el sistema de conductos, en este estudio como en muchos otros realizados previamente, se buscó comparar la penetración del hipoclorito de sodio al tercio apical, esto con la finalidad de saber cuál técnica es la más efectiva para lograr nuestro objetivo, sin embargo, en esta ocasión el estudio fue realizado in vivo y al igual que el realizado por Muñoz y Camacho en el 2012, donde concluyeron que la activación ultrasónica y el EndoVac eran más efectivos al momento de llevar la solución irrigante al tercio apical, esto resultó diferente en el presente estudio donde la irrigación pasiva y el EndoVac fueron superiores (por muy poco) a la activación ultrasónica, podemos adjudicar la diferencia de resultados a que el estudio realizado en el 2012 fue en conductos estrechos, incluyéndole a esto la diferencia en el sistema y la técnica de instrumentación utilizados.

De acuerdo a estudios previos, la medida ideal de la aguja utilizada en la jeringa es de 27-G, esto con la finalidad de poder llevarla hasta 2 mm antes de la longitud de trabajo en conductos preparados con una lima numero 3 (Khademi et al, 2006), por esta razón

se decidió utilizar la EndoEze (27-G) en el presente estudio y de igual forma llevar a cabo el experimento tras una instrumentación de 40/.04 con el sistema TF, buscando también lograr la penetración de la microcannula del EndoVac la cual tiene un diámetro de 0.32mm. (Muñoz y Camacho, 2012).

A pesar de que en el presente estudio la irrigación pasiva obtuvo un mejor resultado que la activación ultrasónica, esta técnica sigue siendo un tanto riesgosa. Al utilizar únicamente una presión positiva, se corre el riesgo de una extrusión del hipoclorito de sodio a los tejidos periapicales, causando inflamación, hematoma y dolor al paciente, para esto se sugiere el uso de una aguja con salida lateral (Park et al, 2013), en el presente estudio se llevó la aguja a 2 mm de la longitud de trabajo ya que estudios previos han demostrado que la solución penetra de 1-1.5 mm más allá de la longitud a la que se lleva la aguja (Chow, 1983), sin embargo es imposible calcular la presión ejercida en la jeringa ya que cada clínico lo hace de manera diferente, por eso Park et al en el 2013 sugieren utilizar una técnica distinta a la irrigación pasiva y buscar apoyo en diversos instrumentos y aparatos diseñados para lograr nuestro objetivo.

En los resultados obtenidos en el presente estudio, se obtuvo un mejor resultado en la irrigación pasiva comparada con la activación ultrasónica, podemos decir que esto se debe en parte a la amplitud de los conductos y en otra a que en la activación ultrasónica se llevó la irrigación a 3 mm antes de la longitud de trabajo, esto debido a que se ha demostrado que el hecho de introducirla más cerca puede ocasionar la extrusión de la solución a tejidos periapicales (Boutsioukis, 2014) y por esta razón es posible que la solución de contraste no se observara en el tercio apical de todas las muestras, sin embargo, en este estudio no se analizó la habilidad para remover tejidos remanentes, lo cual se ha comprobado en otros estudios (Jiang et al, 2012; Joy et al, 2015; Khaord et al, 2015; Townsend y Maki, 2009) que la activación ultrasónica sigue siendo muy efectiva para lograr dicho objetivo. Otra de las características importantes de esta técnica (que tampoco fue analizada en el estudio) es la activación del NaOCl produciendo calor y logrando una mejor efectividad de la solución (Zhender, 2006).

Otro factor que pudo haber participado en los resultados es el hecho de que este haya sido un estudio *in vivo*, únicamente se ha reportado un caso similar *in vivo* donde se evaluó el alcance de la solución comparando distintas técnicas.

A pesar de que no hubo una diferencia estadísticamente significativa, el EndoVac obtuvo los mejores resultados al momento de evaluar la presencia de la solución en los últimos 2 mm del conducto (80%). Los resultados obtenidos en el presente estudio, concuerdan con otros realizados previamente (Gregorio et al, 2012; Muñoz y Camacho, 2012) donde concluyen que el EndoVac es un sistema capaz de llevar la solución irrigante en toda la longitud de trabajo. Se ha demostrado que logra mejor remoción de debris y smear layer en el tercio apical cuando se compara con la irrigación pasiva (Shin et al, 2010; Mancini et al, 2013; Nielsen y Baumgartner 2007), sin embargo en este punto no ha demostrado ser superior a la activación ultrasónica (Muñoz y Camacho, 2012). Al ser un sistema de presión negativa, nos da la seguridad de que no habrá una extrusión de NaOCl a tejidos periapicales (Hockett et al, 2008).

El interés de buscar llevar la solución a toda la longitud de trabajo es causado por el hecho de que el hipoclorito de sodio necesita estar en contacto con la superficie para lograr su efecto, sin embargo este no es el único objetivo de la irrigación, existen otros factores (como la capacidad de desinfección y de remoción de debris y tejido remanente) que no fueron evaluados en este estudio y son importantes al momento de elegir la técnica de irrigación con la intención de lograr el objetivo deseado.

## CONCLUSIÓN

En base al presente estudio y de acuerdo a los resultados se concluyó que no hay diferencias estadísticamente significativas al comparar los 3 métodos de irrigación.

La irrigación pasiva fue capaz de llevar la solución en 13 de las 20 piezas, siendo efectiva pero no la más segura debido al riesgo de extrusión de la solución.

La activación ultrasónica fue la menos efectiva al momento de llevar la solución a la parte apical, lográndolo únicamente en 10 de las 20 piezas evaluadas.

A pesar de que no hubo diferencia significativa entre las técnicas podemos decir que el sistema EndoVac obtuvo mejores resultados clínicos al lograr llevar en un mayor número de piezas (16) la solución a los últimos 2 mm apicales.

Es importante mencionar que existen otros factores que no fueron evaluados en este estudio que se consideran importantes en la técnica de irrigación como la capacidad para remover debris y llevar la solución a conductos laterales e istmos.

## RECOMENDACIONES

En base a lo concluido en este estudio se recomienda realizar un estudio donde se comparen las diferentes técnicas pero con otros objetivos, como evaluar la capacidad de cada uno para remover debris o comparar la capacidad que tienen para llevar la solución a conductos laterales e istmos. De igual manera se sugiere hacer un estudio semejante al presentado pero en conductos estrechos.

## 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 Sep;112(3):407-11. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.02.024. Epub 2011 Jun 12.
2. Adcock JM, Sidow SJ, Looney SW, Liu Y, McNally K, Lindsey K, Tay FR. Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *J Endod.* 2011 Apr;37(4):544-8. doi: 10.1016/j.joen.2011.01.006.
3. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Acoustic Hypochlorite activation in simulated curved Canals. *J Endod.* 2009 Oct;35(10):1408-11. doi: 10.1016/j.joen.2009.07.007.
4. Alkahtani A, Al Khudhairi TD, Anil S. A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems. *BMC Oral Health.* 2014 Feb 11;14:12. doi: 10.1186/1472-6831-14-12.
5. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. The Effect of Needle-insertion Depth on the Irrigant Flow in the Root Canal: Evaluation Using an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. *J Endod.* 2010 Oct;36(10):1664-8. doi: 10.1016/j.joen.2010.06.023. Epub 2010 Aug 17
6. Boutsoukis C, Psimma Z, Kastrinakis E. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *Int Endod J.* 2014 May;47(5):487-96. doi: 10.1111/iej.12176. Epub 2013 Aug 28.

7. 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 Apr;36(4):721-4. doi: 10.1016/j.joen.2009.11.028. Epub 2010 Feb 6.
8. Cachovan G, Schiffner U, Altenhof S, Guentsch A, Pfister W, Eick S. Comparative Antibacterial Efficacies of Hydrodynamic and Ultrasonic Irrigation Systems In Vitro. *J Endod.* 2013 Sep;39(9):1171-5. doi: 10.1016/j.joen.2013.06.008.
9. 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 May;38(5):688-91. doi: 10.1016/j.joen.2011.12.032. Epub 2012 Jan 29.
10. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 1983;9: 475–9.
11. De Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Del Rio V, Oltra E, Cohenca N. Effect of Apical Size and Taper on Volume of Irrigant Delivered at Working Length with Apical Negative Pressure at Different Root Curvatures. *J Endod.* 2013 Jan;39(1):119-24. doi: 10.1016/j.joen.2012.10.008. Epub 2012 Nov 14.
12. 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 Jul;36(7):1216-21. doi: 10.1016/j.joen.2010.02.019. Epub 2010 Mar 29.
13. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod* 2009;35:545–9.

14. Dua D, Dua A, Uppin VM. A scanning electron microscopic evaluation of intracanal smear layer removal by two different final irrigation activation systems. *Contemp Clin Dent*. 2014 Jan;5(1):37-41. doi: 10.4103/0976-237X.128661.
15. Gade VJ, Sedani SK, Lokade JS, Belsare LD, Gade JR. Comparative evaluation of debris removal from root canal wall by using EndoVac and conventional needle irrigation: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2013 Oct;4(4):432-6. doi: 10.4103/0976-237X.123019.
16. Gondim E Jr, Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial.
17. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Topics* 2006;10:103–22.
18. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014 Mar;216(6):299-303. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.204.
19. Harrison JW, Hand RE. The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*. 1981 Mar;7(3):128-32.
20. Heilborn C, Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Cleaning efficacy of an apical negative-pressure irrigation system at different exposure times. *Quintessence Int*. 2010 Oct;41(9):759-67.

21. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod.* 2012 Jun;38(6):838-41. doi: 10.1016/j.joen.2012.03.002. Epub 2012 Apr 24.
22. Joy J, Mathias J, Sagir VM, Babu BP, Chirayath KJ, Hameed H. Bacterial Biofilm Removal Using Static and Passive Ultrasonic Irrigation. *J Int Oral Health.* 2015 Jul;7(7):42-7.
23. 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.
24. Khaord P, Amin A, Shah MB, Uthappa R, Raj N, Kachalia T, Kharod H. Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar: A scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent.* 2015 Jul-Aug;18(4):321-6. doi: 10.4103/0972-0707.159742.
25. Lee SJ, 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 Oct;37(10):672-8.
26. Malentacca A, Uccioli U, Zangari D, Lajolo C, Fabiani C. Efficacy and Safety of Various Active Irrigation Devices When Used with Either Positive or Negative Pressure: An In Vitro Study. *J Endod.* 2012 Dec;38(12):1622-6. doi: 10.1016/j.joen.2012.09.009. Epub 2012 Oct 17.
27. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. *J Endod.* 2013 Nov;39(11):1456-60. doi: 10.1016/j.joen.2013.07.028. Epub 2013 Sep 6.

28. Miller TA, Baumgartner JC. Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod.* 2010 Mar;36(3):509-11. doi: 10.1016/j.joen.2009.10.008. Epub 2010 Jan 25.
29. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod.* 2011 Dec;37(12):1677-81. doi: 10.1016/j.joen.2011.09.004. Epub 2011 Oct 22.
30. 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 Apr; 38(4):445-8. doi: 10.1016/j.joen.2011.12.007. Epub 2012 Jan 10.
31. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007 May;33(5):611-5. Epub 2007 Mar 26.
32. Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzoni A, Nato F, Tay FR, Breschi L, Grandini S. Final rinse optimization: Influence of different agitation protocols. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):282-5. doi: 10.1016/j.joen.2009.10.004. Epub 2009 Dec 4.
33. Parente JM, Loushine RJ, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. *Int Endod J.* 2010 Nov;43(11):1001-12. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01755.x. Epub 2010 Aug 16
34. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root Canals. *J Endod.* 1977 Oct;3(10):394-8.

35. Shin SJ, Kim HK, Jung IY, Lee CY, Lee SJ, Kim E. Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Mar;109(3):479-84. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.10.050.
36. Singh PK. Root canal complications: “the hypochlorite accident”. *SADJ.* 2010 Oct;65(9):416-9.
37. Siu C, Baumgartner JC. Comparison of the Debridement Efficacy of the EndoVac Irrigation System and Conventional Needle Root Canal Irrigation In Vivo. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1782-5. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.023. Epub 2010 Sep 16.
38. 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.
39. Vera J, Arias A, Romero M Dynamic movement of intracanal gas bubbles during cleaning and shaping procedures: the effect of maintaining apical patency on their presence in the middle and cervical thirds of human root canals-an in vivo study, *J Endod.* 2012 Feb;38(2):200-3. doi: 10.1016/j.joen.2011.10.026. Epub 2011 Dec 6
40. Vera J, Arias A, Romero M. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Third of Root Canals When Using Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vivo Study. *J Endod.* 2011 Sep;37(9):1276-8. doi: 10.1016/j.joen.2011.05.042. Epub 2011 Jul 16.
41. Vera J, Benavides, Moreno, Romero. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. *Endodoncia* 2012; 30 (Nº1):31-44.
42. Zehnder M. Root Canal Irrigants. *J Endod.* 2006 May;32(5):389-98ñ.