



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA

# **TESINA**

## **SISTEMAS ACTIVADORES DE LA IRRIGACIÓN ENDODONTICA**

PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

PRESENTA:

**C.D. YERANEA SANTELIZ VALENZUELA**

ASESOR:

**M.C.S.P. JORGE DE JESÚS JÓNAPA ESCOBAR**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.**

**MAYO DE 2017**



# DEDICATORIA

## A DIOS

Por darme la dicha de vivir y estar a mi lado en cada etapa de mi vida, ayudándome en mis metas a pesar de mis imperfecciones como humano, y estar conmigo día a día, sin nunca dejarme caer y darme siempre la fortaleza en mi alma.

## A MI MADRE

Por amarme como nadie en este mundo,  
por creer en mí, por ser mi mayor  
fortaleza y ejemplo en esta vida,  
te amo demasiado y Dios te guarde  
muchos años más con nosotros,  
mi hermosa madre.

# SISTEMAS ACTIVADORES DE LA IRRIGACIÓN ENDODONTICA

Yeranea Santeliz Valenzuela<sup>1</sup>, Jorge De Jesús Jonapá Escobar <sup>2</sup>.

1. CIRUJANO DENTISTA, ALUMNA DE POSGRADO DE ENDODONCIA.

2. C.D. DE PRACTICA PRIVADA, MAESTRO EN CIENCIAS EN SALUD PÚBLICA , DOCENTE DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PUBLICA DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, DOCENTE EN LA ESPECIALIDAD DE ENDODONCIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, JEFE DE OFICINA DEL LABORATORIO DE INVESTIGACION DE LA ESCUELA DE MEDICINA EN EL INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHIAPAS, UNIVERSIDAD SALAZAR.

**RESUMEN:** La irrigación es un requisito esencial para el tratamiento endodóntico, dentro del cual el proceso de activación de los irrigantes es un paso crucial para la eliminación de barrillo dentinario para una mejor limpieza y desinfección de los conductos radiculares. Este artículo presenta un resumen de los sistemas activadores en la irrigación endodóntica, basándose en sus características y eficacia. Estos dispositivos pueden ser divididos en manuales y asistidos por máquinas, los cuales han sido analizados para conocer su utilidad clínica, con la finalidad de obtener una adecuada desinfección en nuestros tratamientos.

**PALABRAS CLAVE:** ACTIVADORES DE IRRIGANTES, SISTEMAS ACTIVADORES, IRRIGADORES.

**ABSTRACT:** Irrigation is an essential requirement for endodontic treatment. Inside which the process of activation of the irrigator is a crucial step for the removal of the smear layer for a better cleaning and disinfection of the root canals. This article presents a summary of the activators systems in endodontic irrigation, based on their characteristics and effectiveness. These devices can be divided into manuals and assisted by machines, which have been analyzed to know its clinical utility, with the purpose of obtaining an adequate disinfection in our treatments.

**KEY WORDS:** IRRIGATIONS ACTIVATORS, SYSTEMS ACTIVATORS, IRRIGATIONS.

La irrigación es el proceso del lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que pueden estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares. Actualmente se conoce que la irrigación tiene un papel dominante en cada una de las diferentes etapas de la preparación del conducto radicular ya que simultáneamente cumple con varias funciones, siendo la principal el arrastre y eliminación del barrillo dentinario.

Los sistemas de activación de los irrigantes son técnicas y dispositivos que se emplean con la finalidad de obtener una limpieza óptima, durante el tratamiento endodóntico. Generando un movimiento de las soluciones irrigadoras hacia los conductos accesorios, túbulos dentinarios y zonas inaccesibles durante la instrumentación. Dentro de los usos que se han reportado en la literatura para los sistemas de activación en la irrigación endodóntica se encuentran: Aumentar la eficacia de desinfección<sup>1,2,3,4,5</sup> remoción de barrillo dentinario<sup>7,8,9,10,11,12,13,14,15,16</sup>, eliminación de medicación intraconducto<sup>17,18</sup> y eliminación de tejido pulpar en zonas anatómicas del sistema de conductos radiculares que son inaccesibles durante la instrumentación<sup>19,20,21</sup>.

Un estudio reciente realizado por Justo y Cols. En el que se evaluaron diferentes protocolos de irrigación con y sin activación ultrasónica, concluyó que la irrigación ultrasónica pasiva (IUP) fue más eficaz en la eliminación de barrillo dentinario en el tercio apical que aquellos protocolos sin activación del irrigante<sup>22</sup>. Este resultado es apoyado por Raffaele Paragliola y Cols. Quien demuestra que el uso de una activación ultrasónica aumenta la eficacia de la limpieza en comparación con los grupos sin activación<sup>1</sup>. Otro estudio realizado por Gregory y Cols. Demuestra resultados similares de la efectividad de diferentes sistemas de activación en conductos curvos manejando, la activación manual con gutapercha, RinsEndo y Endoactivator eliminando mayor barrillo dentinario a diferencia del grupo control que se llevo sin activación<sup>23</sup>.

Es por ello que los sistemas de activación de los irrigantes son de relevancia para eliminación de restos pulpares remanentes o dentina infectada en las paredes, antes de la obturación. Actualmente se ha observado que el uso de sistemas de activación de irrigantes en endodoncia va en aumento entre odontólogos y, principalmente especialistas en esta disciplina, en una encuesta realiza en la web por miembros de la Asociación Americana de Endodoncia se observo que casi la mitad de los encuestados están utilizando algún tipo de complemento, con un 48% utilizando activación por ultrasonidos, 34% con activación Sónica (o subsónico), y 10% usando un sistema de presión negativa<sup>24</sup>. Por tal motivo este artículo tiene por objetivo describir las características y la efectividad de los diferentes sistemas de activación en la irrigación endodóntica.

## Sistemas Activadores

A lo largo de la historia de la endodoncia, se han realizado continuamente esfuerzos por desarrollar sistemas de activación para los irrigantes que permitan llevar a cabo una irrigación más eficiente. Los sistemas de activación en la irrigación endodóntica se dividen en 2 categorías: manuales y asistido por máquinas (ver figura 1).

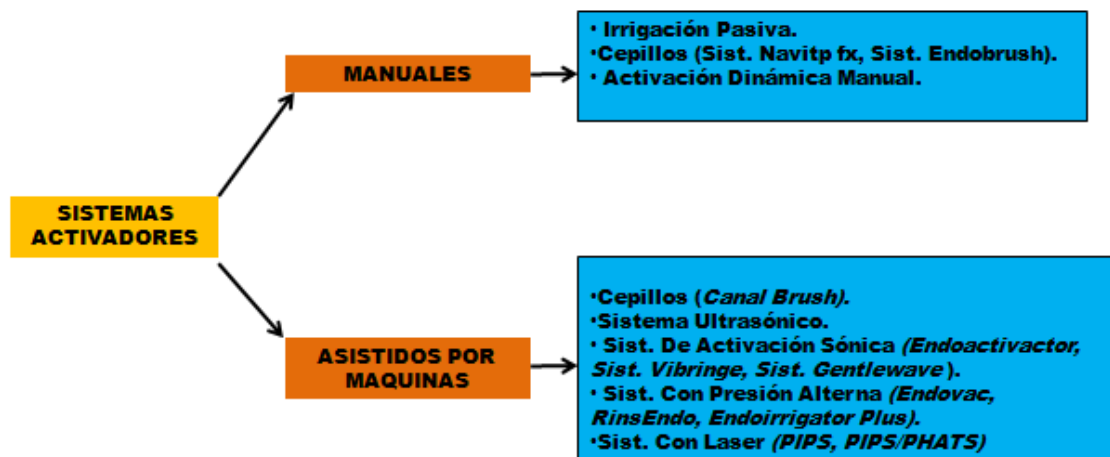


Figura 1. Sistemas de activación

### SISTEMAS DE ACTIVACIÓN MANUAL

#### Irrigación pasiva

La técnica de irrigación convencional o irrigación pasiva consiste en depositar el irrigante mediante una jeringa con agujas de diversos calibres, introduciendo y retirando de forma pasiva la aguja en el conducto radicular. La eficacia de esta irrigación depende de varios factores: La profundidad de penetración de la aguja, el diámetro del conducto radicular, el diámetro interno y externo de la aguja, la presión de irrigación, viscosidad del irrigante, la velocidad del irrigante en la punta de la aguja, tipo y orientación del bisel de la aguja. El tamaño y longitud de la aguja de irrigación respecto a la dimensión del conducto es fundamental para que la irrigación sea eficaz. Así mismo, si el diámetro externo de la aguja es demasiado grande o rígido, puede impedir la introducción del irrigante en el punto más apical del conducto radicular o en áreas de conductos curvos. El diámetro interno de la aguja se correlaciona con la presión necesaria para mover el émbolo de la jeringa y la velocidad a la que se sale el irrigante. Al respecto Moser y Heuer midieron la presión necesaria para activar el émbolo en agujas de irrigación de diferentes tamaños y tipos. Determinaron la presión necesaria para irrigar con agujas de mayor diámetro (calibre 23 a

24) en comparación con diámetros más pequeños (calibre 24 a 30), encontrando que las agujas más grandes colocadas a mayor distancia del ápice no fueron tan eficaces durante la irrigación para llevar el irrigante a la porción apical como las agujas de diámetro menor y más próximas al ápice <sup>25</sup>. Las agujas estándar tienen un diámetro externo de 0,40 mm (calibre 27), pero también existen puntas de irrigación especiales con diámetros externos de 0,30 mm (calibre 30). En conductos curvos, la mejor opción es utilizar agujas de calibre .30 por ser muy flexibles, lo que permite alcanzar una buena profundidad. Con el fin de aumentar la seguridad de la irrigación y evitar la extrusión apical del irrigante, algunas agujas liberan la solución por aberturas laterales y tienen una punta cerrada <sup>25</sup>. Este último diseño ha sido propuesto para mejorar la activación hidrodinámica de un irrigante y reducir la posibilidad de extrusión apical.

La irrigación con jeringa debe estar a menos 1 mm de la longitud de trabajo (LT) y es importante recalcar que la aguja debe permanecer holgada en el conducto radicular para permitir el correcto flujo de la solución hacia la porción coronal. Las principales desventajas de la irrigación pasiva convencional (IPC) es la baja eliminación de barrillo dentinario dentro de los conductos radiculares y el riesgo de llevar a cabo extrusión del irrigante ocasionando dolor, inflamación, tumefacción y severo daños a los tejidos periapicales <sup>25</sup>. Otra desventaja de este sistema es que, el irrigante sólo profundiza 1mm más allá de la punta de la aguja, lo cual resulta inadecuado para la acción de limpieza mecánica producida por la irrigación de la aguja de la jeringa convencional que es relativamente débil<sup>26</sup>.

Otro punto a considerar para la efectividad de la irrigación pasiva convencional es el tamaño de la preparación apical, se ha informado que cuando el conducto se amplía a menos del tamaño de una lima 40 la irrigación es menos eficaz. Los datos del estudio de Falk y Sedgley mostraron, además, que la eficacia de la irrigación se redujo significativamente en conductos preparados a una lima #30 en comparación con una #60 <sup>27</sup>.

### ***Agujas***

La irrigación con jeringa y aguja sigue siendo el método más utilizado <sup>28,29</sup>. Sin embargo, se ha demostrado una baja eficacia de limpieza de este procedimiento en la porción apical del conducto <sup>30,31,32</sup>. Es por ello que para aumentar la eficacia de la irrigación, se han propuesto diferentes diseños de agujas <sup>33</sup>. Actualmente, hay dos tipos de agujas, las de diseño con punta abierta y las de punta cerrada. Dentro de las primeras se encuentra las de punta plana (NaviTip; Ultradent, South Jordan, UT), las biseladas (Precision Glide; Becton Dickinson & Co, Franklin Lakes, NJ) y la de salida lateral con punta abierta (AppliVac; Vista dental, Racine, WI). Dentro de las agujas con diseño de punta cerrada se encuentran de manera comercial los diseños de salida lateral única (KerrHawe Irrigation Probe; KerrHawe SA, Bioggio, Switzerland), salida lateral doble (Endo-Irrigation Needle; Transcodent, Neumünster, Germany), y salidas múltiples (EndoVac micro cánula; Discus Dental, Culver City, CA <sup>34</sup>. El estudio realizado por Boutsoukis y cols. Menciona que las agujas de punta abierta (plana, biselada y salida lateral abierta) son las que presentan un mayor desplazamiento de irrigante a partir de la punta de la aguja <sup>26</sup>. A diferencia de la aguja con salida lateral cerrada que es más eficiente que las biseladas y los de salida lateral

abierta en la eliminación de colorante o biofilms<sup>35,36</sup>. Las agujas con salida múltiple se recomiendan solo como parte de un sistema de presión negativa, ya que debido a la limitada penetración de irrigante requieren colocarse muy cerca de la LT, de ser posible a menos 1mm. Respecto al riesgo de extrusión del irrigante a la región perirradicular, Psimma y Cols. Concluyeron que el diseño de aguja con punta abierta extruye significativamente más irrigante que las agujas cerradas cuando se encuentra a 1 o 5 mm, en conductos instrumentados a un calibre #25<sup>37</sup>.

## Cepillos

### *Sistema NAVITIP FX*

Los cepillos no se utilizan directamente con el irrigante en los conductos. Son complementos que se han diseñado para la limpieza de las paredes de los conductos o activación del irrigante. **NAVITIP FX** (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) es una aguja de calibre 30, cubierta con un cepillo. Un estudio realizado por Al-Hadlaq y Cols. reporta una mejor limpieza en el tercio coronal empleando la Navitp Fx en comparación con otros cepillos. Sin embargo, las diferencias en los tercios apicales y medios no fueron estadísticamente significativas<sup>38</sup>. A pesar de las ventajas que ofrece el empleo de esta punta, la fricción creada entre las cerdas del cepillo y las irregularidades del conducto podría dar como resultado la dislocación de las cerdas en los conductos radiculares, las cuales no son fácilmente localizadas y removidas por los especialistas, incluso usando un microscopio quirúrgico<sup>38</sup>.

### *Sistema ENDOBRUSH*

El **ENDOBRUSH** (C & S microinstrumentos Ltd, Markham, Ontario, Canadá) es un cepillo en espiral diseñado para el uso endodóntico que consta de cerdas de nylon fijados en cables trenzados con un mango unido. Keir y Cols. en un estudio manejo el endobrush a LT con un movimiento de rotación de 90 grados combinada con un movimiento de empuje-tracción de 2 a 3 mm durante 1 minuto. Los resultados de este estudio indicaron que el endobrush fue significativamente mejor para la eliminación de barrillo dentinario que el grupo únicamente irrigado durante la instrumentación del conducto. Sin embargo, una de las desventajas es que el endobrush no puede ser utilizado a la longitud completa de trabajo debido a su tamaño, lo que podría dar lugar a la acumulación de desechos en la porción apical del conducto después del cepillado<sup>39</sup>.

### **Activación Dinámica Manual**

La activación consiste en el empleo de un cono maestro ajustado a menos 2 -3 mm de la longitud de trabajo (LT) haciendo movimientos de entrada y salida, lo que produce un efecto hidrodinámico y mejorar el desplazamiento de los irrigantes. Esta técnica ha demostrado las puntuaciones más altas para la remoción de barrillo dentinario en el conducto que otras técnicas.<sup>40</sup> Ya que le permite una mejor penetración del irrigante en el conducto, tanto longitudinal (corono-apical) como lateralmente. Siempre y cuando la dimensión del conducto utilizado tenga un ensanchamiento apical de # 40 con conicidad de .02<sup>40,41</sup>. Se ha demostrado que la frecuencia del movimiento de entrada y salida de la punta

de gutapercha (3,3 Hz, 100 movimientos en 30 seg.) es más alta que la frecuencia (1,6 HZ) de la presión hidrodinámica positiva y negativa generada por el dispositivo RinsEndo, posiblemente generando más turbulencia intraconducto. Además de una acción hidrodinámica y producción de corrientes en forma de remolinos <sup>42</sup>. La formación de burbuja de aire (también llamado fenómeno de bloqueo por vapor) es una de las razones importantes por el cual el irrigante no llega de forma satisfactoria al tercio apical de los conductos, resultando una limpieza no optima en su limpieza. La irrigación manual dinámica ayuda en el desbloqueo de dichas burbujas <sup>43</sup>. La activación dinámica manual (ADM) ha demostrado una mayor eliminación de barrillo dentinario en comparación con el sistema EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA), UIP, y la irrigación pasiva convencional <sup>44</sup>. Gregory y Cols. evaluaron la ADM empleando 1 ml de EDTA al 17% a una frecuencia de activación de 100 movimientos por minuto y después 3ml de hipoclorito al 3% activándose durante 30 segundos por conducto y observaron que al emplear un cono de gutapercha que se adapta estrechamente a las dimensiones de la forma del conducto se obtienen resultados similares al sistema EndoActivator, generando conductos radiculares más limpios, en comparación con la técnica de irrigación pasiva convencional. Este estudio utilizó <sup>23</sup>. Aunque la irrigación manual dinámica se ha defendido por ser un método fácil y económico, su aplicación en la práctica habitual se considera complicada, a diferencia de los nuevos sistemas de activación automatizados comercialmente disponibles <sup>45</sup>. Prasanna y Cols. En sus resultados nos muestra resultados similares de limpieza entre la Irrigación ultrasónica pasiva (UIP) y la activación dinámica manual (MDA). El protocolo utilizado fue 10ml de hipoclorito al 3% en un periodo de 90 segundos, 3ml de EDTA al 17% activado durante 60 segundos con una gutapercha F2 con movimientos de vaivén cortos. y finalmente solución salina activada durante 1 min <sup>21</sup>.

## SISTEMAS DE ACTIVACIÓN ASISTIDA CON MAQUINAS

### Cepillo

#### *Sistema CANALBRUSH*

**CANALBRUSH** (ColteneWhaledent, Langenau, Alemania) es un microcepillo endodóntico, fabricado para la limpieza de las paredes del conducto. Se caracteriza por ser altamente flexible, por sus cerdas de polipropileno. Este sistema puede ser utilizado manualmente ó en un contra-ángulo, funcionando a 600 rpm. Un estudio realizado por Kamel y Kataia demostró que la activación de agentes quelantes con CanalBrush en forma rotatoria incrementa la eficacia de la eliminación de la capa de barrillo dentinario <sup>46</sup>. Por otra parte, Tina Rodig y cols. Analizaron en microscopio electrónico de barrido los órganos dentales del grupo CanalBrush (CB) los cuales mostraron una superficie de dentina libre de residuos de debris y barrillo dentinario en un 60% estadísticamente sin presentar diferencia significativa con la IUP (Irrigación ultrasónica pasiva) <sup>9</sup>. M. Al-Ali y Cols. mostraron resultados similares de eficacia entre CanalBrush y IUP <sup>14</sup>. Contrario a los resultados reportados por Grasielle Assis, en el cuales se observó una mayor cantidad de barrillo dentinario en las superficies de los conductos radiculares en los grupos del sistemas CanalBrush en comparación con los grupos activación ultrasónica, laser y activación manual F5 protaper universal <sup>10</sup>.



## Sistema Ultrasónico

Los primeros dispositivos ultrasónicos fueron introducidos en endodoncia por Richman anteriormente utilizados en el área de periodoncia. Las limas activadas por los ultrasonidos tienen el potencial de limpiar mecánicamente los conductos radiculares. Las limas se emplean a frecuencias ultrasónicas de 25 a 30 kHz. Funcionando por una vibración transversa, configurando un patrón característico de nodos y antinodos en su longitud<sup>25</sup>. La irrigación ultrasónica pasiva (IUP) fue descrita por Weller y Cols. El término pasivo no describe adecuadamente el proceso, ya que es una técnica de activación de los irrigantes; Sin embargo, cuando se introdujo por primera vez el término pasivo, se relacionó con "la acción no cortante de la punta del ultrasonido activado". Basándose en la transmisión de energía acústica a partir de una lima oscilante lisa, sin mantener contacto con las paredes del conducto. Dicha energía es transmitida por medio de ondas ultrasónicas que inducen a la formación de corrientes acústicas,<sup>47,48</sup> lo cual genera una mayor penetración de irrigante en los túbulos en el tercio apical del conducto, aumentando el flujo de corriente y volumen del irrigante<sup>49</sup>. La activación ultrasónica pasiva puede ser lograda por limas de acero inoxidable o níquel-titanio, de diferentes calibres ISO 15 al 40. Las limas ultrasónicas son fabricadas por varias compañías dentales pero todas se emplean con el mismo diseño de adaptador, el cual consiste en una punta que al ser ajustada mediante una tuerca, asegura las limas en su extremo para su activación. Hay limas de punta no cortante, como la lima Irrisafe (Acteón), de acero inoxidable, su diseño evita cortes de dentina que afecten a la anatomía apical. La lima ultrasónica se coloca en el tercio apical o a longitud de trabajo del conducto, con el conducto lleno de irrigante, activándose en una potencia media. No está claro exactamente cuánto tiempo de activación es necesaria para tener un impacto positivo en la limpieza del conducto, pero varios estudios han demostrado que 1 minuto de activación ha dado lugar a conductos perceptiblemente limpios con mejor penetración del irrigantes en los conductos<sup>50,51</sup>. Actualmente este sistema ha sido comparado con la irrigación de láser de erbio (Er: YAG o Er, Cr: YSGG) demostrando su eficacia sin diferencias significativas pero manejando el sistema ultrasónico con una irrigación intermitente (3 x 20 segundos)<sup>52</sup>. Esto podría ser beneficioso para el transporte de agentes quelantes y mejorar la eliminación barrillo dentinario en el tercio apical del conducto<sup>53</sup>. Sin embargo, la eficacia de esta técnica IUP depende de la penetración de la lima ultrasónica a 1 a 2 mm de la longitud de trabajo, que es difícil de conseguir en conductos curvos, y el volumen del irrigante activado es limitado<sup>54</sup>.

## Sistema de Activación Sónica

Ironstad fue el primero en reportar el uso de un instrumento sónico en endodoncia en 1985. La irrigación sónica difiere de la ultrasónica ya que esta opera a una frecuencia más baja (1-6 kHz); generando un mayor movimiento en la punta de la lima, con patrones de oscilación diferentes a los del sistema ultrasónico. El sistema sónico presenta una oscilación longitudinal, una oscilación mínima de amplitud es considerado un nodo, mientras que una oscilación máxima de amplitud representa un antinodo. Este modo de vibración ha demostrado ser particularmente eficaz para el desbridamiento de conducto. Convencionalmente, la irrigación sónica se lleva a cabo mediante el uso de una pieza mano 1500 MM (Micro Mega) (Medidenta International, Inc, Woodside, NY) que se un

limas sónicas como el Rispisonic que tienen un diseño de 8 hojas cortantes con una punta de seguridad, contiene una variedad de calibres ISO que va del 15 al 40, así mismo estas puntas podrían dañar las paredes del conducto durante la activación <sup>45</sup>. Otra punta similar son las Shaper Sonic con 16 hojas de corte con el mismo número de ISO y punta no cortante. Las Triosonic o también llamada helisonic son semejantes a una lima Hedstroem con punta no cortante que van del calibre 15 al 40. Actualmente existe una diversidad de limas sónicas de las casa comerciales (SonicLine de Komet, SonicFlex de Kavo, EDDY™ (Sonic Powered Endo Irrigation de VDW))<sup>55</sup>. Las limas sónicas trabajan a 1.5 o 2 mm de LT, las limas ISO #15 pueden utilizarse en instrumentaciones manuales mínimas de #20

<sup>55</sup>.

### *Endoactivator*

El sistema Endoactivator consiste en una pieza de mano portátil con tres tipos de puntas de polímero desechables de diferentes tamaños, no cortantes y fáciles de usar para activar los irrigantes durante el tratamiento endodóntico. Las puntas están diseñadas para ser fuertes, flexibles y no romperse fácilmente <sup>25</sup>. La punta de las limas vibra en oscilaciones que va de 1 a 10 kHz, en movimientos verticales cortos, de forma sinérgica que produce un fenómeno hidrodinámico de gran alcance. En general, 10.000 ciclos por minuto (cpm) se ha demostrado ser óptimo para eliminar barrillo dentinario y biofilm <sup>23</sup>. Una de las desventajas de este sistema es que las puntas de polímero son radiolúcidas, si llegan a romperse puede ser difícil encontrarlas dentro del conducto radicular. Gregory Caron en sus resultados nos muestra que el sistema Endoactivator elimino barrillo dentinario con una puntuación de 2, que equivale a un alto nivel de limpieza en la porción del tercio apical a comparación del sistema manual dinámico, así mismo el sistema EndoActivactor demostró una cantidad mínima de extrusión apical del irrigante, en comparación con el sistema manual dinámico, UIP y Rinsendo (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemania) que tuvieron una extrusión significativamente mayor<sup>23</sup>. Kanter y Cols. demostraron que EndoActivator fue significativamente superior a la irrigación ultrasónica en la eliminación de barrillo dentinario<sup>56</sup>. Otro estudio, corrobora dichos resultados al encontrar al EndoActivator (EA) más eficaz que la irrigación ultrasónica en la eliminación de barrillo dentinario <sup>57,58</sup>. Manuele Mancini en su estudio, reporta que el sistema de EndoActivator mostró resultados similares con el sistema EndoVac, en relación con el grado de limpieza a los 3, 5, y 8 mm desde el vértice del ápice<sup>4</sup>.

### *Sistema Vibringe*

Es un dispositivo que combina la irrigación pasiva convencional con la activación sónica, el Sistema Vibringe es una pieza de mano inalámbrica que coloca en una jeringa de Luer-lock que es compatible con todas las entradas de agujas de irrigación. El Sistema Vibringe realiza la irrigación como una jeringa convencional en la parte coronal pero elimina significativamente más barrillo dentinario en la parte apical. Debido a la amplitud de la oscilación sónica de la aguja durante su activación, en el extremo de la punta de la aguja, lo que resulta en un aumento de la velocidad del irrigante. Tina Rödiger comparó el sistema Vibringe con otros sistemas como la irrigación pasiva convencional e IUP, observando que el sistema Vibringe, demostró significativamente mejor limpieza que el sistema pasivo convencional <sup>7</sup>. Sin embargo, un estudio reciente concluyó que el sistema Vibringe generó una mayor extrusión apical de barrillo dentinario que la irrigación pasiva convencional<sup>59</sup>.

### *Sistema Gentlewave*

El sistema Gentlewave (Sonendo, Inc, Laguna Hills, CA), se desarrolló para limpiar el sistema de conductos radiculares de los molares con una instrumentación mínima. El Sistema Gentlewave consta de una consola y una pieza de mano. La punta de la pieza de mano se lleva a dentro de la cámara pulpar, y una fuerte nube de cavitación hidrodinámica genera un amplio espectro de ondas de fluido desgasificado dentro del diente. El Fluido desgasificado se refiere al fluido tratado con una cantidad reducida de gas disuelto para optimizar el suministro de la energía multisónica producida en todo el conducto radicular. La energía multisónica es la energía generada en múltiples longitudes de onda de sonido en un amplio intervalo de frecuencias que viaja a través del fluido en todo el sistema de conducto. Las longitudes de las ondas van desde grandes escalas a nivel de tejido a pequeñas de escala celular. Lo que contribuye a una amplia gama de eliminación de tejido pulpar y bacterias de forma segura, independientemente del sistema de conductos<sup>60</sup>.

Haapasalo y cols. recientemente demostraron que la eficacia de disolución de tejido con el sistema Gentlewave fue 8 veces mayor que los sistemas de irrigación pasiva convencional, y los sistemas ultrasónicos, así como el sistema de presión negativa EndoVac (SybronEndo, Orange, CA) cuando se utiliza con hipoclorito de sodio (NaOCl) como irrigante<sup>61</sup>. Brandi Molina comparó el sistema Gentlewave con la irrigación pasiva convencional empleando agujas de irrigación 30G Max-i-Probey, demostrando que el Sistema Gentlewave presentó una irrigación eficaz, eliminando restos de tejido pulpar en un 97,2% y 98,1% de la región apical y media de los conductos mesiovestibulares (MV) y mesiolinguales (ML) de los molares inferiores y los conductos MV de molares superiores. Trece dientes de los dientes utilizados contenían istmos, de los cuales un promedio de 64,3% y 98,3% de las áreas del istmo estaban libres de restos de tejido, respectivamente<sup>62</sup>.

### **Sistemas de Activación con Presión Alterna**

#### *Endovac*

EndoVac (EV) es un sistema combinado de irrigación/evacuación. El sistema presenta dos cánulas: la macrocánula, adaptada a una pieza de mano, que se utiliza durante toda la preparación del conducto irrigando al mismo tiempo, su función es remover los residuos y las burbujas de aire que se crean, esto se realiza mediante un movimiento longitudinal de 2mm de arriba hacia abajo hasta la constricción apical. Después de la utilización de la macrocánula, se introduce una microcánula que es una aguja que en su punta presenta 12 agujeros de pequeño calibre y que permiten aspirar partículas de hasta 0,10 mm. Se emplea al finalizar la preparación colocando la punta a longitud de trabajo por 6 segundos seguido de extraer la punta 6 segundos más, repitiendo varias veces. Para conseguir este objetivo se precisa haber alcanzado un calibre 35/.04 en la porción apical del conducto. La microcánula, se extiende a la región apical del conducto realizando una succión de alto volumen, produciendo una presión apical negativa que succiona pasivamente al irrigar por sus orificios en la zona apical del conducto. Reduciendo la extrusión del irrigar debido que el conducto se irriga con presión negativa. Hay pocas investigaciones que demuestren que este dispositivo es seguro y eficaz cuando el ápice está abierto (inmaduro) o en casos de reabsorción de radicular patológica<sup>25</sup>. Mancini y cols. Emplearon la escala de evaluación de barrillo dentinario de Schoeffel, encontrando que el sistema EV mostró el

más alto grado de limpieza a 1 mm del ápice<sup>4</sup>. Ross y Cols. Demostraron que el sistema EndoVac extruyó significativamente menos irrigante a la región periapical en comparación con los sistemas PIPS / PHAST y Max-i-Probe<sup>63</sup>.

### *Rins Endo*

El sistema Rins Endo (Dürr Dental Co) es otro dispositivo de irrigación del conducto radicular que se basa en la tecnología de presión y absorción <sup>64,65</sup>. Este sistema, ofrece una velocidad de descarga del irrigante de 6,2 ml / minuto, que oscila a una frecuencia de 1,6 Hz. Los cuales son transportados con una jeringa al conducto con una cánula adaptada. Durante la fase de succión, el irrigante y el aire se extraen del conducto y se fusionan de forma automática en un lavado. Los ciclos de presión-succión cambian aproximadamente 100 veces por minuto. Sin embargo, este sistema ha demostrado una mayor extrusión de irrigante que la irrigación pasiva convencional y otros sistemas con los cuales se ha comparado (Max-I-Probe y EndoActivator )<sup>64,66</sup>. En otro estudio se observó que el sistema Rins Endo, requiere más tiempo para alcanzar los mismos puntajes de limpieza que los otros sistemas de activación<sup>23</sup>.

### *Endoirrigator Plus*

EndoIrrigator Plus (Innovaciones Endo, Nasik, India), es un sistema que se basa en el concepto de irrigación y evacuación con activación continua (CWAIS). Este dispositivo aplica el principio de presión negativa activa con suministros de irrigación a temperatura de 50 ° C, utilizando solo agujas 30-G con salida lateral. El operador puede desconectar el calentador si no desea utilizar el irrigante en un estado caliente. Prasanna y Cols. En su estudio reciente nos muestra que este sistema presentó una menor cantidad de tejido remanente en el istmo de molares inferiores estudiados a 1, 3, y 5 mm, en comparación con el sistema ultrasónico pasivo, irrigación dinámica manual e irrigación pasiva convencional . Este autor atribuye los resultados favorables de CWAIS por 4 razones: 1) El aumento de volumen del irrigante, 2) reposición continua dando como resultado la disponibilidad de una irrigación fresca durante el procedimiento, 3) El aumento de la temperatura del irrigante y 4) La capacidad de colocar la punta de la aguja hasta 1 mm de la longitud de trabajo<sup>21</sup>.

## **Sistema de activación con laser**

Láser (light amplification by stimulated emission of radiation; amplificación de luz y emisión estimulada de radiación)). En su primera reseña para su utilización en el tratamiento de conductos fue por Weichman, en 1971 del laser Nd:YAG.<sup>65</sup> Una de las principales ventajas de su uso es su efecto bactericida, lo cual ha sido ampliamente demostrado a través de diversos modelos experimentales.<sup>65,66,67,68,69,70</sup> Sin embargo, aunque la mayor parte de los estudios demostraron que los diferentes tipos de láser tienen un efecto antibacteriano, no son capaces de producir una esterilización total <sup>65,71,72,73</sup>. En la actualidad,

los sistemas de activación de los irrigantes con láser se han vuelto populares<sup>52,6</sup>. El efecto bactericida de los láseres depende de las características de su longitud de onda y de la energía láser que se utiliza, y en la mayoría de los casos se debe a sus efectos térmicos. Los efectos térmicos inducidos por láser producen una alteración en la pared celular bacteriana que conduce a cambios en el gradiente osmótico de la pared celular, produciendo inflamación y muerte celular. La profundidad de penetración del láser dependerá de parámetros tales como la longitud de onda y densidad de potencia<sup>52</sup>. Divito y cols. Evaluaron la irrigación asistida por láser (LAI) de erbio, con una punta de la fibra en un ajuste de potencia sub ablativo (0,3 W), demostrando resultados significativamente mejores en la eliminación de la capa de barrillo en comparación con el grupo control de solución salina e irrigación pasiva convencional.<sup>95</sup>

### *ER:Yag*

El láser de erbio se ha introducido como un método para activar los irrigantes. El efecto producido es la formación de grandes burbujas de vapor elípticas, que se expanden e implosionan. Estas burbujas de vapor pueden causar una expansión volumétrica de 1.600 veces al volumen original, lo que aumenta la presión y las unidades de fluido dentro del conducto<sup>74</sup>. El Er: YAG también es eficaz en la eliminación de biofilms, incluso aquellos con *E. Faecalis*. Por lo tanto, la combinación de la cavitación y la interacción directa con el biofilm, finalmente podría dar lugar a un valor para los láseres de erbio en el tratamiento de conducto<sup>75,76</sup>. Noiri y Cols. han estudiado *in vitro* la eficacia del laser Er: YAG contra seis especies de biofilm, dando como resultado que el láser Er: YAG puede ser una herramienta auxiliar adecuada para la desinfección de los conductos radiculares. Permitiendo que el irrigante a un mayor número de conductos laterales, istmos y conductos accesorios en comparación con otros sistemas de irrigación y técnicas de instrumentación<sup>77</sup>. el riesgo de creación de escalones parece ser mayor con Er: YAG que con el laser Er, Cr: YSGG<sup>78,79</sup>.

### *ND:Yag*

Laser Nd: Yag dopado con neodimio: itrio-aluminio-granate (Nd: YAG) láser con longitud de onda de 1064 nm. se ha informado de este laser mejora la limpieza de los conductos radiculares en comparación con la irrigación con NaOCl<sup>80,81</sup>. Moor y cols. Encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la irrigación PUI (irrigación ultrasonica pasiva) y grupos de LAI (irrigación activa por laser) donde en el grupo LAI se encontraron las puntuaciones más altas de limpieza con porcentajes dados entre el 75 y 80%<sup>52</sup>. Moon y Cols. Observo que la activación del irrigante con laser 1320-nm Nd: YAG da mejores resultados de limpieza que la sola aplicación de NaOCl y con EDTA no mejoró la calidad de obturación en los conductos radiculares curvos<sup>82</sup>. No obstante, se demostró que el aumento de temperatura mediante el uso de láser de diodo (810 nm W, 10 milisegundos longitud de impulso / 10 milisegundos duración del intervalo) t... movimientos incluso de 5, 8, o 10 segundos estaban por debajo de 6 ° C, sin causar daños al periodonto. A diferencia que cuando se utilizó la irradiación sin movimiento, la temperatura se elevó hasta 18 ° C<sup>83</sup>. Si el nivel de energía o la aplicación de duración del láser no es adecuado, puede causar daños y cambios morfológicos en la estructura de la dentina<sup>84</sup>. Para resolver este problema, Camargo y cols. sugirieron el uso de láser con un movimiento circular en el interior del conducto radicular para minimizar el

sobrecalentamiento de la dentina del conducto radicular<sup>85</sup>. Otro motivo de preocupación con respecto a LAI es una posibilidad de extrusión del irrigante a los espacios periradiculares<sup>86</sup>

#### *ER,CR: YSGG*

El laser erbio, cromo: itrio-escandio-galio-granate (Er, Cr: YSGG) tiene una longitud de onda de 2790 nm, manejando puntas flexibles de fibra óptica. Dicha, longitud de onda de láser tiene la mayor absorción en agua y de alta afinidad a la hidroxiapatita, que lo hace adecuado para su uso en la terapia de conductos<sup>87</sup>. Wang y Cols. Encontraron que el laser Er,Cr,:YSGG fue capaz de lograr una reducción del 96% de E. faecalis de conductos radiculares infectados<sup>88</sup>. Por lo tanto, basado en el parámetro de estudios in vitro, utilizando técnicas tradicionales de irrigación 6,15% NaOCL y laser Er,Cr: YSGG se pueden eliminar eficazmente las bacterias en conductos tantos curvos (20 ° -40 ° curvaturas) y rectos cuando se amplían a un tamaño de 40/0,06<sup>6</sup>.

#### *PIPS*

**Photon-Induced Photoacoustic streaming** (transmisión fotoacústica inducida por fotones), es un láser Er: YAG que se ha introducido recientemente. Esta técnica se diferencia de otros sistemas de activación por la colocación de la punta solamente en la parte coronal. Con una energía subablativa de 0,3 W. Esta técnica utiliza niveles de energía bajos y tasas de pulso cortos en microsegundos (50 microsiemens) para generar picos de potencia máxima. La profunda onda de choque fotoacústica induce el movimiento tri-dimensional del irrigante<sup>89</sup>. Creando burbujas de vapor explosivas con efectos de cavitación secundarios, mejorando el intercambio de fluidos y eliminando restos de tejido pulpar<sup>90,91,92</sup>. Por lo tanto, este sistema produce significativamente mejor que la irrigación pasiva convencional<sup>93</sup>. Peeters y Suardita utilizaron una punta de fibra simple para activar al irrigante en la cámara pulpar y mostró que el uso de un láser con una punta de fibra simple puede producir cavitación en el irrigante y tiene potencial como un método alternativo mejorado para la eliminación de la capa de barrillo<sup>94</sup>. Arslan y Cols. Encontraron que en la eliminación de pastas antibióticas, el sistema PIPS fue superior, independientemente de su composición en comparación con los grupos EndoActivator y irrigación pasiva convencional. Estos resultados son debido a la utilización de la energía subablativo de 20 mJ a 15 Hz. A baja potencia (0,3 W), debido a que cada impulso interactúa con las moléculas de agua, creando expansión y choque de ondas sucesivas que conducen a la formación de una potente corriente de fluido<sup>18</sup>. El sistema PIPS también ha demostrado 12 disminuye la carga bacteriana de manera significativa en dientes en los que ha establecido<sup>93</sup>. Proporcionando la máxima reducción bacteriana dentro de los túbulos dentinarios, entre un 60% y 70% a un nivel de 150 micras a lo largo de toda la longitud del conducto<sup>5</sup>. Sin embargo, una limitación considerable es la emisión unidireccional del haz de láser, lo que hace difícil el acceso a toda la pared del conducto<sup>5</sup>.

#### *PIPS/PHATS*

Es un láser Er: YAG láser que utiliza la tecnología foto hidroacústica (PHAST)<sup>95</sup>. Utiliza una punta cónica patentada despojado y que está destinada a maximizar el efecto

fotomecánica de irrigantes, de manera sub-ablativa mediante el uso de un láser Er: YAG, los fotones son liberados en solución, creando un efecto de fotoacústica que puede iniciar una propagación de ondas de choque dentro de los irrigantes . PIPS / PHAST recomienda instrumentar de forma mínima a un tamaño de preparación apical a una ISO 20 o 25 sin estipular una conicidad específica, recomendándose utilizar a 20 mJ. Sin embargo, hay una sugerencia en el protocolo que una configuración mJ inferior se puede utilizar para "dientes más pequeños"<sup>96</sup>. Ross y Cols. en sus estudio observo que el sistema PIPS/PHATS extruyo menos irrigante que la irrigación pasiva convencional con agujas Max-i-probe<sup>63</sup>.

## Conclusiones

Una efectiva técnica de irrigación es fundamental para el éxito del tratamiento endodontico. Los avances de la tecnología en la última década han llevado a la creación de nuevos sistemas de irrigación. Independientemente del sistema elegido, la activación del irrigante, resulta ser hoy en día basado en la evidencia científica un requisito para obtener una mayor eliminación de debris dentinario y una adecuada desinfección del sistema de conductos radiculares.

Sin embargo, actualmente no existe un consenso general respecto al volumen óptimo de irrigante, tiempo de aplicación o método de activación, encontrando una gran variabilidad de lo reportado en la literatura, por lo que se insta a seguir investigando para determinar los ideales y estandarizar los protocolos de irrigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Raffaele Paragliola. Final Rinze Optimization: Influence of different agitation protocols. JOE-Vol. 36,Num. 2,February 2010. Pag:282-285. 13
2. Markus Haapasalo. Irrigation: beyond the smear layer. Endodontic Topics 2012, 27, 35–53.
3. Christopher Beus. Comparison of the Effect of Two Endodontic Irrigation Protocols on the Elimination of Bacteria from Root Canal System: A Prospective,Randomized Clinical Trial. JOE — Volume 38, Number 11, November 2012. Pag:1479–1483.

4. Manuele Mancini. 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. JOE — Volume 39, Number 11, November 2013. Pag: :1456–1460.
5. Adham A. Azim. Efficacy of 4 Irrigation Protocols in Killing Bacteria Colonized in Dentinal Tubules Examined by a Novel Confocal Laser Scanning Microscope Analysis. Artículo en impresión.
6. Nathan Dewsnup. Comparison of Bacterial Reduction in Straight and Curved Canals Using Erbium, Chromium:Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet Laser Treatment versus a Traditional Irrigation Technique With Sodium Hypochlorite. JOE — Volume 36, Number 4, April 2010. Pag: 36:725–728.
7. Tina Rodríguez. Comparison of the Vibringe System with Syringe and Passive Ultrasonic Irrigation in Removing Debris from Simulated Root Canal Irregularities. JOE — Volume 36, Number 8, August 2010. Pag: 1410–1413.
8. Tina Rodríguez. Effectiveness of Different Irrigant Agitation Techniques on Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Microscopy Study. JOE — Volume 36, Number 12, December 2010. Pag: :1983–1987.
9. Grasielle Assis da Costa Lima. Comparison of Smear Layer Removal Using the Nd:YAG Laser, Ultrasound, ProTaper Universal System, and CanalBrush Methods: An In Vitro Study. JOE — Volume 41, Number 3, March 2015. Pag : :400–404.
10. Tamer F. Schmidt. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal . JOE — Volume 41, Number 8, August 2015. Pag: :1359–1363.
11. Eduardo Milani Ribeiro. Debris and Smear Removal in Flattened Root Canals After Use of Different Irrigant Agitation Protocols. MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE 75:781–790 (2012).
12. Lei-Meng Jiang. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. JOE — Volume 38, Number 6, June 2012. Pag: 838–841. 14
13. Avina Paranjpe. Efficacy of the Self-Adjusting File System on Cleaning and Shaping Oval Canals: A Microbiological and Microscopic Evaluation. JOE — Volume 38, Number 2, February 2012. Pag : :226–231.
14. M. Al-Ali. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. International Endodontic Journal, 45, 898–906, 2012.



15. Lei-Meng Jiang. The Influence of the Ultrasonic Intensity on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. JOE — Volume 37, Number 5, May 2011. Pag: 688–692.
16. Roy George. Laser Activation of Endodontic Irrigants with Improved Conical Laser Fiber Tips for Removing Smear Layer in the Apical Third of the Root Canal. OE— Volume 34, Number 12, December 2008. Pag: :1524–1527.
17. Melek Akman. Comparison of Different Irrigation Activation Regimens and Conventional Irrigation Techniques for the Removal of Modified Triple Antibiotic Paste from Root Canals. JOE — Volume 41, Number 5, May 2015. Pag: 720–724.
18. Hakan Arslan. Efficacy of Needle Irrigation, EndoActivator, and Photon-initiated Photoacoustic Streaming Technique on Removal of Double and Triple Antibiotic Pastes. JOE — Volume 40, Number 9, September 2014. Pag: :1439–1442.
19. Matthew Brunson. Effect of Apical Preparation Size and Preparation Taper on Irrigant Volume Delivered by Using Negative Pressure Irrigation System. JOE — Volume 36, Number 4, April 2010. Pag: 721–724.
20. Adam Lloyd. Elimination of Intracanal Tissue and Debris through a Novel Laser-activated System Assessed Using High-resolution Micro-computed Tomography: A Pilot Study. JOE — Volume 40, Number 4, April 2014. Pag: 584–587.
21. Prasanna Neelakantan. Histologic Assessment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo. JOE — Volume 42, Number 8, August 2016.
22. Aline Martins Justo. Effectiveness of Final Irrigant Protocols for Debris Removal from Simulated Canal Irregularities. JOE- Volume 40, Num.12, December 2014, Pag: 2009–2014.
23. Gregory Caron. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. JOE — Volume 36, Number 8, August 2010. Pag: 1361–1366.
24. Joseph Dutner. Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. JOE — Volume 38, Number 1, January 2012. 37–40.
25. COHEN, VÍAS DE LA PULPA.
26. Christos Boutsoukis. Evaluation of Irrigant Flow in the Root Canal Using Different Needle Types by an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. JOE — Volume 36, Number 5, May 2010. Pag: :875–879.

27. Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *J Endod* 2005;31:742–5.
28. JI Ingle, VT Himel, CE Hawrish, et al. preparación de la cavidad endodóntica JI Ingle, LK Bakland (Eds.), *Endodoncia* (5ª ed), BC Decker, Ontario, Canadá (2002), p. 502.
29. OA Peters. Retos actuales y conceptos en la preparación de sistemas de conductos radiculares: una revisión. *J Endod*, 30 (2004), pp. 559-56.
30. Es Senia, JF Marshall, S. Rosen. La acción disolvente del hipoclorito de sodio sobre el tejido pulpar de los dientes extraídos. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 31 (1971), pp. 96-103 ).
31. JE Vande Visse, JD Brillante. Efecto de la irrigación en la producción de material extruido en el ápice de la raíz durante la instrumentación. *J Endod*, 1 (1975), pp. 243-246.
32. Z. Ram. Eficacia de la irrigación del conducto radicular. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 44 (1977), pp. 306-312.
33. M. Goldman, JH Kronman, LB Goldman, et al. Nuevo método de irrigación durante el tratamiento endodóntico. *J Endod*, 2 (1976), pp. 257-260.
34. C. Boutsoukis, T. Lambrianidis, L. Vasiliadis. Relevancia clínica de la normalización de las dimensiones de la aguja de irrigación endodóntica de acuerdo con la norma ISO 9626: 1991 y 9626: 1991 / Amd 1: 2001 especificación. *Int J endod*, 40 (2007), pp.700-706.
35. FH Kahn, PA Rosenberg, J. Gliksberg. Evaluación in vitro de las características de irrigación de las piezas de mano ultrasónicas y subsónicas y las agujas de irrigación y sondas. *J Endod*, 21 (1995), pp. 277-280.
36. TS Vinothkumar, S. Kavitha, L. Lakshminarayanan, et al. Influencia del riego diseños de punta de aguja en la eliminación de bacterias Inoculadas en los conductos radiculares instrumentados midió utilizando un luminómetro de un solo tubo. *J endod*, 33 (2007), pp. 746-748.
37. Zoi Psimma. Effect of Needle Insertion Depth and Root Canal Curvature on Irrigant Extrusion Ex Vivo. *J Endod* 2006;32:1181–4.
38. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2006;32:1181–4.

39. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod* 1990;16:323–7.
40. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J* 2010;43:663–72.
41. Parente JM, Loushine RJ, Susin L, et al. 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;43:1001–12.
42. Susin L, Liu Y, Yoon JC, et al. anal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *J Endod* 2010;36:1782–5.
43. Gulabivala K, Ng YL, ilbertson M, Eames I. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiol Meas* 2010;12:R49–84.
44. Siu C, Baumgartner JC. Comparison of debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod* 2010;36:1782–5.
45. Li-sha Gu. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *JOE* — Volume 35, Number 6, June 2009. Pag: 791–804.
46. Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the efficacy of smear clear with and without a canal brush in smear layer and debris removal from instrumented root canal using WaveOne versus ProTaper: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2014; 40:446–50.
47. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987;14:490–9. 17
48. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanism involved. *J Endod* 1987;13:93–100.
49. De Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, et al. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonicactivation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod* 2009;35:891–5.
50. 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: 688–691.

51. 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.
52. Roeland JG De Moor. La eficacia de la ultrasónico frente al riego por láser activado para quitar los tapones de escombros de dentina artificialmente Colocados. *JOE- Volumen 36, Número 9* , septiembre de 2010.
53. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of Hand/Rotatory/Ultrasonud instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod* 2007;33:782–7.
54. Lui J-N, Kuah H-G, Chen N-N. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod* 2007;33:472–5.
55. [www.indiandentallacademy.com](http://www.indiandentallacademy.com)
56. Kanter V, Weldon E, Nair U, et al. A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:809–13.
57. Rodig T, Dollmann S, Konietschke F, et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod* 2010;36:1983–7.
58. Blank-Goncalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, et al. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod* 011;37:1268–71.
59. Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan AS. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and irrigation on apical extrusion of debris. *International Endodontic Journal* 48 (2015). 18
60. Author\_Sonendo staff
61. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, et al. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod* 2014;40:1178–81.
62. Brandi Molina. Evaluation of Root Canal Debridement of Human Molars Using the GentleWave System. *JOE — Volume 41, Number 10, October 2015. Pag: 1701–1705.*

63. Ross A, Yost. Evaluation of 4 Different Irrigating Systems for Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite. *JOE* — Volume 41, Number 9, September 2015. Pag: 1530–1534.
64. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J* 2007;40:644–52.
65. 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-olecular film’ from an ex vivo model. *Int Endod J* 2008;41:602–8.
66. Pranav Desai and Van Himel. Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *JOE* — Volume 35, Number 4, April 2009. Pag : :545–549.
67. Goldman HM, Ruben MP, Sherman. The application of laser spectroscopy for the qualitative and quantitative analysis of the inorganic components of calcified tissues. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964;17:102-3.
68. Fegan SE, Steiman HR. Comparative evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation: an in vitro study. *J Endod* 1995;21:415-7.
69. Gutknecht N, Moritz A, Conrads G, Sievert T, Lampert F. Bactericidal effect of the Nd:YAG laser in in vitro root canals. *PENDIENTE*.
70. Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U. In vitro irradiation of infected root Canals with a diode laser, results of microbiologic, infracted spectrometric an satín penetration examinations. *Quintessence Int* 1997;28:205- 209.
71. Moshonov J, Orstavik D, Yamauchi S, Pettiette M, Trope M. Nd:YAG laser irradiation in root canal disinfection. *Endod Dent Traumatol* 1995;11: 220-4.
72. Ramskold LO, Fong CD, Stromberg T. Thermal effects and antibacterial properties of energy levels required to sterilize stained root canals with an Nd:YAG lase 19  
*Endod* 1997;23:96-100.
73. Blum JY, Michalesco P, Abadie MJ. An evaluation of the bactericidal effect Nd:YAP laser. *J Endod* 1997;23:583-5.
74. Le Goff A, Dautel-Morazin A, Guigand M, Vulcain JM, Bonnaure-Mallet M. An evaluation of the CO2 laser for endodontic disinfection. *J Endodon* 1999;25:105-8.
75. Mehl A, Folwaczny M, Haffner C, Hickel R. Bactericidal effects of 2.94 m Er:YAG-Laser radiation in dental root canals. *J Endodon* 1999;25:490-3.

76. Van der Sluis LMW, Wu M-K, Versluis M, et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964;17:102-3.
77. George R, Meyers IA, Walsh LJ. Laser activation of endodontic irrigants using improved conical laser fiber tips for removing smear in the apical third of the root canal. *Int Endod J* 2007;40:415–26.
78. Varella CH, Pileggi R. Obturation of root canal system treated by Cr, Er:YSGG laser irradiation. *J Endod* 2008;34:1524–7.
79. De Moor RJG, Torbeyns D, Meire M. Lasers in endodontics. Part 2: root canal wall cleanliness and modification. *Endod Pract Today* 2009;3:19–33.
80. Levy G, Rizoiu I, Friedman S, Lam H. Pressure waves in root canals induced by Nd:YAG laser. *J Endod* 1996;22:81–4.-18.
81. Levy G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. *J Endod* 1992;18:123–7.
82. Young-Mi Moon. Effect of Laser-activated Irrigation of 1320-Nanometer Nd:YAG Laser on Sealer Penetration in Curved Root Canals. *JOE — Volume 38, Number 4, April 2012. Pag: 38:531–535.*
83. Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Sperr W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. *Quintessence Int* 1997;28:205–9.
84. Kaitsas V, Signore A, Fonzi L, Benedicenti S, Barone M. Effects of Nd:YAG laser irradiation on the root canal wall dentin of human teeth: a SEM study. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2001;43:87–92.
85. Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, Fonseca MB, Menezes MM. Effe Nd:YAG laser irradiation on root canal dentin wall: a scanning electron microscopic study. *Photomed Laser Surg* 2005;23:399–404.
86. George R., Walsh L.J. Apical extrusión of root canal irrigants when using Er: Yag and Er,Cr: YSGG lasers with optical fibers: an in vito dye study. *J. Endod* 2008; 34:706-8.
87. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am* 2004;48:751–70.

88. Wang Q, Zhang C, Yin X. Evaluation of the bactericidal effect of Er, Cr:YSGG, and Nd:YAG lasers in experimentally infected root canals. *J Endod* 2007;33:830–2.
89. DiVito E, Lloyd A. ER: YAG laser for 3-dimensional debridement of canal systems: use of photon-induced photoacoustic streaming. *Lasers Surg Med* 2009;41:520–3. 16.
90. De Moor RJ, Blanken J, Meire M, et al. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 2: evaluation of the efficacy. *Int Endod J* 2009;42:1077–83. 17.
91. de Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, et al. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Lasers Surg Med* 2009;41:514–9.
92. Blanken J, De Moor RJG, Meire M, et al. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers Med Sci* 2012;27:273–80.
93. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Clin Oral Investig* 2013;17:2105–12.
94. Peeters HH, Mooduto L. Radiographic examination of apical extrusion of root canal irrigants during cavitation induced by Er,Cr:YSGG laser irradiation: an in vivo study. *Clin Oral Investig* 2013;17:2105–12.
95. George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers with optical fibers: an in vitro dye study.
96. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod* 2002;28:779–83.27.

21