



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

KAREM PAOLA MIRANDA SILVA

TUTORA: Esp. MARÍA DEL ROSARIO LAZO GARCÍA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dra. Rosario Lazo

Por su apoyo, paciencia y enseñanzas tanto en la licenciatura como para realizar este trabajo final.

A mi Mamá

Por su ayuda y amor incondicional, además de ser la mejor maestra e inspiración desde el primer día que tome la decisión de ejercer esta profesión.

A mi Hermana Camila

Por ser como una segunda estudiante de Odontología y siempre ayudarme en el proceso creativo de cualquier trabajo.

A mis Abuelos Luis y Mary

Por ser mis segundos padres y guiarme con todo el amor y sabiduría que unos abuelos pueden dar.

A mis Tías Norma y Mary

Por creer en mí, apoyarme en cada paso que doy y por siempre estar.

Índice

1. Introducción.....	5
2. Objetivo General.....	6
3. Generalidades y usos del Ultrasonido en Endodoncia.....	7
3.1 Definición e historia.....	7
3.1.1 Ultrasonido en Odontología.....	8
3.1.2 Ultrasonido en Endodoncia.....	8
4. Generación de Ultrasonido.....	11
5. Dispositivos Ultrasónicos.....	15
5.1 Dispositivo ENAC.....	15
5.2 Dispositivo Suprasson SATELEC.....	16
5.3 NSK Varios 370.....	17
6. Insertos para Ultrasonido.....	18
7. Propiedades físicas, mecánicas y biológicas del Ultrasonido en el conducto radicular.....	22
7.1 Movimiento oscilatorio.....	22
7.2 Cavitación.....	23
7.3 Microcorriente acústica.....	25
7.4 Generación de calor.....	26
8. Soluciones irrigadoras.....	28
8.1 Definición de irrigación.....	28
8.2 Soluciones irrigadoras.....	28
8.3 Irrigante ideal.....	28
8.4 Objetivos de la irrigación.....	29
8.5 Principales soluciones irrigadoras.....	30
8.5.1 Ácido cítrico.....	30
8.5.2 Ácido etiléndiaminotetraácetico (EDTA).....	31
8.5.3 Agua oxigenada.....	32
8.5.4 Alcohol.....	32
8.5.5 Clorhexidina.....	32
8.5.6 Hipoclorito de sodio (NaOCl).....	33
8.5.7 Solución de hidróxido de calcio.....	35
8.5.8 Solución salina.....	36

9. Barrillo dentinario.....	37
10. Sistemas de irrigación.....	38
10.1 Irrigación convencional.....	38
10.2 Sistemas de agitación manual del irrigante.....	39
10.2.1 Cepillos con cerdas laterales.....	39
10.2.2 Irrigación dinámica manual.....	40
10.2.3 Lima de pasaje.....	41
10.3 Sistema de irrigación RinsEndo.....	42
10.4 Irrigador Safety.....	43
10.5 EndoActivator.....	43
10.6 EndoVac.....	44
10.7 Irrigación Sónica.....	45
10.7.1 Sonic MM1500.....	46
11. Irrigación Ultrasónica Pasiva.....	47
12. Efectos de la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular.....	49
12.1 Efecto sobre dentina.....	49
12.2 Efecto sobre la capa de barrillo dentinario.....	50
12.3 Efecto antimicrobiano.....	58
12.4 Capacidad de penetración de la solución irrigadora.....	61
13. Bibliografía.....	67

1. Introducción

La terapéutica Endodóncica independientemente del diagnóstico tiene como objetivos una correcta preparación biomecánica en la cual se respeten los principios biológicos y mecánicos, la limpieza y desinfección, eliminar el contenido tóxico como bacterias, tejido necrótico, restos pulpares; mientras que la conformación ayuda a obtener una forma y tamaño adecuado de los conductos, respetando siempre su forma original. La irrigación es un procedimiento clave dentro de la terapéutica Endodóncica y al mismo tiempo ha creado una gran controversia para el profesional en la elección de la mejor técnica y sistema de irrigación.

Uno de los objetivos principales de los procedimientos de irrigación en Endodoncia es eliminar la biopelícula residual de las superficies no instrumentadas y eliminar la capa de barrillo dentinario creada en las superficies instrumentadas. La eliminación completa de la capa de barrillo dentinario es extremadamente importante para promover el contacto directo de la solución de irrigación con la pared del conducto radicular, proporcionar una desinfección adecuada y evitar la presencia de desechos de relleno que pueden aumentar la probabilidad de infiltración bacteriana en el material de relleno de la pared del conducto radicular.

2. Objetivo General

Conocer las ventajas y desventajas del uso del ultrasonido en la irrigación ultrasónica pasiva comparado con el uso de irrigación activada manualmente y otros sistemas de irrigación para mejor limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares en aspectos como la eliminación de barrillo dentinario y la capacidad de penetración del irrigante.

3. Generalidades y usos del Ultrasonido en Endodoncia

3.1 Definición e Historia

El ultrasonido es una forma de energía sónica que se transmite en forma de un patrón de ondas elásticas que tiene la propiedad de propagarse a través de distintos medios, sólidos, líquidos y gaseosos. El ultrasonido se aplica en distintas áreas, como Investigación, Industria y Medicina. El uso del ultrasonido en Odontología comienza a mediados del siglo pasado, y en la actualidad su uso tiene gran importancia especialmente en el área de Periodoncia y Endodoncia. El uso del ultrasonido en Endodoncia, se basa en los distintos fenómenos que se producen durante la aplicación de éste dentro del conducto radicular. Los fenómenos de: oscilación, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor, producen efectos sobre la estructura dental, especialmente sobre la dentina y la capa de barrillo dentinario, así como la potenciación de efectos antimicrobianos al utilizarse en combinación con soluciones irrigantes.

El estudio y la aplicación del ultrasonido comienza en el año 1883, cuando Galton crea el primer resonador de alta frecuencia para medir el límite superior de la capacidad auditiva del ser humano, a partir de éste momento se comienzan a idear distintos tipos de dispositivos de generación ultrasónica, así como el estudio y aplicación del ultrasonido en distintas áreas.

El empleo de dispositivos y técnicas ultrasónicas, tienen un uso muy variado en la industria, permite el estudio de materiales, la emulsificación o unión de dos líquidos de densidades distintas, su utilización en dispositivos como el sonar o el radar, así como su empleo en el área Médica y Sanitaria, donde se usa en procesos como homogeneización de la leche, y en dispositivos médicos como el eco Doppler. ^{1,2}

3.1.1 Ultrasonido en Odontología

El uso de ultrasonido o instrumentación ultrasónica se introdujo por primera vez en Odontología en la década de los 50, para preparaciones de cavidades, usando una lechada abrasiva. Aunque la técnica recibió críticas favorables, nunca se hizo popular, porque tuvo que competir con la pieza de mano de alta velocidad mucho más efectiva y conveniente. Sin embargo, se presentó una aplicación diferente en 1955, cuando Zinner informó sobre el uso de un instrumento ultrasónico para eliminar depósitos de la superficie del diente. Esto fue mejorado por Johnson y Wilson, al usarlo como escariador ultrasónico; lo que se convirtió en una herramienta establecida en la eliminación de cálculo dental y placa.^{3,4}

También se utilizan en Odontología para aplicaciones terapéuticas y de diagnóstico, en cuanto a la limpieza de instrumentos antes de la esterilización, actualmente su uso principal es para raspado y alisado radicular de los dientes y en la terapia del conducto radicular. El concepto de Odontología mínimamente invasiva y el deseo de preparaciones con pequeñas dimensiones ha estimulado nuevos enfoques en el diseño de cavidades y conceptos de corte de dientes, incluyendo ultrasonido para la preparación de la cavidad.³

3.1.2 Ultrasonido en Endodoncia

El empleo de dispositivos ultrasónicos en la especialidad de Endodoncia, surge en el año 1957 cuando Richman desarrolla un dispositivo ultrasónico para la preparación de conductos radiculares, siendo el primero en utilizarlo en Endodoncia. Posteriormente Martin, Cunningham y su grupo en Washington, D.C./Bethesda Naval Hospital en el año 1980 reportan estudios de muchos de los aspectos del tratamiento ultrasónico, donde demuestran la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la limpieza y desinfección del sistema de conductos,

surgiendo la endosónica o la terapéutica Endodónica con la utilización de dispositivos sónicos o ultrasónicos. Al mismo tiempo Miyahara y otros en Japón evaluaron el uso de ultrasonido, más específicamente en la preparación y limpieza pero también en la eliminación de elementos no deseados del espacio del conducto y como un método para termoplastificar la gutapercha para el llenado del conducto.^{1, 2}

La siguiente es una lista de las aplicaciones más frecuentes de ultrasonido en Endodoncia:

- Acceso y refinamiento del acceso endodónico, ayuda encontrar conductos calcificados y eliminación de la pulpa adherida, (Fig. 1)³.
- Eliminación de obstrucciones intraconducto (instrumentos separados, postes, puntas de plata y postes metálicos fracturados).
- Activación de soluciones irrigadoras.
- Condensación ultrasónica de gutapercha.
- Colocación del agregado de trióxido mineral (MTA).
- Endodoncia quirúrgica: preparación y refinamiento de la cavidad del extremo de la raíz y colocación del material de obturación del extremo de la raíz.
- Preparación del conducto radicular.³

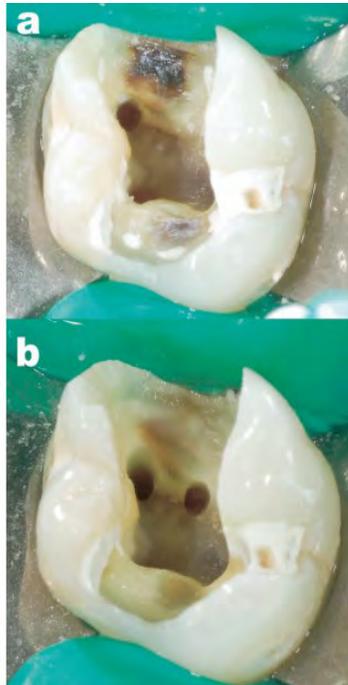


Fig.1-. Acceso y refinamiento del acceso endodónico .³

4. Generación de ultrasonido

Al aplicar una fuerza sobre cierto objeto, por ejemplo un resorte o una cuerda, se va a producir una deformación elástica de dicho objeto. Ésta se va a producir en forma de compresión y elongación. La deformación se transmitirá a través del cuerpo de dicho objeto en forma de movimiento ondulatorio u onda elástica.

La vibración del cuerpo producida por el movimiento ondulatorio, hace que éste impulse el aire alrededor de él, de manera que el aire copia el movimiento ondulatorio del objeto, produciendo la transmisión de la onda a través de éste. La onda al propagarse por el aire, y al ser percibida por el oído, produce la sensación auditiva que se conoce como sonido.⁴

El sonido se propaga en formas de ondas longitudinales que se irradian de la fuente de origen en forma radial. Para su propagación es necesario que exista un medio cuya densidad y temperatura determine la velocidad del sonido emitido. La transmisión de ondas implica transferencia de energía a través del espacio⁴, (Fig. 2)⁴.

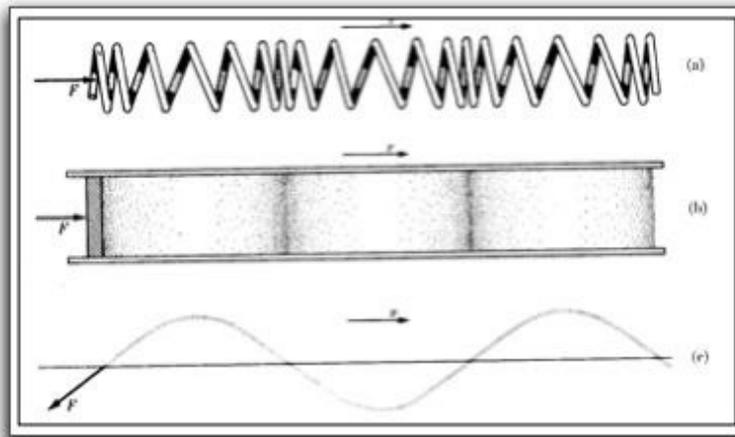


Fig. 2 -.Ondas elásticas en (a) un resorte, (b) un gas y (c) una cuerda. ⁴

La onda elástica va a tener un modelo sinusoidal, que se modifica por distintas magnitudes variables, tales como intensidad, longitud, amplitud y frecuencia. La intensidad de un sonido, se define como la energía media que atraviesa la superficie unitaria en dirección perpendicular a la propagación de la unidad de onda en una unidad de tiempo. La longitud de onda corresponde a la distancia que existe entre cada repetición de la curva descrita por la onda. La frecuencia, considera al número de oscilaciones o ciclos que se generan en un segundo, y que va a determinar la magnitud sonora que puede captar el oído humano, ⁴ (Fig. 3)⁴.

La unidad que mide la frecuencia de las ondas se denomina Hercio (Hz), y se define como la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. El sistema auditivo humano tiene una capacidad de percibir aquellas ondas en un amplio rango de frecuencia, el cual va a oscilar entre 16Hz a 20 KHz.

La aplicación, estudio y uso de las ondas con frecuencia mayor de 16 KHz corresponde al campo de la ultrasónica, rama de la acústica, la cual tiene una amplia gama de aplicaciones como en Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Química, Biología, e Ingeniería Sanitaria, y en Medicina.⁴

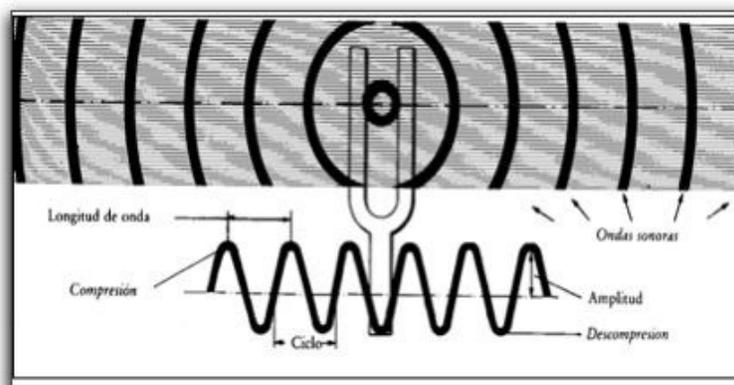


Fig.3-. En la generación de ondas sonoras a partir de la vibración de un diapasón se distinguen varias magnitudes

ondulatorias, como la longitud y la amplitud de onda o la unidad llamada ciclo.⁴

Las ondas sonoras se generan por medio de un dispositivo denominado transductor. Un transductor es un dispositivo que tiene la capacidad de transformar una forma de energía en otra. Los transductores acústicos pueden transformar energía eléctrica en energía acústica, o viceversa. Existen distintos dispositivos transductores que generan energía acústica por distintos efectos, dichos dispositivos son conocidos como osciladores cristalinos, osciladores magnetostrictivos, generadores mecánicos, transductores electromagnéticos, electrostáticos y de alta frecuencia. En el campo de la Odontología se utilizan más comúnmente los dispositivos que funcionan por medio de osciladores piezoeléctricos y magnetostrictivos.⁴

El efecto piezoeléctrico ocurre cuando una sustancia posee ciertas características eléctricas y mecánicas. Ésta sustancia al ser sometida a un campo eléctrico tenderá a comprimirse, pero a su vez, el material tenderá a comportarse como un resorte mecánico con una rigidez interna que se opondrá a la fuerza aplicada. Simultáneamente ocurre una polarización de la superficie cristalina formándose dos polos iguales y opuestos sobre las superficies opuestas del cristal. Generalmente se utilizan cristales de cuarzo, la sal de Rochelle y la Turmalina para la generación sónica y ultrasónica. Su principal ventaja es su amplio intervalo de frecuencia, siendo su límite superior más de 10.000 megahercios,⁴(Fig. 4)⁴.

El fenómeno magnetostrictivo ocurre con ciertos materiales dieléctricos (mal conductor o aislante) denominados ferroeléctricos, los cuales tienen la capacidad de deformarse ante la presencia de un campo magnético aplicado en una dirección determinada. La intensidad de la deformación será proporcional al cuadrado de la magnitud del campo aplicado.⁴

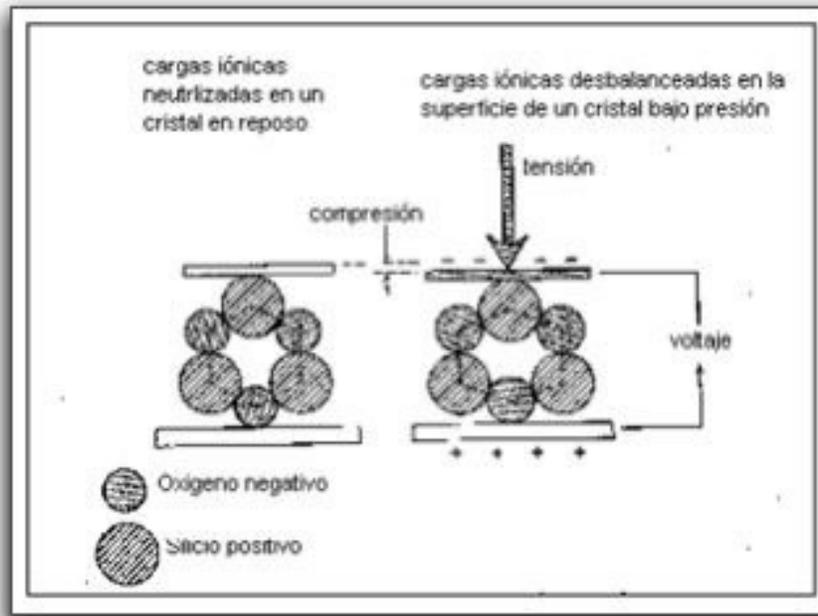


Fig.4-.Representación esquemática de la interacción entre la fuerza y el campo en un cristal piezoeléctrico.⁴

5. Dispositivos Ultrasónicos

En la actualidad entre los dispositivos más conocidos en Endodoncia se encuentran ENAC® (Osada, Tokio, Japón) y el Suprasson® (Satelec, Francia), los cuales se componen de un generador piezoeléctrico de potencia graduable y un dispositivo para irrigación por agua. ⁵

El dispositivo piezoeléctrico tiene ventajas sobre los dispositivos magnéticos, ya que genera poco calor y no se necesita refrigeración para la pieza de mano, además el transductor piezoeléctrico transfiere más energía, haciéndolo más poderoso que los dispositivos magnetoestrictivos. ⁴

5.1 Dispositivo ENAC

ENAC®, (Fig. 5)⁶ es un sistema vibrador piezoeléctrico de cuarzo, sintonizado automáticamente para proporcionar una oscilación ultrasónica estable de 30 KHz. La consola compacta viene en conjunto con una manguera de la pieza de mano, soporte de la pieza de mano, pedal y manguera de agua con filtro y conector; para ser conectado a una unidad dental.⁶

La pieza de mano es esterilizable por vapor y acepta puntas de tipo escariador y puntas endo, con adaptadores de sujeción rápida que permiten al usuario ajustar rápidamente y asegurar varios insertos y puntas en aplicaciones quirúrgicas.

ENAC es versátil en sus funciones:

- Ampliación y preparación del conducto radicular con U-files.
- Irrigación por remolino para desbridamiento.
- Obturación del conducto radicular (sin agua).
- Eliminación de calcificaciones en el conducto radicular con limas diamantadas.

- Eliminación de restauraciones.
- Preparación de cavidades para apicectomía con insertos angulados revestidos de diamante. ⁶



Fig.5-. Dispositivo ENAC®. ⁶

5.2 Dispositivo Suprasson SATELEC

El dispositivo Suprasson SATELEC®, (Fig.6)⁷, tiene un generador de ultrasonido piezoeléctrico de potente tecnología Newtron (vibración controlada y adecuada en todo momento) y el patentado sistema de código de colores para la identificación inmediata de la potencia ideal para el inserto utilizado. También tiene un sistema Cruise Control para la regulación automática de frecuencia y potencia. Su rango de frecuencia de vibración es de 28 a 36 KHz.

La pieza de mano es autoclavable a 134°C. ⁷



Fig. 6-. Dispositivo Suprasson SATELEC®. ⁷

5.3 NSK Varios 370

Este es un ultrasonido de tamaño pequeño que cuenta con una pieza de mano esterilizable a 135°C y una llave para puntas con limitador de torque; se utiliza a frecuencia de 28 a 32 KHz, ⁸ (Fig. 7) ⁸.



Fig. 7-. Dispositivo NSK ®Varios 370 ⁸

6. Insertos para Ultrasonido

Las limas ultrasónicas utilizadas en la remoción del smear layer, son por ejemplo las Irrisafe de Satelec, que están disponibles en juegos de 4 en llaves dinamométricas autoclavables verdes.⁹

IrriSafe es un instrumento que se utiliza únicamente para Irrigación Ultrasónica Pasiva (IUP).

El diseño de este instrumento facilita la transmisión de microcorrientes y microcavitación en las soluciones de irrigación; es un instrumento no afilado, con una punta "roma"; que respeta la anatomía de la constricción apical.⁹

Su uso es factible con cualquier tipo de ecógrafo piezoeléctrico Satelec en el modo "endo" generador, sin embargo, los dispositivos con el nuevo Newtron electrónico proporcionan rendimientos más efectivos.⁹

IrriSafe 20/21 e IrriSafe 20/25, (Fig. 8)⁹:

- Se usa a potencia media para irrigación de 1-3 minutos y al final de la preparación del conducto radicular.
- El enjuague se realiza continuo (3 minutos) o intermitente (3 x 1 minuto) con el irrigante.
- El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante recomendado.
- IrriSafe se inserta 1 ó 2 mm por debajo de la longitud de trabajo.
- IrriSafe debe vibrar libremente en el orificio del conducto radicular.⁹



Fig. 8-. Insertos IrriSafe 20/21 e IrriSafe 20/25. ⁹

IrriSafe 25/21 e IrriSafe 25/25, (Fig. 9)⁹:

- Puede ser utilizado en conductos amplios; o después de la irrigación inicial con IrriSafe 20/21 o IrriSafe 20/25.
- Los instrumentos IrriSafe están diseñados con un punto débil ubicado coronalmente que permite una fácil recuperación de la parte activa del instrumento, en caso de fractura accidental: simplemente se irriga el conducto con una jeringa y la parte rota será expulsada del conducto. ⁹



Fig. 9-. Insertos IrriSafe 25/21 e IrriSafe 25/25 y ejemplo de uso en diente de acrílico. ⁹

Limas K 10, 15, 25, 30, (Fig. 10) ¹⁰.

Para la irrigación, las limas ultrasónicas se utilizan con una solución desinfectante. Limas de distintas longitudes, diámetros, y conicidad del 2% Las limas K se adaptan a múltiples tamaños de conducto:

- 10, longitud 21 mm y 25 mm
- 15, longitud 21 mm y 25 mm
- 25, longitud 21 mm y 25 mm
- 30, longitud 21 mm y 25 mm ¹⁰



Fig. 10-. Insertos para limas K 10, 15, 25, 30 ¹⁰

Estudios como los de Weller y cols. en 1980, Goodman y col. en 1985, Cameron y col. en 1987, Cengiz y cols. en 1997, Mayer y cols. en 2002 y Gutarts y cols. en 2005 han utilizado alambres lisos y también han demostrado su eficacia durante la IUP.

No obstante, el tipo de lima ultrasónica que se utilice en la remoción del smear layer; el tamaño debe ser de los números 10 a 20 para respetar el principio básico

de la IUP ya que a mayor tamaño de la lima, la transmisión acústica será menor al igual que la oscilación libre en el conducto. ⁵

El contacto de la lima ultrasónica con las paredes del conducto radicular va a reducir el efecto de cavitación, debido a que el contacto de la pared, impide el movimiento de oscilación de la lima y disminuye la amplitud del movimiento oscilatorio, reduciendo la cavitación. ⁴

7. Propiedades físicas, mecánicas y biológicas del Ultrasonido en el conducto radicular

Las propiedades del ultrasonido que presentan interés en el campo de la Endodoncia son: producción de movimiento oscilatorio del instrumento, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor; así como la combinación de estas propiedades con la irrigación, que genera un efecto sinérgico que potencia la acción biológica del irrigante dentro del conducto radicular .⁴

7.1 Movimiento oscilatorio

El diseño del instrumento va a influir en el tipo de movimiento oscilatorio que éste presente al activarse. En el caso de estar en un mismo plano con respecto al eje de inserción a la fuente de poder, el instrumento presenta un patrón de oscilación longitudinal, teniendo mayor amplitud de desplazamiento en la punta, que va a disminuir progresivamente hacia el mango. Generalmente, el diseño de los instrumentos ultrasónicos para Endodoncia, tienen una angulación de 60 a 90 grados con respecto a su eje de inserción, lo que ocasiona que durante su activación, el patrón de vibración generado se produzca en forma transversal en vez de longitudinal. Este tipo de oscilación va a estructurarse en un característico patrón de nodos, puntos donde se produce mínima o ninguna oscilación y antinodos, o segmentos del instrumento donde se produce máxima oscilación o desplazamiento. Éste patrón de oscilación va a depender de la frecuencia, del diseño y tipo de instrumento, ⁴ (Fig. 11)⁴.

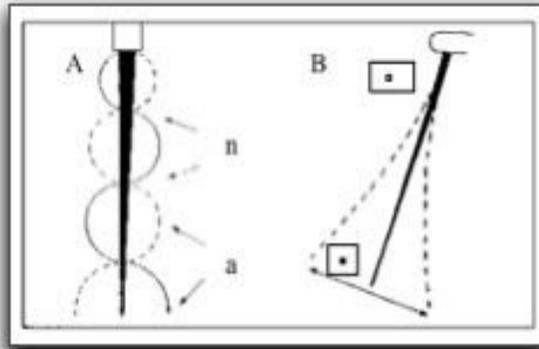


Fig.11 -.Diferentes tipos de oscilación vistos en el aire con algunas limas (A) ultrasónicas y (B) sónicas. a= antinodo, n= nodo. ⁴

7.2 Cavitación

La cavitación se define como la formación de vacíos sub microscópicos, como resultado de vibrar un medio fluido por el movimiento alternante de alta frecuencia de la punta de un instrumento. Cuando estos vacíos hacen implosión, se crean ondas de choque que se propagan a través del medio y producen liberación de energía en forma de calor.⁴

Cuando un objeto vibrante es inmerso en un fluido las oscilaciones son transmitidas a éste, lo que produce que haya incremento local (compresión) y reducción (rarefacción) en la presión del fluido. Durante la fase de rarefacción, a cierta amplitud de presión, el líquido puede colapsar debido a la tensión acústica y formar burbujas de cavitación. Durante la próxima fase de compresión, estas burbujas colapsan por implosión, produciendo altas temperaturas y presión dentro de los gases contenidos en las burbujas, lo que resulta en la generación de radicales libres y la generación de ondas de choque asociadas al colapso de las burbujas, ⁴ (Fig. 12)¹¹.

Durante la aplicación de una lima ultrasónica dentro del conducto radicular, el irrigante va a circular alrededor de la lima, debido a que las ondas acústicas van a impulsar la solución, a circular en todas las dimensiones del sistema de conductos. Éste flujo de irrigante acompañado por el movimiento oscilatorio de la lima, va a permitir la generación del efecto de cavitación, resultando en la limpieza y el desalojo de detritos de la superficie de las paredes del conducto. La cavitación produce la remoción efectiva de los residuos orgánicos, emulsión y degradación de las partículas necróticas remanentes y crea un efecto de succión del material orgánico suspendido en el irrigante hacia la corriente principal del movimiento de irrigación permitiendo así su desalojo.⁴

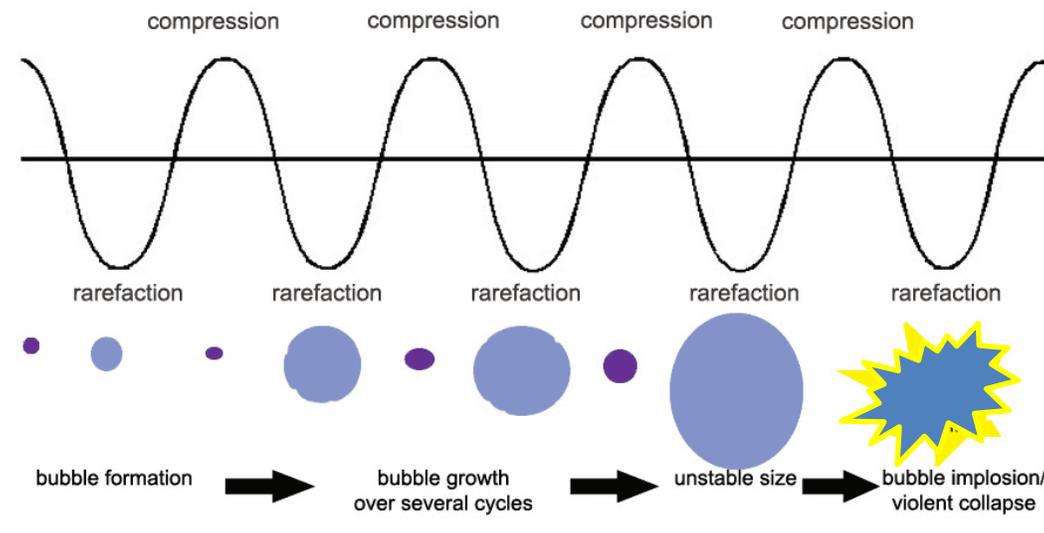


Fig. 12-.Generación de cavitación e implosión del irrigante dentro del conducto radicular.¹¹

Según Nyborg y Willians, citados por Walsmley, de acuerdo a la frecuencia de oscilación de la energía acústica, la cavitación puede variar de una forma estable, donde las burbujas vibran sin fragmentarse, hasta una forma transitoria, donde existe una rápida formación y colapso de las burbujas generando calor y campos vibratorios hidrodinámicos. Éstos campos pueden ocasionar ruptura electrolítica de la molécula de agua, generando radicales libres (H y OH) que podrían producir productos intermedios como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), que podrían resultar

en un riesgo biológico al reaccionar con los tejidos vivos, así como también producir algún efecto antimicrobiano.⁴

La combinación del efecto del ultrasonido con el líquido irrigante va a producir que las ondas de choque producidas por el fenómeno de cavitación, viajen a través del líquido, pero no tiene la capacidad de remover la capa de barrillo dentinario de las paredes del conducto radicular por sí misma. La energía ultrasónica potencia la acción biológica de la solución irrigante e incrementa su efecto de limpieza sobre las paredes del conducto radicular.⁴

7.3 Microcorriente acústica

La microcorriente acústica es la circulación de un fluido, inducida por las fuerzas creadas por la vibración hidrodinámica, en vecindad a un pequeño objeto vibratorio, como una lima endodóncica activada por ultrasonido. Cuando un objeto oscilante con baja amplitud de desplazamiento es sumergido en un líquido, se forman patrones de oscilación del fluido alrededor del objeto. Estas oscilaciones van a formar corrientes en remolino, que crean un gradiente de velocidad produciendo tensiones vibratorias; cualquier material biológico que entre en el área de la corriente va a ser sometido a tensiones vibratorias y posiblemente sea dañado, ⁴(Fig. 13).⁴

La lima oscilatoria del sistema endosónico produce campos de corriente alrededor de toda su longitud, generando la mayor tensión vibratoria en los puntos de mayor desplazamiento, que son la punta de la lima y los antinodos formados a lo largo de su longitud. Por esta razón se le atribuyen a las áreas de microcorrientes, muchos de los efectos benéficos del ultrasonido.⁴

Ahmad, Pittford y Crum ⁴, realizaron observaciones de la microcorriente acústica producida por una lima activada por ultrasonido. Observaron que el líquido alrededor de la lima fue transportado de la punta hacia el extremo coronal de ésta, así como la formación de un patrón oscilatorio irregular de movimientos en

remolino, que parecían concentrarse en la mitad apical de la lima. Mientras un movimiento en remolino más rápido ocurría en la punta de la lima que en el segmento coronal, el flujo del líquido en la punta era menor.⁴

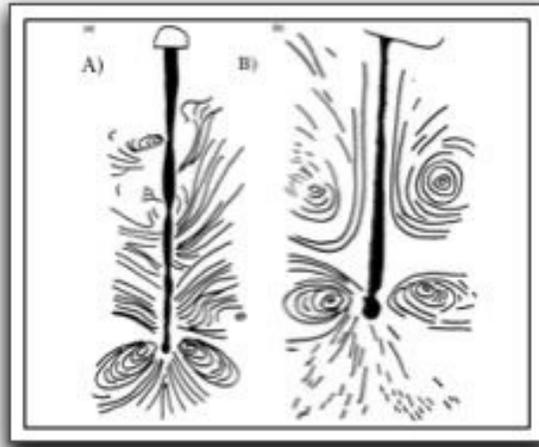


Fig.13.-Representación diagramática de microcorriente observada en limas activadas A) ultrasónica y B) sonicamente.⁴

La microcorriente acústica generada va a ser más efectiva en la dirección de la oscilación de la lima, así como en un plano frontal y paralelo a la orientación de esta, mientras que va a ser menos efectiva en los planos perpendiculares a la orientación de la lima ultrasónica oscilante.⁴

7. 4 Generación de calor

La generación de calor es otra de las propiedades físicas que produce la aplicación de ultrasonido dentro del conducto radicular. La generación de calor y el consiguiente aumento de temperatura resultan como producto de energía liberada durante el efecto de cavitación, debido a la implosión de las microburbujas de gas, o también puede producirse por la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria con las paredes del conducto radicular.⁴

El aumento de temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cunningham y Balekjian observaron que el aumento de temperatura a soluciones de hipoclorito de sodio al 2.6%, potenciaba su capacidad de disolver tejidos orgánicos, igualando la capacidad de soluciones, de concentración de 5%, utilizadas a temperatura ambiente.⁴

8. Soluciones irrigadoras

8.1 Definición de irrigación

Es el proceso por el cual se introduce y aspira soluciones dentro de la cámara pulpar y conductos radiculares, cuyo objetivo es limpiar cualquier residuo de pulpa, bacterias y dentina remanente en los conductos antes, durante y después de la instrumentación. Para realizar dicha irrigación al interior del conducto se utiliza una jeringa hipodérmica, junto con una aguja de bajo calibre. Este lavado realiza una limpieza del tejido orgánico e inorgánico evitando taponamiento de los conductos ya sea por bacterias o residuos. También mantiene las paredes dentinarias hidratadas, permite el ingreso de instrumentos endodóncicos y aumenta el porcentaje de éxito de la terapia de conductos. ¹²

8.2 Soluciones irrigadoras

Se necesitan irrigantes para eliminar los microorganismos; a lo largo del tiempo se han propuesto diversas sustancias químicas para ese fin. El irrigante (o la combinación de irrigantes) ideal elimina las bacterias, disuelve tejido necrótico, lubrica el conducto, elimina la capa de barrillo dentinario y no irrita los tejidos sanos.¹²

8.3 Irrigante ideal

Hasta el día de hoy, no existe ninguna solución que posea todas las propiedades de irrigante ideal. El irrigante ideal debería ser capaz de brindar disolución tisular, ser bacteriostático, bactericida, eliminar el detrito creado durante los procesos de limpieza y conformación, lubricar los instrumentos, incluso desmineralizar y retirar la capa de barrillo dentinario. Las soluciones neutrales, como el agua, suero fisiológico o soluciones anestésicas no cumplen ningún objetivo como irrigantes intraconducto. La solución irrigadora debe poseer baja tensión superficial para que

se promueva el flujo del líquido en áreas como grietas, invaginaciones o conductos accesorios; debe tener mínima reactividad para no causar daño tisular si existe extrusión hacia los tejidos periapicales. Walton describe las características del irrigante ideal, de la siguiente manera:

- Solvente de tejido: en áreas que los instrumentos manuales no alcanzan a cumplir su función de limpieza y conformación, el irrigante debe disolver o romper remanentes de tejido blando o duro para permitir su eliminación.
- Baja toxicidad: la solución irrigadora no debe ser agresiva para los tejidos perirradiculares.
- Baja tensión superficial: esto permite el flujo del irrigante a espacios inaccesibles.
- Lubricante: esto permite que los instrumentos se deslicen dentro del conducto.
- Esterilización (o desinfección).
- Eliminación de la capa de barrillo dentinario: la capa residual contiene micro cristales y partículas orgánicas de desecho presente en las paredes del conducto después de la preparación del mismo. Esta capa es removida por soluciones quelantes y descalcificantes.
- Otros factores; la solución no debe neutralizarse con facilidad dentro del conducto para que converse su eficacia. Los irrigantes deben encontrarse con facilidad, su costo debe ser moderado, tiempo de vida adecuado y ser de fácil almacenamiento.¹²

8.4 Objetivos de la irrigación

- Limpieza o arrastre físico de remanentes de tejido pulpar, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento o cavit, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior etc.
- Acción antiséptica o desinfectante propia de los fármacos empleados.
- Acción blanqueante, debido a la presencia de oxígeno naciente, dejando el diente aclarado.¹³

8.5 Principales soluciones irrigadoras

- Ácido cítrico
- Ácido etiléndiaminotetraácetico (EDTA)
- Agua oxigenada
- Alcohol
- Clorhexidina
- Hipoclorito de sodio (NaOCl)
- Solución de hidróxido de calcio
- Solución salina

8.5.1 Ácido cítrico

Este ácido es una sustancia irrigante clasificada como quelante que por su bajo pH reacciona con los iones metálicos de los cristales de hidroxiapatita. El empleo de ácidos orgánicos para irrigar y efectuar el desbridamiento de conductos radiculares es tan antiguo como la terapéutica pulpar. En Endodoncia, la irrigación con solución de ácido cítrico del 10 al 50% ha sido efectiva para la remoción de calcio. Se ha recomendado como irrigante final debido a su habilidad para remover el barrillo dentinario que se genera durante la instrumentación, ¹⁴(Fig. 14)¹⁵

Tidmarsh consideró que el ácido cítrico al 50% dejó las paredes de dentina más limpias y eliminó la capa de barrillo dentinario.¹⁶



Fig. 14-. Ácido cítrico usado en Endodoncia marca Ultradent®¹⁵

8.5.2 Ácido etiléndiaminotetraacético (EDTA)

El EDTA es una sustancia quelante descalcificadora en forma de gel o de solución tamponada del 15 al 17% usada durante la instrumentación de los conductos radiculares¹⁷, (Fig. 15)¹⁸.

El EDTA comenzó a usarse en Endodoncia durante 1957 y su uso fue propuesto por Östby; los quelantes como el EDTA crean un complejo de calcio estable con el barrillo dentinario, la capa de detritos y los depósitos cálcicos a lo largo de las paredes de los conductos radiculares. Eso puede ayudar a prevenir los bloqueos apicales y contribuir a la desinfección, al mejorar la difusión de las soluciones irrigadoras.

La eficacia descalcificante de pastas que contienen EDTA es variable. Actúa como quelante de iones calcio y elimina los detritos de dentina producidos en las paredes del conducto radicular durante la instrumentación.¹⁷

Con el objetivo de remover el barrillo dentinario que cubre las paredes del conducto radicular, producido como consecuencia de la preparación mecánica, se indica la irrigación con solución de EDTA después de concluir la conformación, es decir, antes de colocar la medicación intraconducto o de la obturación. Su uso previo a la medicación sirve para promover el aumento de la permeabilidad dentinaria que favorecerá la acción del fármaco utilizado y, antecediendo la obturación.¹⁷

La irrigación con EDTA abre los túbulos dentinarios para permitir mejor penetración de los desinfectantes. Siempre que se instrumenta la pared de un conducto radicular, manualmente o con instrumentos rotatorios, las partes de la pared de dentina tocadas por los instrumentos quedan cubiertas por barrillo dentinario. El efecto descalcificador del EDTA es autolimitado; ya que solo elimina el componente inorgánico del barrillo dentinario por tanto, la solución debe sustituirse a intervalos, el uso combinado de NaOCl y EDTA, con intervalos de 30 a 60 s cada uno, es el más eficaz para su eliminación. El EDTA puede facilitar el

acceso a conductos radiculares muy estrechos y descalcificar hasta una profundidad de aproximadamente 50 μm .¹⁷



Fig.15-. EDTA usado en Endodoncia marca Meta Biomed®¹⁸

8.5.3 Agua oxigenada

El agua oxigenada a 10 volúmenes es una solución de peróxido de hidrógeno al 3%; está indicada para la irrigación durante los procedimientos de limpieza de la cámara pulpar en la biopulpectomía, con el objetivo de favorecer la hemostasia. Su poder antiséptico ayuda a controlar la contaminación del tejido pulpar cameral.¹³

8.5.4 Alcohol

Las soluciones concentradas de alcohol del 70 al 90% se utilizan como irrigantes finales para secar el conducto y para la eliminación de restos de otros químicos. Debido a su baja tensión superficial presenta buena difusión. Su efecto principal radica en el secado del conducto radicular. Solo se utiliza una cantidad pequeña de alcohol (1 a 2 ml por conducto).¹⁶

8.5.5 Clorhexidina

La clorhexidina (CHX) es un antimicrobiano de amplio espectro, efectivo contra bacterias gram-negativas y gram-positivas¹³, (Fig.16)¹⁹.

Tiene un componente molecular catiónico que se adhiere en áreas de la membrana celular con carga negativa y causa lisis celular; sin embargo, no se ha demostrado que proporcione ventajas clínicas sobre el NaOCl. ¹³

La clorhexidina se ha utilizado en la irrigación de conductos radiculares en forma de solución acuosa, a concentraciones entre 0.12 y 2%

Cuando se utiliza en conductos que han sido irrigados con hipoclorito de sodio, se combinan con este y origina pigmentos de color naranja (para-cloroanilina), de naturaleza cancerígena. Tampoco es conveniente mezclarla con EDTA porque precipita en forma de sal ²⁰



Fig.16-. Clorhexidina usada en Endodoncia marca Ultradent®¹⁹

8.5.6 Hipoclorito de sodio (NaOCl)

El NaOCl tiene muchas de las propiedades deseables del irrigante ideal del sistema de conductos radiculares. En el campo endodóncico, tiene actividad antimicrobiana de amplio espectro frente a microorganismos y biopelículas endodóncicas, incluyendo aquellos difíciles de erradicar del conducto radicular, como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Cándida*, ¹³(Fig.17)²¹.

El NaOCl disuelve material orgánico como tejido pulpar y colágeno. Si se disuelve la porción orgánica del barrillo dentinario en NaOCl se destruyen las bacterias del

interior del conducto radicular principal, conductos laterales y túbulos dentinarios, en contacto directo con el irrigante.¹³

El NaOCl se emplea en varias concentraciones y su acción y efecto es diferente según la concentración; Leonardo describe las soluciones de hipoclorito de sodio, de acuerdo a su concentración:

- NaOCl al 0.5% (Líquido de Dakin)
- NaOCl al 1% (Solución de Milton)
- NaOCl al 2.5% (Licor de Labarraque)
- NaOCl al 4-6.5% (Soda clorada doblemente concentrada)
- NaOCl al 5.25% (Preparación oficial)

Las concentraciones de uso del hipoclorito de sodio varía de acuerdo al clínico pero es importante conocer que para tener un control bacteriano y disolución tisular los porcentajes deben estar entre 2.5% a 6%. En bajas concentraciones el hipoclorito de sodio no causa irritación tisular¹² y disuelve principalmente el tejido necrótico¹³, (0.5% a 1%), mientras que en concentraciones altas (2.5% a 6%) es un potente irritante tisular;¹² disuelve tejidos tanto necróticos como vitales, efecto no siempre deseable.¹³ Debido a esto, estas concentraciones deben utilizarse con mucha precaución. La mayoría de soluciones de hipoclorito de sodio que se encuentran en el mercado vienen en concentraciones de 5.25%, muy efectiva para la irrigación del conducto radicular, pero ciertos clínicos prefieren diluirla a una concentración de 2.5%. Mientras más se lo diluya, menor su efectividad, pero las soluciones de hipoclorito de sodio a mayor concentración, son menos estables, por lo que su vida útil disminuye.¹²

Propiedades del hipoclorito de sodio.

- Buena capacidad de limpieza.
- Poder antimicrobiano efectivo.

- Neutralizante de productos tóxicos.
- Disolvente de tejido orgánico y acción rápida.
- Desodorizante y blanqueante.²⁰



Fig.17-. Hipoclorito de Sodio al 2% marca Viarzoni-T®²¹

8.5.7 Solución de hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio es un polvo blanco, que se obtiene por calcinación de carbonato cálcico. Este polvo granular, amorfo y fino posee marcadas propiedades básicas, su pH es muy alcalino, aproximadamente de 12.4, lo cual le confiere propiedades bactericidas,¹⁶(Fig.18)²².

El hidróxido de calcio es un fármaco ampliamente usado en Endodoncia; aunque su empleo para la irrigación de conductos radiculares bajo la forma de solución (agua de cal) es limitado; se puede usar en dientes con ápices abiertos ya que favorece la reparación apical.^{16, 17}

De gran poder hemostático, inhibe la hemorragia sin provocar vasoconstricción, eliminando la posibilidad de hemorragia tardía. Puede utilizarse en biopulpectomía a fin de proveer la hemostasia del tejido pulpar remanente.^{16,17}



Fig. 18-.Polvo de hidróxido de calcio²²

8.5.8 Solución salina

Es la solución irrigadora más biocompatible que existe, puede utilizarse sola o alternado con otras soluciones, y como última solución irrigadora cuando se desea eliminar el remanente del líquido anterior. El efecto antimicrobiano y su poder de disolución de tejidos son nulos comparados con el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno.¹⁷

9. Barrillo dentinario

McComb y Smith, en 1975, fueron los primeros en describir el barrillo dentinario en conductos radiculares instrumentados, por medio del microscopio electrónico. Los mismos afirmaron que el barrillo dentinario se crea como un subproducto no deseado después de la instrumentación manual o mecánica de los conductos radiculares durante la terapia endodóncica.¹²

El barrillo dentinario ("*smear layer*") se compone de detritos compactados dentro de la superficie de los túbulos dentinarios por acción de los instrumentos. Se compone de fragmentos de dentina resquebrajada y tejidos blandos del conducto (sustancias orgánicas e inorgánicas)¹⁴, se puede considerar que está formado por dos capas distintas: un depósito superficial no adherido y un estrato adherido que se extiende en los túbulos dentinarios y forma tapones colonizados por bacterias.¹⁷

Estos materiales se liberan de las estrías de los instrumentos ensuciando la superficie del conducto al arrastrar las puntas de los mismos. Dado que el barrillo dentinario está calcificado, la manera más eficaz de eliminarlo es mediante la acción de ácidos débiles y agentes quelantes.

La presencia de la capa de barrillo dentinario previene o retrasa la penetración de medicamentos intraconducto, irrigantes y agentes antimicrobianos en las irregularidades del sistema de conductos radiculares, túbulos dentinarios y también evita la adaptación completa de los materiales de obturación a la superficie de los conductos radiculares preparados.¹⁴

El smear layer o barrillo dentinario es irregular, granular y amorfo, con un grosor promedio de 1-5 μm dependiendo su formación del tipo y filo de los instrumentos de corte y si la dentina está seca o húmeda cuando se corta.⁵

10. Sistemas de irrigación

10.1 Irrigación convencional

Una de las técnicas más usadas es la irrigación convencional que se realiza con jeringas y agujas para llevar el irrigante al sistema de conductos. Un ejemplo de esta técnica se realiza con agujas con perforación lateral (Max-I-Probe, Dentsply® International, PA) ,²³ (Fig.19)²⁴, logrando la distribución del irrigante a través de presión positiva. Se ha demostrado que con la irrigación manual convencional con jeringa/aguja, la solución irrigante es depositada a solo 1 mm de profundidad más allá que la punta de la aguja.²³

La irrigación manual con aguja con apertura lateral usando presión positiva a 2-3 mm de la longitud de trabajo sigue siendo el sistema de irrigación endodónico más empleado. La desventaja de esta técnica es que no es capaz de llevar el irrigante más allá de 1 mm de la longitud de trabajo y su acción de limpieza es relativamente débil.²⁵

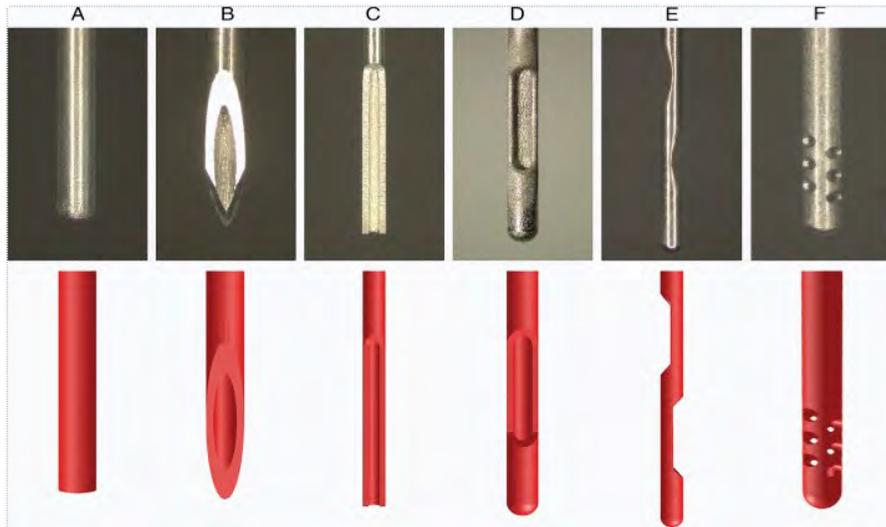


Fig.19-. Agujas con apertura lateral.²⁴

10.2 Sistemas de agitación manual del irrigante

10.2.1 Cepillos con cerdas laterales

- Endobrush® (C & S Microinstruments Ltd., Markham, Ontario, Canadá) es un cepillo espiral diseñado para uso endodónico que consiste en cerdas de nylon dispuestas en alambres trenzados con un mango incorporado y tiene un diámetro relativamente constante en toda la longitud. El Endobrush no se puede utilizar para una longitud de trabajo completa debido a su tamaño, lo que podría conducir a la acumulación de residuos en la sección apical del conducto después del cepillado, ²⁴ (Fig. 20)²⁴.



Fig.20-. Cepillos Endobrush ²⁴

- Navitip (Ultradent®), esta tiene una aguja calibre 30 recubierta por cerdas, ²⁴(Fig.21)²⁴.



Fig.21-.Agujas Navitip¹⁹

Se introducen en el conducto previamente instrumentado y se agitan manualmente con la solución irrigadora deseada para activarlo.²⁶

10.2.2 Irrigación dinámica manual

En el 2003, Machtou propuso la técnica de irrigación dinámica manual (IDM), la cual consiste en que una vez instrumentado el conducto, se introduce una punta de gutapercha bien ajustada a 2 ó 3 mm menos de la longitud de trabajo, haciendo movimientos de entrada y salida, lo que produce efecto hidrodinámico e incrementa significativamente la distribución e intercambio de irrigante.²³

Técnica

Primero se tiene el conducto radicular preparado, se lleva la solución irrigadora al conducto, se introduce un cono de gutapercha en toda la longitud del conducto y se realiza un movimiento hacia afuera y adentro (muchas veces), generando una turbulencia dentro del conducto, lo cual puede mejorar el desplazamiento e intercambio de los irrigantes en comparación con la técnica pasiva,²⁷ (Fig.22)²⁶.

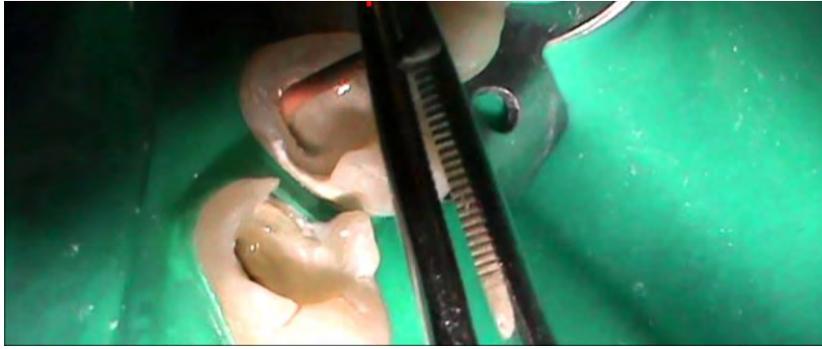


Fig.22-. Irrigación dinámica manual. ²⁶

Ventajas de la irrigación dinámica manual.

- Produce un efecto hidrodinámico y mejora el desplazamiento e intercambio de los irrigantes apicalmente en comparación con la irrigación estática o pasiva.
- 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 lo que permite una mejor mezcla de los fluidos.
- La frecuencia del movimiento de entrada y salida de la punta de gutapercha (3,3 Hz, 100 movimientos en 30 seg).
- Método simple y eficiente a muy bajo costo. ²⁶

10.2.3 Lima de pasaje

Lima de bajo calibre (# 08 y 10), flexible, que se moverá de forma pasiva a través del final del conducto radicular sin agrandar la constricción apical. El instrumento se lleva 1 mm más allá de la longitud de trabajo permitiendo una mejor limpieza del tercio apical radicular debido a su influencia en la penetración del irrigante a esa zona. ²⁶

Existe un efecto llamado burbuja apical de gas (vapor lock) que es resultado del aire atrapado en el tercio apical de los conductos radiculares el cual también

puede obstaculizar el intercambio de irrigantes y afectar la eficacia del desbridamiento, lo que nos demuestra que no basta la habilidad química del irrigante, sino también intervienen otros factores como la acción mecánica del mismo.⁵

Debido a que las raíces de los dientes están rodeadas por ligamento periodontal y hueso, que "cierran" el foramen apical, el sistema de conductos se comporta como una cavidad de extremo cerrado, produciéndose un atrapamiento de aire cuando se introduce la solución irrigadora. Este efecto hace que, en la mayoría de los casos, el irrigante no alcance el tercio apical del conducto²⁸ y con la lima de pasaje se rompe este efecto ya que llega más allá de la longitud de trabajo.

10.3 Sistema de irrigación RinsEndo

RinsEndo (AirTechniques®) es un método que utiliza la eficacia de la activación hidrodinámica con base a la tecnología innovadora de la presión-succión: utiliza 65 microlitros de solución que oscilan en una frecuencia de 1.6 hertzios y son aspirados cada vez que una jeringa fijada por medio de un generador de reloj en la pieza de mano y transmitida al conducto radicular mediante la cánula RinsEndo,²⁹ (Fig. 23)²⁹.

La introducción de estas cánulas en el tercio coronal del conducto radicular preparado es suficiente para permitir que la solución se active. La presión producida en la irrigación hidrodinámica es restringida por el sistema.²³

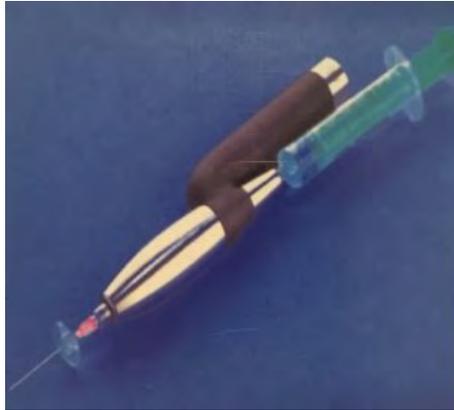


Fig.23-.RinsEndo²⁹

10.4 Irrigador Safety

Introducido por Racine, WL-Vista Dental Product. Es un mecanismo muy simple para irrigar y succionar el conducto radicular simultáneamente. El hipoclorito de sodio se utiliza comúnmente en este sistema,²⁹ (Fig.24)²⁹.



Fig.24-.Irrigador Safety²⁹

10.5 EndoActivator

El sistema EndoActivator (EA; Dentsply ®Tulsa, Tulsa, OK, EE. UU.) Utiliza puntas de polímero seguras, flexibles y no cortantes en una pieza de mano subsónica (1-10 KHz)²³ fácil de usar para agitar rápida y energicamente las soluciones irrigantes durante el tratamiento endodóncico,¹⁷(Fig.25)¹⁷.



Fig.25-. EndoActivator ¹⁷

Se utiliza en el tratamiento de Endodoncia para aplicar energía sónica al procedimiento de irrigación. La cavitación y la "transmisión" acústica producida por el sistema mejoran el desbridamiento y causan la desorganización de la capa de barrillo dentinario y la biopelícula. Los fluidos así activados promueven la limpieza y desinfección a fondo del sistema de conductos radiculares. ³⁰

El EndoActivator se utiliza después de colocar el irrigante en el sistema de conductos, tras ello, se ajustan pasivamente las puntas del sistema y son activadas a 10.000 ciclos por minuto durante 30-60 segundos. ²⁵

10.6 EndoVac

EndoVac (Kerr® Endodonctis) es un sistema combinado de irrigación con evacuación. El irrigante es extruido del sistema con presión en el orificio del conducto radicular. El evacuador o microcanula, se extiende a la región apical del conducto radicular; la aguja es #55 con conicidad del 2%, cuenta con succión negativa; por tanto succiona pasivamente el irrigante del espacio del conducto, ¹⁷(Fig.26)¹⁷.



Fig.26-.EndoVac ¹⁷

10.7 Irrigación Sónica

Tronstad fue el primero en informar sobre el uso de instrumentos sónicos para fines endodóncicos en 1985.²⁵ El riego sónico es diferente del riego ultrasónico, ya que opera a una frecuencia más baja (1-6 KHz) y produce tensiones de corte menores. La energía sónica también genera una amplitud significativamente mayor o mayor movimiento de la punta hacia adelante y hacia atrás. Comparada con la energía sónica, la energía ultrasónica produce altas frecuencias con amplitudes bajas.³¹

La irrigación sónica además de que opera a frecuencia más baja es puramente longitudinal.²⁵

Las piezas de mano sónicas se caracterizan porque que se pueden conectar a la toma de aire de la unidad y pueden generar una oscilación en un rango de frecuencia graduable. Éstos dispositivos producen la vibración por medio de un mecanismo transductor mecánico y tienen sistemas de limas específicos para estos. Entre los sistemas sónicos más conocidos se encuentran el SonicAir® MicroMega (MM) 1500 y 1400 (Micromega/Medidenta, EUA/Suiza).⁴

10.7.1 Sonic MM1500

Sonic Air® MM1500 es un avanzado sistema de Endodoncia vibratoria sónica que sigue todos los principios tradicionales de forma segura y efectiva sin el estrés del operador, ³² (Fig.27)³².

Limpia eficazmente los conductos laterales por el efecto de cavitación, reduciendo así el dolor postoperatorio. ³²



Fig.27-.Sonic Air ³²

11. Irrigación Ultrasónica Pasiva (IUP)

Las limas activadas por ultrasonido tienen el potencial para preparar y desbridar mecánicamente los conductos radiculares.⁵

El uso de la activación ultrasónica, combina ondas acústicas con la acción química del irrigante, genera una microcorriente a lo largo de la lima y transmisión acústica secundaria con frecuencias entre 25 y 40 KHz, que mueven la solución contra la superficie del conducto radicular, mejorando la limpieza mecánica.⁵

Se han descrito dos tipos de irrigación ultrasónica uno en la que la irrigación se combina con instrumentación ultrasónica (IU) y otro sin instrumentación simultánea llamada irrigación ultrasónica pasiva (IUP).

La irrigación ultrasónica pasiva fue descrita por (Weller y cols. En 1980, Ahmad y cols. en 1987).³³ El término pasivo no describe adecuadamente el proceso porque, realmente, es activo. Al principio, el término pasivo se relacionaba con la acción no cortante de la lima activada ultrasónicamente. La IUP se basa en la transmisión de energía acústica de una lima oscilante o un alambre liso a un irrigante en el conducto radicular¹⁷(movimiento cerca de un objeto que vibra) y cavitación (formación de burbujas), como resultado estas burbujas chocan contra las paredes y explotan ocasionado implosión, esto genera aumento de temperatura y presión dentro del conducto por lo que se logra potencializar la efectividad de las soluciones irrigadoras,¹² (Fig. 28)¹². Se sabe que el aumento de la temperatura del hipoclorito de sodio genera mayor acción del mismo; esto se presenta con el uso de la irrigación ultrasónica.¹²

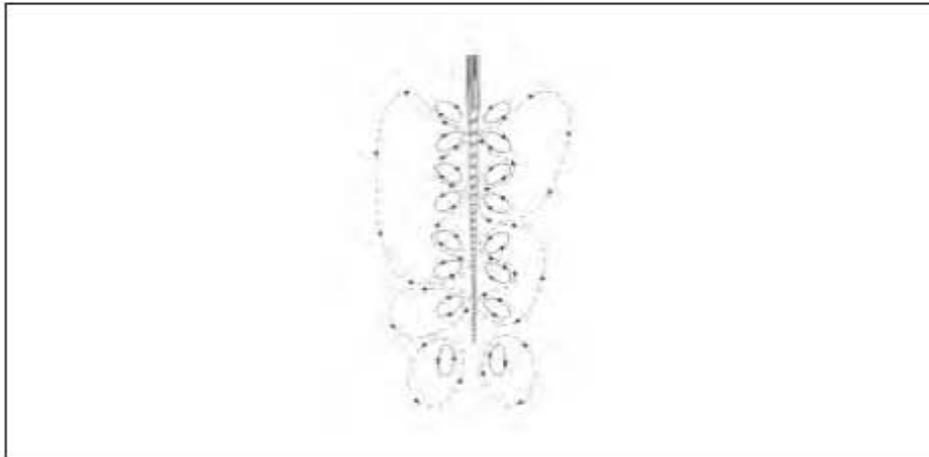


Fig.28-. Esquema del efecto de corriente acústica alrededor de un instrumento ¹²

Técnica (Universidad ACTA-Ámsterdam, Países Bajos):

- 1) Una vez modelado el conducto a la lima apical maestra (independientemente de la técnica de instrumentación utilizada).
- 2) Se inyecta 20 cc de hipoclorito de sodio en el conducto radicular, se usa una lima pequeña o alambre liso (p. ej. #15) en el centro del conducto, hasta la región apical. Se activa durante 1 minuto, mientras se retira suavemente el instrumento esto a frecuencia ultrasónica de 25 a 40 KHz.
- 3) Posteriormente se remueve el irrigante y se realiza de la misma manera, al menos dos veces más o hasta que no queden restos de barrillo dentinario o restos visibles en la solución.²⁹

12. Efectos de la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular

12.1 Efecto sobre la dentina

El efecto de oscilación transversal del instrumento endodóncico al ser activado ultrasónicamente, va a producir un efecto de corte irregular sobre las paredes dentinarias. Éste efecto de corte va a depender de la carga aplicada sobre el instrumento, ya que la energía convertida en oscilación transversa es poca, por lo que puede anularse con la aplicación de una pequeña carga sobre el instrumento en sentido del eje axial del diente. La acción de corte del instrumento endodóncico va a incrementarse en forma directamente proporcional al aumento de poder en la unidad generadora.⁴

Waplinton y cols. realizaron un estudio in Vitro para determinar el patrón bajo el cual se produce el efecto de corte de la dentina. Al realizar un análisis microscópico, observaron que en una cavidad tallada en una muestra de dentina, las paredes aparecían estriadas con un gran cúmulo de virutas en dichas estriás. Un análisis de estos fragmentos reveló que el tamaño de las virutas aumentaba cuando el poder de la unidad generadora era incrementado. Esto sugiere que la remoción de dentina a una mayor energía, produce que la punta del instrumento sea capaz de desplazar fragmentos de dentina de mayor tamaño, en vez de remover una mayor cantidad de virutas de dentina. Un análisis de los residuos dentinarios, determinó que éstos se producían por fractura dúctil de la estructura dentinaria, mecanismo semejante a la acción de corte de los instrumentos rotatorios, además se observó formación de algunas virutas por quiebre de la estructura dentinaria, principalmente producida por el efecto abrasivo de la punta de los instrumentos activados por ultrasonido.⁴

La aplicación del ultrasonido sobre la estructura dentinaria también puede producir la formación de microgrietas a lo largo del conducto radicular. Esto ha sido

reportado principalmente en estudios sobre la aplicación de dispositivos ultrasónicos en la preparación retrógrada del segmento apical de la raíz dentaria.⁴

La formación de microgrietas en las paredes dentinarias de la preparación apical esta atribuida principalmente al calor generado y a la vibración del instrumento. Min y cols. observaron que la formación de microgrietas en la dentina radicular reseca se incrementaba, a medida que era aumentada la intensidad de la energía ultrasónica, por lo que concluyeron que la intensidad del ultrasonido parece tener influencia sobre el desarrollo de las microfracturas.⁴

Se ha observado que estas microgrietas pueden originarse del conducto hacia la superficie radicular, o de la superficie radicular hacia la estructura dentinaria, o a su vez, pueden comunicar al conducto radicular con la superficie de la raíz y el ligamento periodontal, afectando la probabilidad de éxito del tratamiento. Debido a que estas microgrietas pueden proporcionar un espacio para el crecimiento bacteriano y la acumulación de irritantes, comprometen el sellado del conducto, posterior a la retropreparación, además de incrementar las posibilidades de fractura radicular.⁴

12.2 Efecto sobre la capa de barrillo dentinario

La instrumentación del conducto radicular produce que las paredes del mismo sean recubiertas con detritos dentinarios. Esta capa, se extiende en las paredes del conducto por medio de las espirales de los instrumentos endodóncicos y es bruñida sobre la superficie del conducto por los movimientos realizados durante la instrumentación.⁴

La remoción de la capa de desecho va a permitir una interfase más estrecha entre el material de obturación y las paredes del conducto; por el contrario, se mantiene la capa de desecho, el sistema de conductos radiculares va a ser sellado inadecuadamente, aumentando el potencial de microfiltración, y la subsecuente disminución del porcentaje de éxito.⁴

Distintos autores han tratado de explicar, el mecanismo por el cual ocurre la eliminación de la capa de desecho dentinario por efecto del ultrasonido. Cunningham y Martin relacionaron la remoción de la capa de desecho dentinario con el fenómeno de cavitación, ya que las presiones hidrodinámicas producidas en el irrigante, desaloja a los detritos que se encuentran adosados a la pared del conducto, y crea un efecto de succión sobre el tejido orgánico liberado arrastrando los detritos fuera de las ramificaciones laterales del conducto, hacia la corriente principal del flujo del irrigante, donde son posteriormente expulsados del conducto.⁴

El intercambio continuo de irrigación-succión hace que se produzca un efecto sinérgico dentro del conducto, equivalente a un baño ultrasónico donde los detritos son succionados por la acción hidrodinámica del irrigante, activando la acción biológica del irrigante por efecto del aumento de la temperatura.

Otros autores como Ahmad y cols., Walmsley y Cameron, relacionaron la remoción de la capa de desecho dentinario como resultado producido por el fenómeno de microcorriente acústica.⁴

Walmsley relacionó el papel de la microcorriente acústica producida por la lima oscilante con la limpieza del conducto. Además de mejorar el efecto del hipoclorito de sodio por su calentamiento, produce un flujo continuo del irrigante por toda la extensión del conducto, por medio del cual se propagan ondas de choque que desintegran bacterias y sustancias orgánicas y liberan detritos adosados a las paredes del mismo.⁴

Se realizó un estudio experimental conformado por 30 dientes extraídos uniradiculares permanentes superiores e inferiores, sin tratamiento de conductos. Se dividieron en 3 grupos de 10 dientes cada uno:

- GRUPO A: grupo control se irrigó con solución salina.
- GRUPO B: irrigación con técnica de presión positiva con jeringa y aguja.
- GRUPO C: irrigados con técnica de irrigación ultrasónica pasiva (IUP).

Todos los dientes fueron instrumentados con el sistema ProTaper hasta la lima F2, siguiendo con el protocolo de irrigación que consiste en el lavado del conducto con hipoclorito de sodio después del uso de cada lima. Una vez terminada la instrumentación, se procedió a la división aleatoria de las muestras de cada grupo y se siguió el protocolo de irrigación final;

- GRUPO A: se irrigó con 5ml de solución salina sin activación de la solución.
- GRUPO B: se irrigó con 5ml de hipoclorito de sodio al 5.25% seguido de 1ml de EDTA AL 18% y finalmente se enjuagó con 5ml de hipoclorito de sodio al 5.25% sin activar las soluciones irrigadoras.³⁴
- GRUPO C: se llevó a cabo el mismo protocolo de irrigación solo que este si se activó con ultrasonido (P5 Newtron XS- Acteon / Satelec) y el inserto IRRISAFE 25/25 (Acteon/Satelec) por 1min en intervalos de 20 segundos cada uno.

A todos los especímenes se les realizó un recubrimiento uniforme de oro; este metal tiene alto número atómico lo que emite una señal más fuerte para obtener las mejores condiciones de imagen.

Se realizó la observación con el microscopio electrónico de barrido (jeol JSM_5310) con magnificación 2000x. Dos diferentes examinadores observaron la muestra dos veces, y cuantificaron el número de túbulos dentinarios abiertos.³⁴

Como resultado obtuvieron que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los GRUPOS B Y C, irrigados solo con jeringa y IUP respectivamente. Pero si se observó diferencia entre el GRUPO control A y los GRUPOS B Y C.

También se observó que los dientes del GRUPO A mostraban la entrada de los túbulos tapados por barrillo dentinario; los del GRUPO B mostraban muchos túbulos destapados y algunos obstruidos; y por último los dientes del GRUPO C mostraron mayor cantidad de túbulos dentinarios destapados.

Al final se concluyó que la activación de las soluciones irrigadoras genera un aumento en el número de túbulos abiertos; en comparación con los dientes que sólo se irrigaron con jeringa de manera pasiva.³⁴

Los autores concluyen que el ultrasonido potencializa el efecto de las soluciones irrigadoras al ser activadas por lo cual se obtienen mejores resultados.³⁴

Comparando la irrigación sónica contra la ultrasónica en 2003, Sabins y cols. realizaron un estudio para determinar si la irrigación sónica y ultrasónica aplicada de forma pasiva durante 30 o 60 segundos podría reducir de forma significativa la cantidad de restos pulpares en los conductos de molares maxilares después de instrumentarlos manualmente, y si de ésta manera se podría disminuir el tiempo empleado en la preparación del conducto. Se tomaron 100 conductos de molares superiores y se instrumentaron de forma manual. Los conductos se dividieron aleatoriamente en 5 grupos:²⁸

- GRUPO 1 (n=20): No recibió tratamiento.
- GRUPOS 2 Y 3 (n=40): Recibieron irrigación sónica durante 30 y 60 segundos respectivamente.
- GRUPOS 4 Y 5 (n=40): Recibieron irrigación ultrasónica (IUP) durante 30 y 60 segundos respectivamente.

El estudio demostró que ambos métodos fueron significativamente más eficaces en la limpieza de los conductos que la instrumentación por sí sola en tan sólo 30 segundos; al realizar la comparación entre la irrigación sónica y la ultrasónica, esta última resultó ser significativamente más efectiva para la eliminación de tejido necrótico de conductos accesorios

Se realizó un estudio por Al-Jadaa y cols. quienes compararon *in vitro* la irrigación ultrasónica pasiva (IUP) con NaOCl al 2.5% con irrigación convencional pasiva de NaOCl al 2.5% para la eliminación de restos necróticos de tejido pulpar en conductos accesorios simulados en modelos de resina epoxi. Se tomaron para el estudio 6 modelos de resina, en los que se crearon canales accesorios que fueron

rellenados con tejido pulpar necrótico de bovino. Se midió la temperatura del conducto principal cada minuto, y se tomó una fotografía digital. En el grupo control, no se realizó la agitación ultrasónica, si no que se calentó el hipoclorito a la temperatura que alcanzó el grupo experimental, para imitar la temperatura conseguida. Los experimentos se repitieron 5 veces. La conclusión del estudio fue que la irrigación pasiva ultrasónica consiguió significativamente mayor disolución de tejido pulpar de conductos accesorios.²⁸

En 2017 Lopes Schiavotelo y cols, realizaron un estudio para comparar la efectividad de dos técnicas de irrigación activada para eliminar la capa de barrillo dentinario después de la instrumentación recíproca en conductos curvos.

Sesenta raíces distovestibulares de molares maxilares se estandarizaron para crear un sistema cerrado, y luego se instrumentaron usando instrumentos WaveOne Primary (Dentsply® Maillefer, Ballaigues, Suiza). Cincuenta y cuatro muestras se distribuyeron aleatoriamente en 3 grupos para la irrigación final:

- Grupo de: Irrigación no activada.
- Grupo de: irrigación pasiva con ultrasonido (IUP)
- Grupo de: irrigación activada con EndoActivator (EA; Dentsply® Maillefer, Tulsa, EE. UU.).

Todas las muestras recibieron 3 ml de EDTA al 17% durante 1 minuto, seguido de irrigación con 6 ml de NaOCl al 2.5%. Los tercios apical, medio y cervical de las muestras se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido y tres examinadores evaluaron la cantidad de capa de barrillo dentinario restante en las paredes del canal utilizando un sistema de puntuación de cinco categorías.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la eficacia de las técnicas de irrigación para la eliminación de la capa de barrillo dentinario para el tercio apical. Las puntuaciones atribuidas a las muestras irrigadas con el sistema de EA fueron significativamente menores que las de los otros grupos en el tercio cervical y medio.

La eficacia del sistema EA en la eliminación de la capa de barrillo dentinario en el tercio cervical y medio de los conductos radiculares instrumentado con movimiento alternativo fue significativamente mayor que la de IUP. Se observó tanto EA como IUP se comportaron de manera similar en el tercio apical.³⁰

Priyatan Karede y cols. en 2017 realizaron un estudio *in vitro* para evaluar y comparar diferentes sistemas de irrigación y activación endodóncicos para la eliminación de la capa de barrillo dentinario.

Se seleccionaron cuarenta premolares de raíz única intactos humanos, no cariados, recientemente extraídos, y se dividieron en 4 grupos ($n = 10$) de acuerdo con los sistemas de irrigación del conducto radicular, cada muestra se sometió a irrigación final utilizando cuatro sistemas de irrigación diferentes con 5 ml de NaOCl al 5.25%, seguido de 5 ml de EDTA al 17%, seguido de 5 ml de NaOCl al 5.25% y solución salina normal al 0.9%.³¹

- Jeringa e irrigación con aguja.
- Irrigación sónica.
- Irrigación pasiva con ultrasonido (IUP).
- Sistema de irrigación EndoVac.

Todos los grupos estaban preparados a tamaño apical # 40 con lima tipo K; cada muestra se sometió a una irrigación final utilizando cuatro sistemas de irrigación/activación diferentes. Después de dividir las muestras, se seccionó la mitad de cada raíz para su examen con microscopio electrónico de barrido (SEM). Los sistemas de irrigación/agitación se compararon usando la prueba estadística de Fisher con nivel de significancia establecido en 0.05.

Los cuatro grupos no difieren entre sí en las partes coronal y media del conducto. En el tercio apical del conducto, ninguno de los métodos fue capaz de eliminar por completo la capa de barrillo dentinario; pero el sistema EndoVac mostró eliminación significativamente mejor de la capa de barrillo dentinario, limpió

la parte apical del conducto de manera más eficiente que la irrigación sónica, ultrasónica y de jeringa y aguja.³¹

En 2014 Pérez de Arce y cols. realizaron un estudio en donde se instrumentaron 40 dientes manualmente con técnica step-back hasta lima maestra #55 y fueron asignados a 4 grupos de 10 dientes cada uno según protocolo de irrigación. El grupo control negativo fue irrigado con agua destilada estéril sin activación y el grupo control positivo fue irrigado con NaOCl al 5.25% más EDTA al 10% sin activación. Los grupos experimentales fueron irrigados con NaOCl al 5.25% más EDTA al 10% con activación sónica o ultrasónica, según corresponda. Los grupos fueron los siguientes:³⁵

- Grupo I: Irrigación con 9 ml de agua destilada estéril durante la instrumentación.
- Grupo II: Irrigación con 9 ml de NaOCl al 5.25% durante la instrumentación, más irrigación final con 1 ml de EDTA al 10% por 30 segundos.
- Grupo III: Irrigación con 9 ml de NaOCl al 5.25% durante la instrumentación, más irrigación final con 1 ml de EDTA al 10% con activación sónica por 30 segundos.
- Grupo IV: Irrigación con 9 ml de NaOCl al 5.25% durante la instrumentación, más irrigación final con 1 ml de EDTA al 10% con activación ultrasónica por 30 segundos.

Los examinadores evaluaron la presencia de barrillo dentinario remanente y grado de erosión según los criterios de Torabinejad y cols.

Cantidad de barrillo dentinario:

1: Ausencia de barrillo dentinario: Ausencia de barrillo dentinario en la superficie del conducto radicular. Todos los túbulos estaban limpios y abiertos.

2: Moderado barrillo dentinario. Ausencia de barrillo dentinario en la superficie del conducto radicular, pero los túbulos contienen detritus.

3: Abundante barrillo dentinario. Barrillo dentinario cubre la superficie del conducto radicular y los túbulos.

Grado de erosión:

1: Sin erosión. Todos los túbulos con apariencia y tamaño normal.

2: Erosión moderada. La dentina peritubular fue erosionada.

3: Erosión severa. La dentina intertubular fue destruida y hay conexión entre los túbulos.

Los resultados indican que todos los grupos mostraron diferentes niveles de barrillo remanente y erosión dentinaria, se evidencia significativamente menos barrillo en el grupo irrigado con EDTA al 10% sin activación , seguido por el grupo con EDTA al 10% con activación sónica, el grupo con EDTA al 10% con activación ultrasónica y finalmente el grupo irrigado con agua destilada. Al comparar la presencia de barrillo dentinario entre los grupos con irrigación activada (III y IV, sónica y ultrasónica, respectivamente) no se observan diferencias estadísticamente significantes.

En cuanto al grado de erosión dentinaria, los grupos activados mostraron menor deterioro superficial en comparación con la irrigación convencional. Esto puede ser consecuencia del movimiento constante y burbujeante del irrigante al interior del conducto. En la irrigación tradicional, el quelante tiene más tiempo de contacto con el sustrato sobre el que actúa. Es interesante notar que la erosión fue mayor, pero no significativa, en la irrigación ultrasónica en comparación con la sónica. Aun cuando la irrigación ultrasónica es pasiva, la alta frecuencia de vibración y la rigidez del inserto pueden generar el mayor deterioro de las paredes del conducto.

La activación sónica y ultrasónica del EDTA 10% no produjo una remoción de barrillo significativamente superior al compararlo con la irrigación convencional, pero sí hubo diferencias en cuanto a erosión, siendo menor con la activación sónica.³⁵

12.3 Efecto antimicrobiano

La combinación de los fenómenos producidos por el ultrasonido junto con el efecto antimicrobiano del irrigante, incrementan la desinfección del sistema de conductos radiculares. La cavitación y la microcorriente acústica, producen remoción de detritos y la capa de desecho dentinario de la superficie del conducto, así como potenciación de la acción biológica del agente irrigante causado por el aumento de temperatura.⁴

La acción del ultrasonido produce la ruptura de la pared celular de los microorganismos, debido a la turbulencia creada por la microcorriente acústica y los cambios de presión; lo que permite que el agente antimicrobiano penetre al interior de las células rápidamente, produciendo su efecto bactericida por alguna de las siguientes acciones biológicas: liberación de radicales libres, oxidación y degradación de moléculas, destrucción enzimática y ruptura de la pared celular.⁴

Sjögren y cols. realizaron un estudio in Vivo para comparar la técnica de desinfección manual con respecto a la desinfección ultrasónica, tomando como muestra treinta y un dientes monorradiculares con pulpas necróticas, cámaras intactas y evidencia radiográfica de lesión periapical; observaron que algunas especies como *Bacteroides intermedius*, *Actinomyces israelí*, *Actinomyces naeslundii* y *Fusobacterium nucleatum*, podían resistir el procedimiento de desinfección ultrasónica, incluso después de una tercera visita, e incrementaban su número en los conductos radiculares vacíos en el tiempo entre citas. Debido a esto, recomiendan indistintamente el uso de medicamentos intraconducto como el hidróxido de calcio, entre cada sesión.⁴

Huque y cols. concluyeron, de acuerdo a un estudio realizado in Vitro, que el uso del ultrasonido combinado con solución de hipoclorito de sodio erradica las bacterias presentes en la capa de desecho dentinario, produce la remoción de ésta, y propicia la penetración del irrigante hacia las capas más profundas de la

dentina radicular, para de esa manera actuar sobre los microbiorganismos contenidos dentro de los conductos accesorios dentinarios. Observaron además, efecto antimicrobiano sobre las bacterias ubicadas en las paredes de la dentina radicular, con la utilización de una solución de hipoclorito de sodio al 5.5%, por lo cual consideran esta concentración como suficiente para lograr, en conjunto con la aplicación de ultrasonido, la desinfección eficaz del sistema de conductos radiculares.⁴

Laukuf y cols. en un estudio comparativo in Vitro de los efectos antimicrobianos de la aplicación de dispositivos sónicos y ultrasónicos sobre *Streptococcus milleri* inoculado en dientes monorradiculares instrumentados e insertados en bloques de acrílico, afirman que después de tiempos de aplicación de: 1,2,3 y 4 minutos, la acción de los dispositivos sónicos redujo mayor cantidad de bacterias que los dispositivos ultrasónicos, pero que esta diferencia no era estadísticamente significativa entre éstos; pero si era significativa con respecto al grupo control. Los niveles de concentración bacteriana y el tiempo de aplicación del dispositivo dentro del conducto radicular, parece afectar más directamente a la eficacia de desinfección de los dispositivos ultrasónicos, que a la eficacia de desinfección de los dispositivos sónicos.⁴

La clave de éxito de la terapia endodóctica es la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, se realizó un estudio conformado por 64 dientes monorradicales, a los cuales se les eliminó la corona clínica mediante corte transversal a nivel de la unión amelocementaria; seguidamente se realizó conformación utilizando técnica corono apical (Crown Down), iniciando en los tercios cervical y medio con fresas Gates Glidden ,Dentsply® Maillefer 4,3 y 2, manteniendo durante cada paso irrigación constante con hipoclorito de sodio al 3.5%, los conductos radiculares de las unidades de estudio fueron conformados a la misma longitud de trabajo hasta lima #50 en apical; una vez terminada la preparación biomecánica los dientes fueron esterilizados en autoclave; seguidamente se procedió a sumergir los dientes dentro de cultivos con *Enterococcus faecalis* e incubados en estufa a 37 grados centígrados durante 72

hrs. transcurrido ese tiempo se trasladaron a recipientes de vidrio estéril para ser irrigados con hipoclorito de sodio al 3.5% empleando dos técnicas de irrigación.

Se dividieron en dos grupos:

- Grupo I: 30 dientes que fueron irrigados con 3ml de NaOCl durante 1 min empleando la técnica de irrigación manual con agujas Endo Eze calibre 27 y una jeringa de 20ml.
- Grupo II: 30 dientes, que se irrigaron con NaOCl durante 1 min con intervalos de 20 segundos cada uno, empleando técnica de irrigación ultrasónica pasiva con ultrasonido NSK modelo 350, limas Irrisafe IRR25/21MM DDE Satelec, oscilando ultrasónicamente a la configuración recomendada de potencia (30KHz).

Además se contó con 2 dientes para el control positivo, infectados a los cuales no se les aplicó ninguna técnica y 2 dientes de control negativo a los cuales no se les infectó y no se les aplicó ninguna técnica de irrigación. Los especímenes se cubrieron con una capa fina de oro y se observaron al microscopio electrónico de barrido por tercios.

Como resultado se obtuvo que ninguna de las técnicas de irrigación eliminaron en su totalidad a *Enterococcus faecalis* del sistema de conductos radiculares; no obstante la técnica de irrigación ultrasónica pasiva mostró mayor efectividad en la eliminación de *Enterococcus faecalis* en todos los tercios del diente que la técnica de irrigación manual convencional.³⁶

Por otro lado en 2003, Weber y cols.²⁸ evaluaron el efecto antimicrobiano residual de la activación pasiva ultrasónica de la clorhexidina (CLX) al 2% y del hipoclorito de sodio al 5.25%. Se utilizaron 94 dientes recién extraídos con raíces que tenían un único conducto. Se crearon 5 grupos:

- Grupo 1: 21 conductos irrigados con CLX al 2%.
- Grupo 2: 21 conductos irrigados con CLX al 2% más 1 minuto de activación con IUP.

- Grupo 3: 21 conductos con NaOCl 5.25%.
- Grupo 4: 21 conductos irrigados con NaOCl seguido de 1 minuto de activación con IUP.
- Grupo 5: (grupo control) 10 conductos irrigados con solución salina tamponada con fosfato (PBS).

Los mejores resultados de actividad residual antibacteriana se obtuvieron para el grupo 2 (CLX seguido de 1 min. de IUP), y los peores para el grupo control. Todos los resultados fueron estadísticamente significativos.²⁸

Años más adelante en 2009 comparando no solo la irrigación convencional si no también sistemas de agitación, Townsend y Maki ²⁸ realizaron un estudio *in vitro* en el que compararon la eliminación mecánica de bacterias mediante 3 sistemas de agitación y 2 de irrigación frente a agitación ultrasónica (IUP) en un conducto de un modelo de resina. Un total de 42 modelos se dividieron en 7 grupos.

El grupo control (C) con medio de cultivo de infusión de cerebro corazón (BHI) recibió sólo irrigación convencional con jeringa, los demás grupos se inocularon con *Enterococcus faecalis* y se incubaron también con BHI. Los sistemas de irrigación y agitación utilizados fueron: ultrasonido (IUP), jeringa convencional, EndoVac, EndoActivator, F-File y sistema sónico. La agitación del irrigante (agua estéril) se llevó a cabo durante 30 segundos. Las conclusiones del estudio fueron que la agitación ultrasónica fue significativamente más efectiva que la irrigación convencional y el sistema EndoVac en la eliminación bacteriana. Sin embargo, no había diferencia estadísticamente significativa entre la agitación ultrasónica y el uso de EndoActivator, F-File y la agitación sónica, y ninguno de los sistemas eliminó por completo todas las bacterias de los modelos. ²⁸

12.4 Capacidad de penetración de la solución irrigadora

Las diferentes profundidades de penetración bacteriana pueden estar relacionadas con el tamaño de la bacteria, sus características de motilidad, así como diferencias en los diámetros de la luz tubular.

Se realizó un estudio para comparar la penetración dentinaria de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio al 5% y 2.5% con técnicas de irrigación convencional e irrigación ultrasónica pasiva. Se trabajó con 40 segmentos radiculares de 5mm de longitud divididos en cuatro grupos, se retiró la corona y el tercio apical de cada premolar, para obtener especímenes estandarizados de 5mm que fueron permeabilizados con limas tipo K #10 y 15, luego se sumergieron en tinta cristal violeta durante 24 hrs y se lavaron con agua potable 5 min se continuó con la instrumentación biomecánica usando el sistema rotatorio ProTaper e irrigando con 5 ml de hipoclorito de sodio entre cada instrumento mediante agujas Navitip al final de la preparación se irrigó con EDTA AL 17% durante 1min siendo el irrigante final siempre.

En los grupos que se trabajó con irrigación ultrasónica pasiva se utilizó la marca Acteon Satelec P5 Newtron XS.

- GRUPO 1: Se irrigó con NaOCl 2.5% y técnica de irrigación convencional (grupo control).
- GRUPO 2: Se irrigó con NaOCl 2.5% con técnica de irrigación convencional más irrigación ultrasónica pasiva durante 30 segundos.
- GRUPO 3: Se irrigó con NaOCl 5% con técnica de irrigación convencional.
- GRUPO 4: Se irrigó con NaOCl 5% con técnica de irrigación convencional más irrigación ultrasónica pasiva durante 30 segundos.

Al final de la irrigación a todos los grupos se les realizó un corte mesio distal a lo largo del eje longitudinal con discos diamantados a baja velocidad y se midió la penetración al microscopio de luz Leyca con una magnificación de 40x.

Se encontró una mayor penetración del NaOCl al 5% con irrigación convencional más irrigación ultrasónica pasiva, encontrándose que a mayor concentración de la solución irrigadora mayor penetración dentinaria, aunque son diversas las variables que influyen en la penetración del NaOCl como tiempo de exposición, volumen, concentración y técnica de irrigación. La irrigación ultrasónica pasiva, demostró mayor eficacia en la limpieza en zonas de difícil acceso de los conductos comparado con la irrigación convencional sin embargo las diferencias no fueron estadísticamente significativas.³⁷

En 2011, Mitchell y cols.²⁸ compararon distintos sistemas de irrigación en 10 pares de dientes unirradiculares emparejados, que fueron instrumentados. Se midió la frecuencia y el grado de extrusión apical del hipoclorito de sodio en un ambiente periapical simulado. Se crearon dos grupos los dientes fueron instrumentados a un diámetro de #35/06 o 50/06. Cada diente se incluyó en un recipiente de plástico transparente, se rellenó con un gel que contenía el colorante sensible al pH (M-cresol púrpura), que cambia de amarillo de un pH de 7.4 a púrpura a un pH de 9. Los conductos se irrigaron con NaOCl al 6% mediante EndoActivator, EndoVac, Rispi-Sonic/MicroMega 1500, irrigación ultrasónica (IUP) y jeringa convencional, de modo que cada diente se sometió a todos los procedimientos de irrigación en un diseño cruzado aleatorio. Como resultado del estudio, se observó que la frecuencia de extrusión fue menor en los dientes con tamaño de la preparación apical menor (36%) en el que la extrusión dependió según el sistema de irrigación utilizado, caso contrario de lo que ocurrió con los dientes con preparación apical de #50/06. En el grupo instrumentado a #35/06, la frecuencia de extrusión fue menor en irrigación con EndoVac. El sistema IUP se situó en un grado intermedio tanto en la frecuencia como en el grado de extrusión.²⁸

Muñoz y Camacho-Cuadra²⁸ compararon *in vivo* la eficacia de la irrigación convencional, la irrigación pasiva ultrasónica (IUP), y un sistema de presión negativa para la dispersión del irrigante a la longitud de trabajo en raíces mesiales

de molares mandibulares. Se tomaron 30 raíces mesiales de 30 molares mandibulares, que fueron aleatoriamente distribuidas en 3 grupos (n=10):

- Grupo 1: Jeringa convencional.
- Grupo 2: Irrisafe (IUP).
- Grupo 3: Sistema EndoVac.

Todos los conductos se irrigaron con NaOCl al 5.25%. Antes de la obturación, los conductos se irrigaron con 1 ml de solución radiopaca con el correspondiente sistema de irrigación, y se tomó una radiografía periapical. A pesar de que los resultados eran mejores en el grupo activado ultrasónicamente, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre éste y el grupo activado mediante EndoVac, pero se determinó que son más efectivos que la irrigación convencional en cuanto a la dispersión del irrigante a la longitud de trabajo de los conductos radiculares.²⁸

Se realizó un estudio clínico experimental prospectivo en pacientes con indicación para tratamiento de conductos en primeros y segundos molares inferiores con diagnóstico de pulpitis irreversible; 40 raíces mesiales de molares mandibulares in vivo fueron instrumentados con un procedimiento estándar a un diámetro apical #35/04. Se aplicó solución radiopaca (Iodotalamato de Meglumina (Conray TC-43) por tener características físicas similares al Hipoclorito de Sodio) para determinar la penetración apical del irrigante con EndoVac, Ultrasonido, Max-I-Probe, Agitación Manual con Gutapercha (IDM).

Se tomó una radiografía periapical inicial para el diagnóstico pulpar y periapical así como para inclusión en el estudio. Una segunda radiografía periapical se tomó para confirmar longitud de trabajo, una tercera radiografía periapical de control, en la cual el irrigante (medio de contraste Conray TC-43) fue depositado por medio de una aguja endodóncica convencional (Terumo) únicamente en la cámara pulpar sin la aplicación de ninguna de las técnicas de irrigación a excepción del grupo I (EndoVac) donde el irrigante se depositó en la cámara con la punta maestra

dispensadora del sistema. La cuarta radiografía periapical se tomó después de la aplicación de alguna de las cuatro técnicas de irrigación probadas en este estudio.

Los resultados fueron que 55% alcanzó el primer y segundo tercio (tercio coronal y medio respectivamente), mientras que posterior a la aplicación de cualquiera de las cuatro técnicas evaluadas, predominó el tercio apical en el 90% de los especímenes. En los conductos en los que se usó el Sistema EndoVac, inicialmente el irrigante se quedó en el primer tercio, pero posterior a su aplicación, en el 90% se alcanzó el tercio apical.

Cuando se midió la distancia entre el ápice radiográfico y el nivel alcanzado del irrigante previo a la aplicación de las técnicas (control), no hubo diferencias estadísticamente significativas en los cuatro grupos evaluados, como tampoco se observaron diferencias entre los cuatro grupos posterior a la aplicación de las cuatro técnicas. La diferencia mayor se observó entre la técnica EndoVac con un valor promedio de $1.45 \pm 1.1\text{mm}$ comparado con el grupo de irrigación dinámica manual con aguja Max-I-Probe que fue de $2.07 \pm 0.9\text{mm}$, sin embargo no hubo diferencia estadísticamente significativa. Se comparó el promedio de las distancias alcanzadas previo a la aplicación de las técnicas (control) 4.55 ± 3.5 con el nivel alcanzado posterior al uso de las mismas 1.72 ± 1.0 , lo cual es estadísticamente significativo, ²³ (Fig.29)²³.

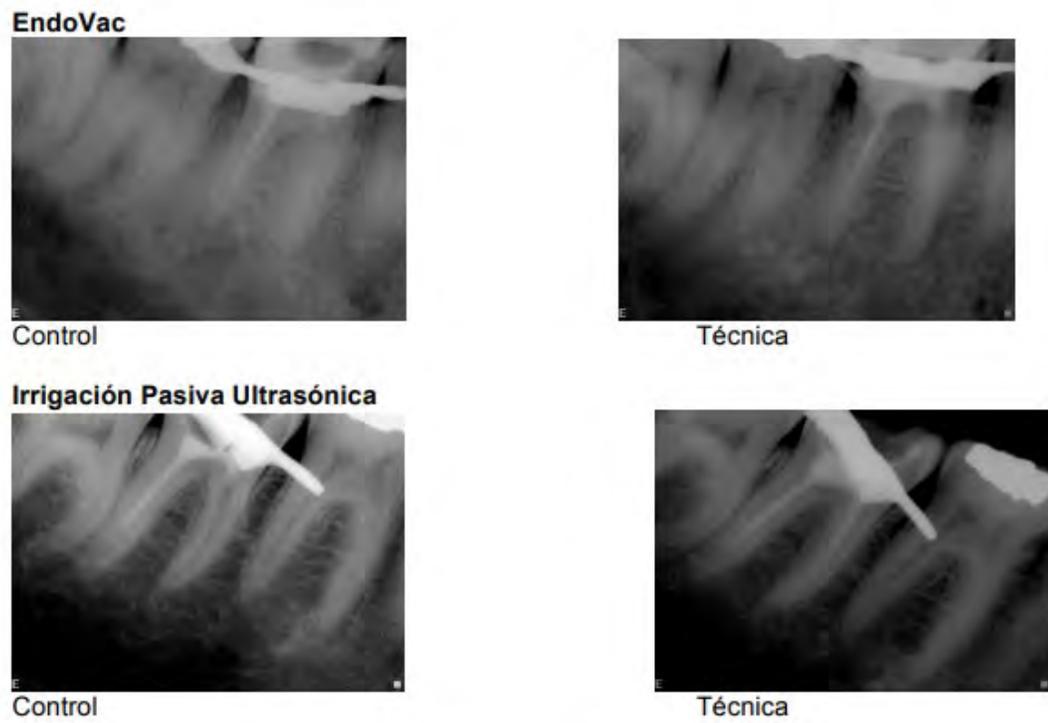


Fig.29-. comparación de resultados entre la irrigación con EndoVac e (IUP).²³

13. Bibliografía

1. Estrela C. Endodontic Science.1ª .ed. Sao Paulo: Editorial Artes Medicas; 2009.
2. Weine F. Endodontic Therapy. 6ª. ed. Missouri: Editorial Mosby; 2004.
3. Plotino G., Pameijer CH., Maria Grande N., Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. J Endod. 2007;33(2):81–95.
4. Padrón EJ. Ultrasonido en Endodoncia. Carlos Bóveda Endodoncia, hallado en: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm.
5. Huamán ZV. ¿Representará alguna mejora el uso del ultrasonido en la remoción del barrillo dentinario ? Rev. Estomatol. Hered. 2012;22:179–182.
6. Osada ENAC OE505 hallado en: <http://www.osadausa.com/enac/enac.html>.
7. Surdent hallado en: <http://www.surdent.cl/index.php/80/81/piezo-scaler/ultrasonido-piezo/suprasson-p-5-newtron-detalle>.
8. Esproden hallado en: <http://www.esproden.com/producto/varios-370/>.
9. Pure Newtron hallado en: <http://www.pure-newtron.com/lrriSafe-tips.html>
10. Acteon hallado en: <https://www.acteongroup.com/es/uploads/media/default/0001/01/cbd92d99fc0be4530e1136330ff5f0986f5763e6.pdf>.
11. Hielsher, Ultrasound Technology, Hallado en: <https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-crystallization-and-precipitation.htm>
12. Espinosa AM., Mora MF. Estudio comparativo de la remoción de barrillo dentinario en conductos radiculares entre irrigación ultrasónica y EndoVac, Univ. San Francisco Quito.2014; 5-91.
13. Lasala A. Endodoncia. 3ª.ed. Barcelona: Editorial Salvat; 1979.
14. Rivas R. Limpieza y Conformación de conducto Radicular, UNAM Fes Iztacala;2011 hallado en:

<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas11Limpieza/irrcitrico.html>

15. Medontolab hallado en:

<http://www.medontolab.com/wfrmproductosver.aspx?idp=133>

16. Corro MM., Alliarí M. Eficacia de las soluciones irrigadoras para el manejo de las pulpas necróticas, Universidad de Guayaquil; 2013.

17. Cohen S. Vías de la Pulpa. 10ª. ed. Barcelona: Editorial Elsevier; 2011.

18. Dentazon hallado en: <https://dentalzon.com/en/products/193085-others-md-cleanser-17-percent-edta-solution-100ml>

19. Ultradent Products, Inc, hallado en: <https://www.ultradent.com/es-la/Productos-Dentales/Preparacion/Pasta-antibacteriana-de-clorhexidina/Consepsis-Scrub/Pages/default.aspx>

20. Soares IS., Goldberg F. Endodoncia Técnica y Fundamentos. 2ª. ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2012.

21. Segnung, Materiales Dentales hallado en:

<http://www.segnung.com.mx/producto/hipoclorito-250-ml-viarzoni/>

22. Viarden Hallado en: <http://www.viarden.com/catalogo-de-productos/hidr%C3%B3xidos-de-calcio/hidroxido-de-calcio-detail.html>

23. Gilberto G, Angel G, Mario C, Rubén R, Elisa B, Manuel GJ. Estudio Comparativo de la Penetración del Irrigante con Cuatro Diferentes Técnicas de Irrigación en Raíces Mesiales de Molares Mandibulares in vivo. Endomicroscópica. 2010;(1):1–12.

24. Pasricha SK, Makkar S, Gupta P. Pressure alteration techniques in endodontics-a review of literature. J Clin Diagnostic Res. 2015;9(3):ZE01-ZE06.

25. Biedma M, Castelo P, Otero E, Ruiz , Carrion A. La endodoncia en los pacientes mayores. Avances en Odontoestomatología. 2015;31(3):149–59.

26. Martín J. Sistemas de Activación del Irrigante .Universidad de Sevilla;2017.

27. MiEndodoncia hallado en: <http://www.miendodoncia.com/tecnica-de-irrigacion-manual-dinamica/>
28. García A., González J., Castellanos L., Jiménez M., Segura JJ. Sistema De Conductos Radiculares. Sistemas Ultrasónicos para la Irrigación del Sistema conductos radiculares. Avances en Odontología. 2014;30(2):79–94.
29. Nageswar R. Endodoncia Avanzada. 1ª. ed. India: Editorial Amolca; 2011.
30. Schiavotelo TCL, Coelho MS, Rasquin LC, Rocha DGP, Fontana CE, Bueno CE da S. Ex vivo Smear Layer Removal Efficacy of Two Activated Irrigation Techniques After Reciprocating Instrumentation in Curved Canals. Open Dent J. 2017; 11:511-519
31. Priyatam K, Rutija C, Suvarna P. Efficiency of Different Endodontic Irrigation and Activation Systems in Removal of the Smear Layer : A Scanning Electron Microscopy Study. Iran Endod J. 2017;12(4):414–8.
32. Source one Dental hallado en: <https://sourceonedental.com/>
33. Basrani B. Nuevas técnicas y dispositivos de desinfección en Endodoncia. Activaciones Ultrasónicas Pasivas. 2009;1–13.
34. Guerrero- Verdelli, Davina. Estudio comparativo de dos soluciones irrigadoras activadas y no activadas para la preparación química del conducto radicularmente visto al MEB. Dom. Cien. 2017;3(2):450-462.
35. Pérez V, Rodríguez P, Echeverría D. Activación Sónica Versus Ultrasónica de EDTA al 10 % para Remoción de Barrillo Dentinario en el Tercio Apical del Canal Radicular. Int J Odontostomat. 2014;8(1):153–9.
36. Jiménez L. Irrigación ultrasónica pasiva comparada con irrigación manual en la eliminación del Enterococcus Faecalis del sistema de conductos (Estudio in

vitro). Acta Odontol Venez. 2014;1–21.

37. Morales-Guevara A, Morales-Guevara A. Penetración Dentinaria in vitro del Hipoclorito de Sodio a Diferentes Concentraciones con las Técnicas de Irrigación Convencional y Ultrasónica Pasiva. Int J Odontostomatol [Internet]. 2017;11(3):305–9. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2017000300305&lng=en&nrm=iso&tlng=en