



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

EL USO DEL ULTRASONIDO EN ENDODONCIA.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

AIDA DELIA JUAREZ ZAPATA

TUTORA: Esp. ROXANA BERENICE MARTÍNEZ VÁZQUEZ

ASESORA: C.D. MÓNICA ITURBIDE MEDELLÍN



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.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de lograr mis sueños, por ponerme en el mejor lugar y darme la oportunidad de conocer a personas maravillosas.

A mi Mamá, gracias por confiar en mí, por apoyarme y enseñarme a salir adelante, por nunca dejarme caer, por apoyarme en las buenas y en las malas, por ser mi cómplice y guiarme por este gran camino, por ser mamá y mi papá... difícil tarea pero créeme que lo haz hecho increíblemente bien, gracias por ser mi paño de lagrimas y nunca dejarme sola. Por enseñarme que en la vida puedo lograr todo lo que me proponga. Jamás terminare de darte las gracias por todo lo que haz hecho por mí. Eres mi ejemplo a seguir. Te amo.

A mi Papá que se que desde el cielo me ha acompañado a lo largo de este camino, sé que donde estas me estas cuidando y siempre haz estado ahí aconsejándome lo mejor para mí. Por enseñarme desde chica a confiar en mí y a ser cada día mejor persona. Esto también es por ti y espero que te sientas muy orgulloso. Te amo.

A los que también se nos adelantaron, mis abuelos Ángel, Nidia, Delia, Cecilio y José Luis, Se que desde donde están siempre están cuidándome.

A mis tías y tíos... Elda, Soco, Aida, Nidia, Juan José, Delia y Cecilia por estar siempre a mi lado apoyándome.

A mis primos... José Luis, Silvia, Elda, Federico, Carlos, Juan, Francisco, Mariana, Ramón, Yara, Francisco, José Manuel, Julio, Gracias por su cariño y por nunca dejarme sola en los buenos y malos momentos. A Mariana... Gracias por enseñarme a amar esta carrera tanto como tú.

A mis sobrinos... Aleks, Sebastián, Santiago, Valentina, Joseph, Valeria, Diego, Luciano, Santiago, Xanat, Ixchel, Frida y Andrea que te esperamos con ansias, gracias por dejarme aprender tanto de ustedes y regalarme tantos momentos de risas y alegrías.

A ti Edgar por llegar a mi vida a alegrar mis días, por acompañarme en estos últimos años de este largo camino, por apoyarme y estar en las buenas y en las malas, por decirme siempre que todo saldrá bien, por compartir tantas aventuras, por tus consejos y por acompañarme en todo momento, por ser mi cómplice y por además de ser mi novio ser mi amigo y mi confidente. Te amo.

A ti Sam, que te puedo decir que no sepas... Gracias por simplemente ser tú, por convertirte en mi mejor amiga, mi confidente, mi compañera de lágrimas y alegrías, por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por tus consejos y por ayudarme a siempre salir adelante. Por esas horas de estudio que en algunas ocasiones las cambiamos por horas de sueño y sobre todo por esos momentos de estrés. Sin ti la universidad no hubiera sido la misma. Gracias por recorrer a mi lado este largo camino pero lleno de satisfacciones. Sé que seremos las mejores y ahora vamos por la especialidad. Te amo amiga.

A mis amigos, Diana, Itzel, Omar, Jorge, Denisse y Javier gracias por tantas risas, estrés, locuras. Sin ustedes las horas de clase y de sueño no hubieran sido lo mismo. Gracias por compartir tantas experiencias y por compartir el mismo sueño. Los quiero.

En especial gracias a la Dra. Roxana Berenice Martínez Vázquez y a la Dra. Mónica Iturbide Medellín por su apoyo en la realización de este trabajo, muchas gracias por compartir sus conocimientos, por sus consejos, paciencia y dedicación.

A la Dra. Ma. Fernanda Quiroz, gracias por brindarme tu amistad, por acompañarme en mi primer día de la universidad y lo más difícil el primer día de clínica, para mí de los días más emocionantes de toda la carrera, quien diría que serías mi maestra. Gracias por todos los consejos y por darme siempre una palabra de aliento. Te quiero mucho.

Al Dr. Miguel Ángel Quiroz, por haber creído en mí, por abrirme las puertas de su consultorio, por permitirme aprender tanto de usted, por ayudarme a crecer y a creer en mí en esta hermosa carrera. Lo quiero mucho.

A la Dra. Alejandra Cabrera Coria, gracias por ser una gran maestra, por ser mi tutora a lo largo de la carrera, por apoyarme y ayudarme a salir adelante. La quiero muchísimo.

A la Dra. Guadalupe García, gracias por todos sus consejos, por enseñarme tanto de usted y sobre todo por su apoyo.

A todos los Doctores que me dieron clase, gracias por compartir sus conocimientos y sobre todo sus experiencias, sin ustedes no sería quien soy, ni estaría aquí.

A mis compañeros del seminario de titulación... Gracias por todos esos momentos compartidos, por esas horas en las que aprendimos juntos y también por todas esas horas de risas.

Al Dr. Enrique Rubin Ibarnea por su entrega y dedicación durante el seminario de titulación.

Por último a mi universidad, Universidad Nacional Autónoma de México, gracias por lo que me has dado, por darme educación y sobre todo por permitirme prepararme en la mejor universidad.

Aída.

## **Índice:**

Introducción.....	7
Objetivo.....	9
Capítulo 1.	
Antecedentes.....	10
1.1 Antecedentes del uso del ultrasonido en Endodoncia.....	11
Capítulo 2.	
Propiedades físicas, mecánicas y biológicas del ultrasonido en el conducto radicular.....	13
Capítulo 3.	
Uso del ultrasonido en endodoncia.....	17
3.1 Acceso endodóntico y localización de conductos.....	17
3.2 Conformación biomecánica del conducto radicular.....	19
3.3 Irrigación y desinfección ultrasónica.....	22
3.4 Obturación del conducto radicular.....	27
3.5 Ultrasonido en cirugía endodóntica.....	31
Capítulo 4.	
Eliminación de obstrucciones.....	34
4.1 Eliminación de restauraciones definitivas.....	34
4.2 Eliminación de materiales de obturación.....	35
4.3 Eliminación de calcificaciones.....	37
4.4 Remoción de postes intraradiculares.....	38

4.5 Eliminación de instrumentos separados.....	40
Capítulo 5.	
Tipos de puntas ultrasónicas.....	42
5.1 Maillefer.....	42
5.2 Satelec.....	47
5.3 VDW.....	52
5.4 NSK.....	55
Conclusiones.....	57
Fuentes de información.....	59

## **Introducción.**

La endodoncia es la rama de la odontología que se encarga del tratamiento de los conductos radiculares; es una especialidad reconocida desde 1963 por la Asociación Dental Americana.

Como definición la Asociación Americana de Endodoncia la define como una rama de la odontología que trata la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares. La mayoría de los procedimientos endodónticos requieren un alto grado de precisión, ya que el área de trabajo es muy pequeña y de esto depende el éxito de los tratamientos.

Las técnicas endodónticas han sufrido grandes cambios con la aparición de nuevas tecnologías como son el ultrasonido y el microscopio, éstos han ayudado a dar solución a distintas problemáticas en los tratamientos.

El ultrasonido es una forma de energía sonora, que se transmite en forma de ondas y ésta es propagada a través de diversos medios; estas ondas se encuentran entre 25 y 40 Khz.

En endodoncia abarca desde la eliminación de restauraciones, eliminación de obstrucciones como instrumentos fracturados y calcificaciones, preparación biomecánica, irrigación, obturación del sistema de conductos, así como en la cirugía endodóntica.

Existen dos formas básicas de producir el ultrasonido:

1. Mediante el fenómeno magneto-estrictivo
2. Mediante el principio piezo-eléctrico

El fenómeno magneto-estrictivo se produce mediante la creación de un campo magnético que al pasar corriente eléctrica a través de unas laminillas metálicas, producen fuerzas de atracción y repulsión entre ellas y en consecuencia un movimiento vibratorio mecánico. <sup>1</sup>

Los dispositivos piezo-eléctricos se componen de un generador piezo-eléctrico de potencia graduable, así como de un dispositivo de irrigación por agua; estos tienen ventajas sobre los dispositivos magnéticos, ya que generan poco calor y no se necesita refrigeración, así como que transfiere mayor energía haciéndolo más poderoso.

Su mecanismo de acción es diverso, por un lado la activación ultrasónica de la solución irrigadora con acción disolvente y bactericida es potencializada por el otro el movimiento físico de la lima contra las paredes del canal.

Cuando se somete la solución irrigadora a una elevada variación de presión por activación ultrasónica, puede romperse la tensión superficial de éste líquido determinando la formación de miles de cavidades transitorias en su superficie, de ahí el término cavitación. <sup>1</sup>

La cavitación se produce cuando la lima ultrasónica vibra dentro del fluido produciendo presiones de compresión y de dilatación. Los materiales del interior del conducto, como son tejido pulpar, bacterias, residuos y sustratos, quedan expuestos a una presión negativa que provocan una explosión hacia el interior, la cual rompe y destruye células. En un principio se atribuyó el efecto limpiador a un mecanismo de implosión o cavitación. <sup>2</sup>

## **2. Objetivo.**

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica para dar a conocer los usos del ultrasonido en endodoncia, así como las ventajas de su utilización en el tratamiento del sistema radicular.

## Capítulo 1.

### 1.1 Antecedentes.

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.

Desde los años 50 se han diseñado distintos dispositivos sónicos y ultrasónicos para distintas aplicaciones odontológicas, Oman y Applebaum en 1955, describen el dispositivo como un oscilador de frecuencia variable, el cual se alimentaba con corriente alterna de alta frecuencia a una pieza de mano magnetoestrictiva, por medio de un amplificador de poder. Este dispositivo fue diseñado para la preparación de cavidades y eliminación de caries obteniendo resultados favorables.<sup>3</sup>

Watson y Kidd diseñaron un dispositivo ultrasónico magnetosestrictivo que funcionaba a una frecuencia de 25KHz para el tallado de cavidades y eliminación de caries. Los autores observaron que el dispositivo disminuía su capacidad de corte en tejido dentario reblandecido y actúa con mayor capacidad en tejidos duros.<sup>4</sup>

En 1995 Zinner<sup>6</sup> presentó unos estudios preliminares donde la aplicación de dispositivos ultrasónicos, en distintos usos clínicos, como en la terapia periodontal no producía daños a los tejidos pulpaes ni periodontales. De estos estudios partieron Johnson and Wilson demostrando la efectividad de la aplicación del ultrasonido para la remoción de cálculo, ya que no dañaba el cemento radicular y causaba menores daños en el periodonto.

### **1.2 Antecedentes del uso del ultrasonido en Endodoncia.**

El empleo en la endodoncia, surge en 1957 cuando Richman desarrolla un dispositivo ultrasónico para la preparación de conductos radiculares, siendo el primero en utilizarlo en endodoncia. Posteriormente Martin y Cunningham en 1976 demuestra la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la limpieza y desinfección del sistema de conductos, surgiendo así la terapéutica endodóntica con la utilización de dispositivos sónicos y ultrasónicos.<sup>5</sup>

Martin y Cunningham en 1976, desarrollaron un aparato ultrasónico llamado Caviendo (Caulk/Dentsply, EUA) el cual consistía en un dispositivo magnetoestrictivo, que generaba una potencia de 25-30 KHz y que incluía un receptáculo integrado donde se colocaba solución irrigante. También propuso el término Endosónico, el cual lo define como la síntesis de acciones ultrasónicas, biológicas, químicas y físicas, que actúan por separado pero que actúan entre sí de forma sinérgica.<sup>5</sup>

Ese mismo año, Martin describió el mecanismo de desinfección del conducto radicular por medio de aplicación de un instrumento activado por ultrasonido, la utilización del ultrasonido ha sido adaptada para ser aplicada en los distintos procedimientos que involucra la terapéutica endodóntica, desde el retiro de restauraciones para acceder al sistema de conductos, abarcando los procedimientos de limpieza, desinfección y conformación, hasta procedimientos de obturación de conductos, cirugía endodóntica así como la eliminación de obstrucciones en los conductos radiculares.<sup>7,8</sup>

En Japón en 1980 Miyahara y otros investigadores, observaron el uso del ultrasonido, especialmente en la preparación y limpieza de los conductos radiculares, así como en la eliminación de materiales no deseados del

interior de los conductos y como método para calentar la gutapercha para su obturación y es ahí donde observan que el ultrasonido también sirve para la obturación de los conductos radiculares.<sup>9</sup>

Howard Martín en 1980 explicó que la potencia a la que funciona la unidad endodóntica es demasiado baja para producir una cavitación, así como que los conductos son muy estrechos para permitir este efecto y propone el principio de la corriente acústica, un proceso por el cual la lima ultrasónica genera un flujo del líquido, este produce remolinos y corrientes oscilatorias, los cuales tienen unas dimensiones constantes y reproducibles.<sup>9</sup>

Sjogen y Sundqvist en 1987, describen que el empleo simultáneo de ultrasonido y una solución de irrigación de hipoclorito, logra disminuir el número de bacterias que si se emplean por separado. <sup>10</sup>

## Capítulo 2.

### 2.1 Propiedades físicas, mecánicas y biológicas del ultrasonido en el conducto radicular.

El uso del ultrasonido en endodoncia, se basa en los distintos fenómenos que se producen durante su aplicación dentro del conducto radicular. Las propiedades de interés en el campo de endodoncia son: Producción de movimiento oscilatorio del instrumento, la cavitación, la microcorriente acústica y la generación de calor, así como la combinación de estas propiedades con la irrigación, que genera un efecto sinérgico que potencializa la acción del irrigante dentro del conducto radicular. <sup>11</sup>

#### -Movimiento oscilatorio

El ultrasonido va a generar energía acústica que al ser transmitido al instrumento provocará que éste vibre con un movimiento oscilatorio (Fig.1) característico que va a depender de la frecuencia de vibración.

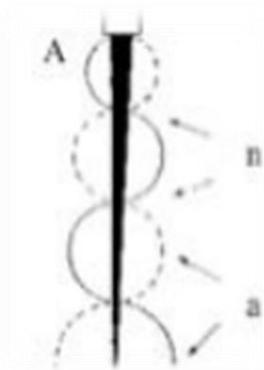


Fig.1. Movimiento de oscilación

Fig.<sup>1</sup> [http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_50.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm)

Generalmente, esta frecuencia va de un rango de 20 a 50 KHz, en los dispositivos ultrasónicos y de 2-6 KHz en los dispositivos sónicos.<sup>8</sup>

El diseño de los dispositivos ultrasónicos para endodoncia tienen una angulación de 60-90 grados con respecto a su eje de inserción, lo que va a ocasionar que durante su activación, el patrón de vibración produzca oscilaciones de forma transversal.

### -Cavitación

Se define como la formación de vacíos submicroscópicos como resultado de vibrar un medio fluido por el movimiento alternante de alta frecuencia de la punta del instrumento. Cuando estos vacíos hacen implosión, se crean ondas de choque que se propagan a través del medio fluido y producen liberación de energía en forma de calor.<sup>12</sup>

Durante la aplicación de la lima ultrasónica en el conducto radicular, el irrigante va a circular alrededor de la lima, debido a que las ondas acústicas van a impulsar a la solución a circular por todas las dimensiones del sistema de conductos. Este flujo más el movimiento oscilatorio de la lima va a permitir la generación del efecto de cavitación, resultando en limpieza y desalojo de los detritos de la superficie de las paredes del conducto. La cavitación produce la remoción efectiva de todo residuo orgánico, emulsión y degradación de las proteínas necróticas remanentes y crea un efecto de succión del material orgánico suspendido en el irrigante hacia la corriente principal de movimiento de irrigación permitiendo así su desalojo.<sup>13</sup>

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

### -Microcorriente acústica

Es la circulación de un fluido, inducida por las fuerzas creadas por la vibración hidrodinámica, en compañía de un pequeño objeto vibratorio, como una lima endodóntica activada con ultrasonido. Cuando un objeto oscilante con una baja amplitud de desplazamiento es sumergido en líquido, se forman patrones de oscilación del fluido alrededor del objeto (Fig.<sup>2</sup>).

Estas oscilaciones van a crear corrientes en remolino, que crean un gradiente de velocidad produciendo tensiones vibratorias, de manera tal, que cualquier material biológico que entre en el área de la corriente va a ser sometido a tensiones vibratorias y posiblemente sea dañado.<sup>14</sup>

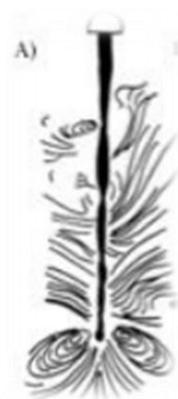


Fig.2 Representación en diagrama de corriente acústica observada en limas activadas ultrasónicamente

Ahman Pittford y Crum, realizaron observaciones de la microcorriente acústica producida por una lima activada por ultrasonido y 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 de remolino, que parecían concentrarse en la mitad apical de la lima. Mientras que un movimiento en remolino más rápido ocurría en la punta de la lima que en segmento coronal, el flujo del líquido era menor.<sup>15</sup>

Fig.<sup>2</sup> [http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_50.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm)

La microcorriente generada va a ser más efectiva en la dirección de la oscilación de la lima, mientras que va a ser menos efectivo en los planos perpendiculares a la orientación de la lima ultrasónica oscilante.

### -Generación de calor

La generación de calor y el consiguiente aumento de la temperatura resulta como producto de la energía liberada durante el efecto de cavitación, debido a la implosión de microburbujas de gas, o también pueden producirse por la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria con las paredes del conducto.<sup>16,17</sup>

El aumento de la temperatura potencializa la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cunningham y Balekjian, observaron que el aumento de temperatura en el hipoclorito de sodio a una concentración de 2.6% potencializaba su capacidad de disolver tejidos orgánicos, igualando la capacidad de la solución en concentraciones al 5% en temperatura ambiente.<sup>18</sup>

## Capítulo 3.

### Utilización del ultrasonido en endodoncia.

El éxito de todo tratamiento de conductos depende de una limpieza adecuada, así como una buena conformación del conducto; esto permitirá una buena obturación tridimensional y así un sellado perfecto en el sistema de conductos.

La utilización del ultrasonido ha sido adaptada para ser usado en distintos procedimientos que involucra la terapéutica endodóntica, desde los procedimientos de limpieza y desinfección, conformación y obturación del sistema de conductos, así como para cirugía periapical y eliminación de obstrucciones en los conductos radiculares.

#### **3.1 Acceso endodóntico y localización de conductos.**

Ardines define el acceso endodóntico como la remoción del techo de la cámara pulpar, ésta tiene como objetivo la localización de los conductos radiculares, (Fig.<sup>3</sup>) dando la forma de conveniencia que el caso requiera para que el instrumental se deslice con facilidad y sin forzarlo durante la preparación de los conductos.<sup>19</sup>



Fig.3 Localización de conductos con puntas ultrasónicas

---

Fig.<sup>3</sup> <http://www.sdpt.net/endodoncia/ultrasonido21.htm>

Una de las etapas más críticas en los tratamientos de conductos es la localización de los conductos radiculares, la mala localización de los conductos incrementa la posibilidad de perforaciones, fractura de instrumentos o instrumentación incorrecta de los conductos. <sup>5</sup>

Estos riesgos se ven disminuidos al incorporar el uso del ultrasonido, que tiene como ventaja que no tiene movimiento rotatorio como las piezas de alta velocidad, lo cual disminuye el riesgo de perforación.

Los instrumentos de corte ultrasónico permiten observar cómo trabaja la punta de los mismos, a diferencia de las fresas de la pieza de alta velocidad ya que esta nos impide observar la cámara pulpar.

Encontramos distintos tipos de puntas para acoplar al ultrasonido; las puntas diamantadas grandes, son de utilidad a la hora de retirar interferencias, dentina secundaria, calcificaciones etc., éstas nos ofrecen seguridad de corte y a la vez nos ofrece la seguridad de trabajar sin peligro en la cámara pulpar.

La siguiente etapa es la localización de los conductos, que se recomienda realizarla con puntas de diseño fino y alargado que facilita la entrada en el conducto y nos permita una visión clara.

Las puntas ultrasónicas se pueden usar para ampliar y profundizar los surcos con el fin de eliminar tejido y así explorar los conductos (Fig.<sup>4</sup>).



Fig.4 Eliminación de dentina para localización de conductos con punta ultrasónica

Gracias a la acción de los ultrasonidos que ayuda en el desalojo de algunas calcificaciones y con ayuda del hipoclorito de sodio que penetra y disuelve las fibras de colágeno, el sistema de conductos radiculares puede ser sondeado con mayor facilidad.

### **3.2 Conformación biomecánica del conducto radicular.**

Hace más de 40 años Schilder en 1967 introdujo el concepto de limpieza y conformación; ya que la mayor parte de los problemas de obturación del conducto radicular son en realidad los problemas de conformación. Esto se refiere a la conicidad que se le debe de dar al conducto.

El objetivo de la instrumentación es la eliminación del tejido vital o necrótico del interior del sistema de conductos.

Martin y Cunnigam en el año de 1984 desarrollaron la instrumentación ultrasónica de los conductos radiculares, las cuales son acciones biológicas, químicas y físicas, lo que permite una limpieza, conformación y desinfección

---

Fig.<sup>4</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7941/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7941/)

rápida y sencilla.<sup>16</sup> Las limas activadas ultrasónicamente han demostrado mayor eficacia y mayor capacidad de corte que las activadas manualmente, debido a que las limas activadas ultrasónicamente se vuelven totalmente activas en su capacidad de corte. Algunas puntas ultrasónicas emiten irrigantes que descienden por la lima hasta llegar al conducto y son activadas por vibraciones.<sup>5</sup>

Los instrumentos utilizados en la preparación ultrasónica generalmente son limas tipo K, que se fabrican en diámetro del #15 al #40. Además de estas se han desarrollado otros instrumentos con limas diamantadas que tienen como ventaja el alisado de la superficie de las paredes del conducto, obteniendo así una superficie más uniforme.

Todos los instrumentos descargan solución irrigante, generalmente se utiliza hipoclorito de sodio, mientras se lleva a cabo la limpieza y conformación del conducto radicular.

El movimiento aplicado a las limas es un movimiento de limado (Fig.5), en forma longitudinal para obtener así un mayor desgaste en la dentina. El movimiento también es circunferencial contactando en las paredes del conducto con la finalidad de proporcionar una forma cónica uniforme.



Fig.5 Movimiento de limado con ultrasonido

---

Fig.<sup>5</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

Las limas activadas ultrasónicamente muestran un patrón de oscilación, este patrón va a depender del diseño de la lima, de acuerdo al grado de angulación que tenga la parte activa del instrumento con respecto al eje longitudinal. La amplitud de desplazamiento de la punta de la lima va a aumentar en forma proporcional con respecto al incremento de la potencia del ultrasonido. El aumento de desplazamiento va a producir también una mayor eficacia de corte de la lima activada ultrasónicamente.<sup>20, 28</sup> La mayor intensidad de la oscilación también se produce en el tercio apical.

La técnica de instrumentación con ultrasonido consiste en obtener la conductometría, instrumentar de forma manual con limas #10, #15 y #20 hasta llegar a la longitud de trabajo; a continuación se introducirá la lima ultrasónica donde trabajaremos el tercio medio y el tercio cervical.<sup>21</sup>

Establecida la conductometría real se resta 1 mm, con una lima tipo K número #15 se realizan manualmente movimientos de vaivén y de forma circunferencial, siguiendo un orden secuencial acompañado de constante irrigación. Este paso se repite con las limas # 20 y # 25, y éstas se precurvan si el conducto lo requiere. Las limas ultrasónicas deberán ser llevadas al conducto siempre en movimiento para así evitar la formación de escalones.

A continuación con puntas de diamante #35 y #45 preparamos el tercio cervical y medio. Finalmente se vuelve a pasar el último instrumento usado apicalmente, con el objeto de eliminar posibles escalones que puedan haberse formado con las puntas de diamante, así como la eliminación de restos de dentina que pudieran estar depositadas en la porción apical del conducto radicular.

Dentro de las ventajas que tiene la conformación de conductos con ultrasonido son que reduce el tiempo de preparación biomecánica de los canales radiculares, mayor desgaste de las paredes dentinarias (Fig.<sup>6</sup>) y el volumen de irrigación que utiliza.<sup>2</sup>

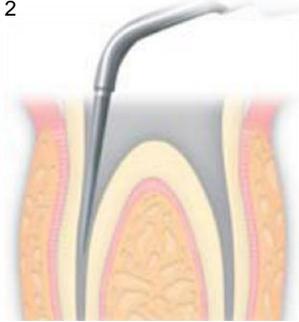


Fig.6 Punta ultrasónica E7D NSK para ampliación del canal radicular.

### 3.3 Irrigación y desinfección ultrasónica.

Una terapia exitosa requiere una limpieza y conformación cuidadosa del sistema de conductos radiculares. La anatomía compleja de los conductos radiculares hace que la simple instrumentación no sea capaz de realizar una completa limpieza, la irrigación forma parte integral de la preparación biomecánica; esta actúa en la remoción de detritus, reducción del número de microorganismos y desinfección del conducto.

La finalidad de la irrigación con ultrasonido de acuerdo a Abbott y Cols. en la terapia endodóntica son las siguientes:<sup>22</sup>

- Lubricación de las paredes del conducto durante la instrumentación.
- Remoción de los detritus por drenaje del conducto.
- Disolución de la materia orgánica e inorgánica.
- Efecto antimicrobiano.
- Limpieza de zonas inaccesibles con métodos mecánicos de limpieza del sistema de conductos.

Fig.<sup>6</sup>

[http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=51\\_5&products\\_id=499](http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main_page=product_info&cPath=51_5&products_id=499)

Muchos estudios se han publicado a propósito de la utilización de ultrasonido para activar el irrigante y aumentar su contacto con el conducto disminuyendo así las bacterias presentes del mismo. Con esto surge el término irrigación pasiva ultrasónica, se denomina pasivo por el hecho que su ciclo se limita a ciclos cortos.

Jiang y Cols. en el 2010 estudiaron la influencia que tiene la colocación de la punta de ultrasonido sobre la lima intra-conducto que transmite la vibración al irrigante y hace que este se active (Fig. 7). Valoran la posibilidad de que el resultado sea distinto en función de que si la punta del ultrasonido se coloque de forma perpendicular a la lima o paralela a ésta, obteniendo mejor resultados cuando se coloca paralela, ya que de esta forma la lima se mueve más rápido, produciendo así mayor vibración.<sup>23</sup>

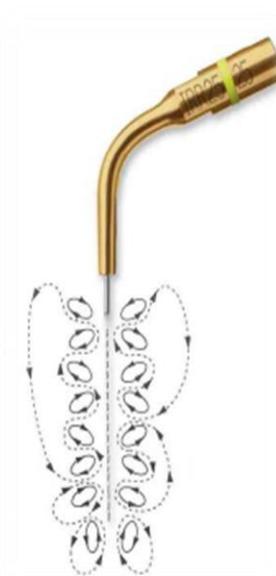


Fig.7 Movimiento del irrigante dentro del conducto radicular con punta ultrasónica.

Fig.7 <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

La utilización de ultrasonido es de vital importancia, tanto si el conducto es instrumentado manualmente o con instrumentación rotatoria. Caver y Cols concluyen incluir, en la fase de irrigación la activación durante un minuto mediante ultrasonido, ya que reduce hasta siete veces la carga bacteriana.<sup>24</sup>

Según Vera y Cols en el 2011, la clave para conseguir una correcta desinfección del sistema de conductos reside en conseguir que el irrigante fluya al tercio apical del conducto; la aplicación de ultrasonido al irrigante hace que éste alcance fácilmente la zona apical del conducto. No obstante añade la importancia de conseguir permeabilidad apical con una lima #10 durante todo el procedimiento de instrumentación y de irrigación. La técnica que menciona consiste en depositar el irrigante dentro del conducto radicular por medio de una jeringa, continuando con la activación del irrigante por el sistema ultrasónico, llevando la lima entre 2 ó 3 mm de la longitud de trabajo, el conducto radicular es irrigado nuevamente para eliminar todos los remanentes que quedaron dentro del conducto, esto produce ondas acústicas y cavitación en el irrigante.<sup>25</sup>

La solución más utilizada para la irrigación de conductos es el hipoclorito de sodio, ya que cumple con mayor eficacia los objetivos de la irrigación. El principio activo del hipoclorito de sodio es la cantidad de moléculas de HOCl (ácido hipocloroso) no disociadas. Éstas son las responsables de la acción oxidativa en los materiales orgánicos, en los tejidos y los microorganismos. Una solución de Hipoclorito de sodio forma HOCl a partir de cloruro de sodio y agua, el cual se va a consumir en la interacción con la materia orgánica, de ahí su capacidad auto limitante.<sup>26</sup>

Baumgartner y Cuening<sup>27</sup> determinaron que la concentración mínima de hipoclorito de sodio para que tuviera acción eficaz como irrigante es del 1%, Cunningham y Balekjian<sup>18</sup> propusieron que la acción de hipoclorito de sodio

era mucho más eficaz a una concentración de 2.5% para disolver tejido colágeno cuando es calentado a 37°C a diferencia de una concentración de 5% a temperatura ambiente.

Ahmad y Cols<sup>15</sup> mencionan que la acción antimicrobiana del hipoclorito de sodio no se conoce exactamente, se cree que el cloro libre se combina con las proteínas de las membranas celulares de la capa externa de las esporas bacterianas, formando compuestos que interfieren con el metabolismo celular.

El efecto de fricción producido por el contacto entre la lima ultrasónica con las paredes del conducto radicular generan calor, lo cual produce aumento en la temperatura del irrigante y este potencializa su efecto antimicrobiano.

Cameron demostró que la aplicación de la irrigación con hipoclorito de sodio a una concentración de 2% combinado con el ultrasonido, por un periodo de 3 minutos, produce la eliminación de la capa de barrillo dentinario que cubre la superficie del conducto radicular.<sup>28</sup>

La lima activada produce un movimiento del líquido, conocido como flujo acústico a lo largo de la parte exterior del instrumento, esta energía es la que calienta el hipoclorito de sodio y desaloja los detritos residuales de la preparación.

Otras soluciones también usadas para el tratamiento fueron estudiadas para la utilización del ultrasonido; Hong-Guan Kuan y Cols, compararon la eficacia del EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) (Fig.<sup>8</sup>) con y sin activación ultrasónica, obteniendo mejores resultados con la aplicación de ultrasonido. Concluyeron que al aplicar EDTA y activarlo por un minuto se consigue eficiente eliminación del barrillo dentinario en la zona apical del conducto.<sup>29</sup>



Fig. 8 Ejemplo de presentación del EDTA

La activación ultrasónica de la solución a elección, se lleva a cabo mediante la introducción pasiva de una lima pequeña de 0.15mm de diámetro para una buena distribución del irrigante en el conducto, la corriente acústica está limitada por la amplitud de la vibración y requiere un diámetro mínimo del conducto de alrededor de 0.25mm para la lima #15 si el conducto es más estrecho el instrumento se bloquea y no hay flujo de este.

Las curvaturas también pueden bloquear las oscilaciones y detener el flujo de la solución, en especial cuando la lima no es precurvada adecuadamente.

Martin y Cunningham encontraron resultados favorables con el empleo de irrigación ultrasónica para limpiar mejor los conductos de sus obliteraciones, restos y bacterias, hasta el ápice, con base en la limpieza profunda de las

Fig<sup>8</sup> [http://ingles.dentalmedrano.com/?Densell\\_Edta-C\\_\\_Solucion\\_&page=producto&id=131&\\_c=](http://ingles.dentalmedrano.com/?Densell_Edta-C__Solucion_&page=producto&id=131&_c=)

paredes en casos de ápice abierto necrótico y para retirar la capa residual en zonas instrumentadas.<sup>18</sup>

Sjögren y Cols. concluyeron en un estudio que algunos microorganismos pueden resistir a la acción de la irrigación ultrasónica y después proliferar en un conducto no obturado; es por esto que hacen hincapié en la importancia de la medicación intraconducto entre cita y cita.<sup>30</sup>

### **3.4 Obturación del sistema de conductos.**

Posterior a la limpieza y a la conformación de conductos, una de las importantes metas en la terapia endodóntica es la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, esto impide la reinfección y el crecimiento de microorganismos que hayan quedado en el conducto, así como la creación de un ambiente biológicamente adecuado para que se pueda llevar a cabo la cicatrización de los tejidos.

Se han desarrollado infinidad de materiales así como técnicas para realizar la obturación de los conductos radiculares; llegando todas al mismo objetivo de la obturación que es la obliteración de todo el sistema del canal radicular lo más cerca posible del CDC (cemento-dentina-conducto), por medio de materiales dimensionalmente estables y compatibles con los tejidos periapicales y que además permitan un sellado hermético tridimensional.

Es importante mencionar que la obturación debe conformarse tridimensionalmente y que ésta dependerá significativamente en la limpieza y conformación del sistema de conductos.

Un tema de gran discusión ha sido el determinar la extensión adecuada de la obturación del conducto radicular; se sabe que los límites anatómicos del

espacio pulpar son en CDC y la cámara pulpar en la porción coronal. Kulttle demostró que la unión de la dentina con el cemento se encuentra de 0.5 a 0.7 mm de la superficie externa del foramen apical; es por esto que a lo largo de los años se prescribe que este sea el límite hasta donde debe extenderse la obturación del conducto radicular.

Los dispositivos de ultrasonido pueden ser utilizados en el procedimiento de obturación del conducto radicular, en 1976 se reportó una técnica de obturación que utilizaba ultrasonido para reblandecer la gutapercha durante la obturación, llamando a esta como compactación termo mecánica. La técnica es una modificación de la técnica de condensación lateral, a la cual se le añade el calor generado por la punta ultrasónica para reblandecer la gutapercha. Existen pocos estudios donde se desarrolle esta técnica; por lo que actualmente no existe estandarización de la misma.

El Dr. Alfonso Moreno de León realizó un estudio de la técnica termo mecánica de gutapercha reblandecida. En esta técnica se utilizó el ultrasonido con una punta llamada PR30 con el objeto de condensar y reblandecer la gutapercha, lo cual se logra gracias a que este instrumento transforma la corriente de 50 o 60 ciclos en 25,000 ciclos, movimientos oscilatorios de atrás hacia adelante en una distancia de una milésima de pulgada, lo que en conjunto permite la condensación y reblandecimiento de la gutapercha de manera uniforme y a mayor profundidad.<sup>31</sup>

La técnica de obturación lateral consiste en elegir el cono de gutapercha estandarizado del mismo calibre de la última lima utilizada hasta la longitud de la conductometría a la que llamaremos punta maestra (A); Se introduce la punta maestra hasta la longitud de trabajo. Se marca o se corta esta punta hasta el nivel del borde oclusal externo y se toma una radiografía para verificar su ajuste; se retira la punta de gutapercha.

Se mezcla el cemento sellador y se coloca dentro del conducto ya sea con una lima, con una punta de papel o con ultrasonido y se introduce nuevamente la punta de gutapercha con movimientos de vaivén hasta que llegue a la marca o corte que se realizó. (Fig.<sup>9</sup>)

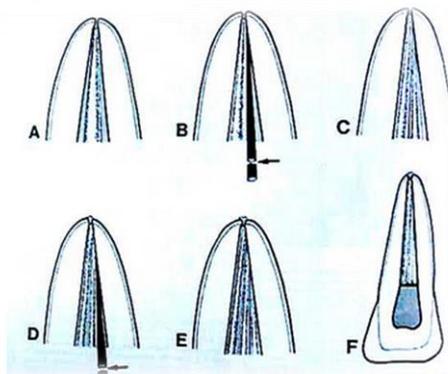


Fig.9 Técnica de obturación lateral

Utilizando un espaciador, se produce lateralmente espacio para introducir una punta de gutapercha accesoria con un poco de cemento sellador (B), se repite este paso hasta que se llena el conducto, con la punta ultrasónica se realiza el corte del exceso de los conos de gutapercha (C), se repite el paso donde se realiza espacio entre los conos de gutapercha con el espaciador hasta que se vuelva a llenar el conducto de conos (D) (Fig.<sup>10</sup>). Se realiza el corte del exceso de conos (E) y se coloca cemento temporal para posteriormente restaurarlo definitivamente. (F)

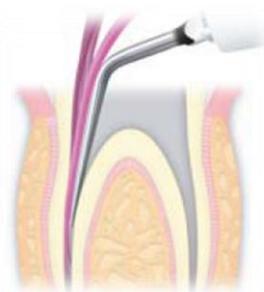


Fig.10 Obturación lateral con ultrasonido.

Fig.<sup>9</sup> <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas12Obturacion/gutalatprocedimientos.html>

Fig.<sup>10</sup> [http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=51\\_5&products\\_id=493](http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main_page=product_info&cPath=51_5&products_id=493)

El ultrasonido también se utiliza en la aplicación del cemento sellador (Fig.<sup>11</sup>); este es necesario para evitar los inconvenientes de la falta de adhesión de los conos de gutapercha entre sí y con la dentina radicular.

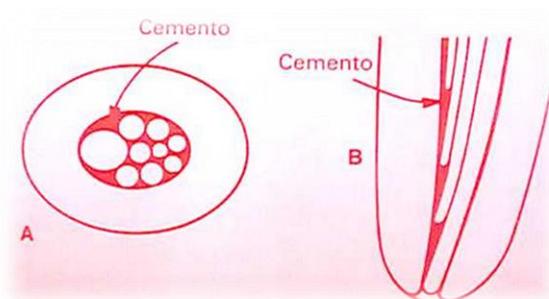


Fig.11 Colocación del cemento sellador

Hoy en día disponemos de diferentes tipos de cementos selladores, y distintos métodos de colocación del cemento en el conducto como son: puntas de papel, conos de gutapercha e incluso limas.

Aguirre y Cols evaluaron dos técnicas en la colocación de cemento sellador: manual y ultrasónica. En la técnica manual el sellador fue llevado al conducto por medio de una lima ultrasónica sin activar hasta la longitud de trabajo, mientras que en la técnica ultrasónica, el cemento fue llevado con la misma lima ultrasónica hasta la longitud de trabajo, para luego ser activado por un lapso de 10 segundos. Los autores observaron que la colocación del cemento sellador con ultrasonido era más efectiva que con la técnica manual. También evaluaron los tiempos de activación, obteniendo que con un tiempo mínimo de 10 segundos se obtenía una distribución adecuada del cemento en el conducto.<sup>32</sup>

Fig.<sup>11</sup> <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas12Obturacion/gutalatprocedimientos.html>

### 3.5 Ultrasonido en cirugía endodóntica.

La cirugía endodóntica es una opción de tratamiento para aquellos dientes con periodontitis apical, a los cuales se les ha realizado tratamiento de conductos previo y la lesión no ha reparado después de un tiempo o el órgano dentario continuó con sintomatología.

El uso de ultrasonido ha adquirido gran importancia en el procedimiento de preparación retrograda de la cavidad en el extremo radicular ya que éste permite realizar una adecuada preparación de la cavidad apical y así resolver los problemas asociados a las preparaciones realizadas con fresas convencionales<sup>33,34</sup>

La finalidad de la preparación retrógrada de una cavidad en el extremo radicular, es el crear espacio suficiente para la colocación de un material de obturación que mejore el sellado del sistema de conductos y evite la microfiltración apical.

El uso del ultrasonido en la cirugía periapical surge en 1957, cuando Richman indica su uso en el procedimiento de resección del extremo radicular.<sup>35</sup> En 1987 Flath y Hicks reportaron dos casos donde las preparaciones retrogradas fueron realizadas por limas ultrasónicas modificadas y precurvadas para obtener acceso a la zona.<sup>36</sup>

El procedimiento para la preparación retrógrada de la cavidad apical, consiste en la elaboración de una cavidad clase I según la clasificación de Black, convencionalmente se realiza por medio de instrumental rotatorio. Pero debido a lo limitado que es el espacio disponible en el área quirúrgica, dificulta la visión y se tendían a realizar una serie de errores y los más comunes eran que no se ubicaba paralelamente al eje longitudinal del

conducto radicular, no tenía retención ni extensión la cavidad lo cual no permitía un buen sellado. <sup>37</sup> (Fig.12)



Fig.12 Uso de punta ultrasónica en cirugía endodóntica.

En los años 90, aparecen en el mercado las primeras puntas ultrasónicas diseñadas específicamente para la preparación retrograda de la cavidad apical. La mayor ventaja de éstas, está en que han sido diseñadas de forma tal que puedan penetrar directamente en la zona apical del conducto y puedan ser colocadas en un eje paralelo al eje longitudinal del conducto radicular.<sup>35</sup>

Para Bernardes y Cols., la ventaja del ultrasonido a la hora de realizar la cavidad apical, reside en la versatilidad del diseño de las puntas ultrasónicas en cuanto angulación y forma que presente, lo que facilita mantener la forma del conducto y no deformar la zona apical. Estos autores afirman en su estudio la buena utilidad del ultrasonido para realizar cavidades; facilitando el acceso a las cavidades, disminuyendo el riesgo de perforación y mejorando la retención de material de obturación, posibilitando un desbridamiento de restos necróticos intra-conducto, realizando menor exposición de túbulos dentinarios y disminuyendo la necesidad de seccionar la zona apical.<sup>38</sup>

---

Fig.12 <http://www.berghem.cl/IMG/piezo%20gen/ENDODONTICA.jpg>

La capacidad de corte de las puntas ultrasónicas va a depender principalmente de la intensidad de la energía acústica transmitida al instrumento por la unidad generadora, existiendo una relación directamente proporcional entre el aumento de energía y la amplitud de desplazamiento de la punta. (Fig.<sup>13</sup>).



Fig.13 Angulación de la punta ultrasónica para cirugía.

Esta capacidad de corte también dependerá del diseño de ésta como ya se mencionó. La angulación y el número de dobleces que presenta el instrumento va a influir en su patrón de vibración. A medida que aumenta el ángulo entre la punta del instrumento con respecto al eje de inserción, disminuye el patrón de oscilación longitudinal, y aumenta el patrón de oscilación transversal disminuyendo la capacidad de corte, además ocurre una concentración de fuerzas en las esquinas y dobleces de la punta, que actúan como antinodos que pueden producir la fractura del instrumento.<sup>39</sup>

La preparación de la cavidad apical con ultrasonido produce una superficie dentinaria libre de capa de desecho lo que permitirá un mejor sellado de la cavidad.

---

Fig.<sup>13</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7758/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7758/)

## Capítulo 4

### Eliminación de obstrucciones.

Una de las complicaciones más frecuentes en la práctica endodóntica es la eliminación de obstáculos intra-conducto. Se entiende como obstáculo a todo material que se encuentra dentro del conducto y que impide el tratamiento del conducto como son materiales de relleno (gutapercha, puntas de plata, cementos), postes o limas separadas que deben ser eliminados para la realización de la reintervención endodóntica así como restauraciones definitivas.

El uso del ultrasonido nos será de gran ayuda para la eliminación de estos obstáculos.

#### **4.1 Eliminación de restauraciones definitivas**

El procedimiento indicado en los casos de reintervención endodóntica es la remoción de todo material de restauración anterior, pues esto permite un diagnóstico y remoción del tejido afectado por caries recidivante, inspección del diente buscando líneas de fractura en esmalte o dentina, acceso adecuado a la cámara pulpar y mejor visualización de los conductos radiculares.

Los fabricantes de dispositivos ultrasónicos generalmente ofrecen una serie de puntas para la remoción de restauraciones definitivas como son las coronas o puentes fijos. Entre las ventajas que ofrecen estos dispositivos es que permiten el desalojo de la restauración minimizando el riesgo de provocar una fractura radicular, así como producir lesiones en los tejidos adyacentes.

El efecto que produce la aplicación de puntas ultrasónicas a las restauraciones es la fractura de la capa de cemento restaurador con el fin de permitir la posterior remoción de la restauración de forma conservadora (Fig.14).



Fig.14 Punta ultrasónica G25 para la remoción de coronas

### 4.2 Eliminación de materiales de obturación.

En la cámara pulpar vamos a encontrar diferentes tipos de cemento o resinas, las cuales deberán ser removidas cuidadosamente en dirección ocluso-apical hasta observar la gutapercha; para la remoción de este material de obturación en cámara pulpar, está indicado el uso de puntas de ultrasonido diamantadas o lisas de diferentes diseños.

La vibración ultrasónica actúa quebrando y despegando los materiales de obturación, los cuales deben ser removidos con irrigación continua. Su uso evita el desgaste excesivo de las paredes de la cavidad pulpar.

Durante la terapia endodóntica han sido utilizados diferentes materiales de obturación; la gutapercha es el material comúnmente empleado.

---

Fig.14 [http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=51\\_5&products\\_id=496](http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main_page=product_info&cPath=51_5&products_id=496)

Existen diferentes métodos para su eliminación como pueden ser: instrumentos calientes como los sistemas Touch in heat, Easy termo entre otros, Fresas como son las fresas Gates Glidden, Solventes entre los más utilizados el xilol, limas tipo K o Hedström así como las limas ultrasónicas.

La vibración ultrasónica asociada con la irrigación genera un movimiento continuo de líquido que está directamente asociado a la efectividad en la limpieza de las paredes de los conductos.

Una técnica para la eliminación de la gutapercha es la técnica Endogroup, donde se utilizan los siguientes instrumentos:

- Limas manuales tipo K.
- Fresas Gates Glidden.
- Solvente como puede ser el xilol o cloroformo.
- Puntas ultrasónicas lisas y de diamante(Fig.<sup>15</sup>).



Fig.15 Punta ultrasónica E7 NSK para la eliminación de materiales de obturación

---

Fig.<sup>15</sup> [http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=51\\_5&products\\_id=494](http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main_page=product_info&cPath=51_5&products_id=494)

### 4.3 Eliminación de calcificaciones.

Se define como calcificación a la obliteración de los conductos radiculares por la formación progresiva del tejido duro en su interior. Las calcificaciones se dan como respuesta isquémica, después de algún traumatismo que disminuye el suplemento neurovascular pulpar, provocando un aumento de la deposición de tejido duro dentro del conducto radicular (Fig.16).



Fig.16 Presencia de calcificación pulpar, que es removida con la punta de ultrasonido

Se ha propuesto el uso del ultrasonido para penetrar en los conductos calcificados o bloqueados de una forma pasiva. La acción del ultrasonido junto con el hipoclorito de sodio potencializa la penetración del irrigante a toda la longitud del instrumento, disolviendo el colágeno, sustancias orgánicas y así desalojar las calcificaciones por su acción física, lo que facilita la permeabilidad del conducto.

Las puntas de ultrasonido diamantadas y lisas en diferentes diseños deben ser utilizadas para la remoción de calcificaciones en la región de los surcos y en el interior de los conductos. El desgaste con ultrasonido es más controlado y la utilización de estas puntas, no obstruye el campo visual del operador pudiendo así evitar errores de procedimiento. Durante todo el procedimiento es necesario irrigar y aspirar, esto para facilitar la remoción

Fig.16 <http://www.postgradosodontologia.cl/endodoncia/images/EspecialidadEndodoncia/Seminarios/2013-2014/DocTratamientoDeDientesCalcificadosFinal.pdf>

física de restos orgánicos, neutralizándolos antes de que puedan ser llevados inadvertidamente a planos más profundos del sistema de conductos o al tejido periapical.

#### **4.4 Remoción de postes intraradiculares.**

La eliminación de postes intraradiculares es una acción común en la reintervención endodóntica, algunos autores como Nehme y Cols. proponen el uso del ultrasonido para la remoción de los postes. En un gran número de casos clínicos la remoción de postes puede provocar la fractura de la raíz.<sup>40</sup>

La utilización de técnicas que usan aparatos ultrasónicos se ha vuelto común y facilita la remoción de los postes intraradiculares ya que se puede aplicar en todos los órganos dentarios y si el ultrasonido es utilizado dentro de ciertos principios generan una pérdida mínima de la estructura dental y ayudan a disminuir la probabilidad de perforaciones y fractura de la raíz.<sup>40</sup>

El objetivo principal será la aplicación de la energía ultrasónica en el núcleo del poste causando así microfracturas en el cemento colocado en el poste, permitiendo que el poste sea desalojado del conducto.<sup>41</sup>

Para producir la fractura del cemento y el desalojo del poste, se requiere un contacto íntimo entre el poste y la punta ultrasónica.

La eficacia de la acción del ultrasonido en la remoción de postes está científicamente probada en la literatura, sin embargo depende del sitio y ángulo de aplicación de la punta, así como el tipo de cemento utilizado y tamaño del poste. Otros factores que pueden influir en el grado de dificultad en la remoción de postes son el tipo de postes, pueden ser metálicos o prefabricados; su diseño ya sea cónico o paralelo, liso o roscado.

Para conseguir la remoción de los postes dentro del conducto se han propuesto numerosos protocolos, utilizando varios tipos de puntas ultrasónicas. Las puntas utilizadas para la remoción de postes son puntas romas, de mayor calibre (Fig.<sup>17</sup>) y son utilizadas a la máxima potencia directamente sobre la superficie del poste tratando de aplicar una mayor vibración al conjunto núcleo/poste, con su consecuente remoción del conducto.

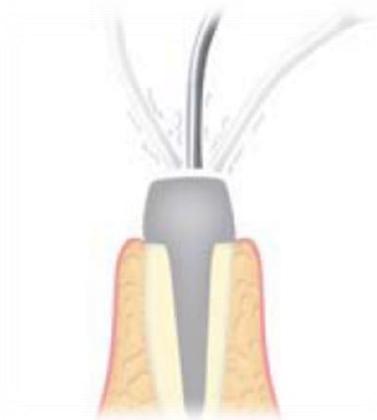


Fig. 17 Punta ultrasónica G26 NSK  
removiendo poste intraradicular

Algunas variables como el tipo y tamaño del poste, agente cementante, puntas utilizadas, configuración del conducto y presión aplicada sobre el instrumento durante su uso pueden influir en el aumento de la temperatura.

Según Dominici y Cols en el 2005, el umbral de calor necesario para inducir la necrosis del hueso es de 10°C, manteniendo por un minuto, teniendo en cuenta esta información el profesional deberá decidir cuándo utilizar el ultrasonido con irrigación o sin irrigación. Para los cementos de fosfato de zinc es recomendable el ultrasonido con refrigeración, sin embargo para resinas o ionómeros obtendremos mejores resultados si realizamos el procedimiento sin refrigeración.<sup>42</sup>

---

Fig.<sup>17</sup> [http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=497](http://www.dentamedical.com/cart/index.php?main_page=product_info&products_id=497)

Según Ettrich y Cols <sup>43</sup> en el 2007 la aplicación de aire con una jeringa triple puede tener un efecto positivo en la reducción de la cantidad de calor a través de la raíz además de mejorar la visibilidad del campo operatorio.

Se recomienda retirar el poste con una punta ultrasónica lisa, colocar de 4-5 segundos y colocar cloruro de etilo; repetir hasta lograr la eliminación del poste.

### 4.5 Eliminación de instrumentos separados.

La eliminación de instrumentos separados (Fig.<sup>18</sup>) implica un gran reto para el profesional; la utilización de dispositivos ultrasónicos ha resultado de gran ayuda para su remoción dentro del sistema de conductos radiculares. Entre sus ventajas radica en que en muchos casos permite el abordaje sin remover excesivamente el tejido dentinario y con esto debilitar el diente.



Fig.18 Radiografía donde se observa instrumento separado.

Lovdahl y Gutmann<sup>44</sup> describieron una técnica que consiste en el ensanchado del conducto a fin de tener acceso directo hasta el segmento separado, para así sobrepasar al instrumento separado a través de la brecha con la utilización de instrumentos manuales de pequeño diámetro como es la lima #15. Al conseguir sobrepasar el instrumento separado, se introduce la

---

Fig<sup>18</sup> <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas15Accidentes/limfractura.html>

lima ultrasónica del mismo diámetro del instrumento manual y se activa a una baja intensidad hasta que el fragmento sea liberado y se expulse junto con el irrigante fuera del conducto radicular.

En caso de que el instrumento separado se encuentre a gran profundidad y este no pueda ser sobrepasado los autores recomiendan la utilización del ultrasonido con la técnica de Masseran, donde el ultrasonido hará el papel de la fresa trepanadora, desgastando menor cantidad de tejido de las paredes del conducto radicular.

En 1996 Flanders propuso una técnica que consiste en el ensanchado inicial del conducto con fresas Gates-Glidden hasta el instrumento separado, para continuar con la lima activada ultrasónicamente y así contactar con el instrumento separado de forma transversal, de tal manera de cavar en la dentina un surco alrededor de la punta del instrumento separado para que después por contacto con la punta ultrasónica energizar el segmento por la aplicación del ultrasonido y liberarlos.

## Capítulo 5

### Tipo de puntas ultrasónicas.

El uso de puntas ultrasónicas en endodoncia se ha vuelto un requisito indispensable para alcanzar el éxito en el tratamiento de conductos radiculares.

Existen distintas casas comerciales que se dedican a la elaboración de las puntas ultrasónicas; en este trabajo resumiremos por casas comerciales y el uso de cada una.

#### 5.1 Maillefer.

Start X (Fig.<sup>19</sup>) son puntas ultrasónicas diseñadas específicamente para el acabado de la cavidad de acceso y la localización de la entrada de los conductos. Tienen una parte activa microtallada, evitando el riesgo de arenilla de diamante en la boca del paciente y con resistencia a la fractura.



Fig.19 Puntas ultrasónicas Start X: X1. X2.

-Start X1: Este instrumento se utiliza para redefinir la apertura coronal y así eliminar interferencias, evita dañar el piso de la cámara pulpar y crea acceso directo al conducto radicular.

-Start X2: Diseñada para la localización de conductos, exploración del conducto MV2 eliminando la dentina que a menudo oculta su acceso, crea acceso directo al conducto radicular.

Fig.<sup>19</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7941/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7941/)

-Start X3: Elimina obstrucciones que impiden el acceso al conducto, apertura de conductos calcificados, eliminación de postes metálicos y de fibra de vidrio

-Start X4: Remoción de postes metálicos, apropiado para trabajar de forma eficaz tanto en el extremo como a los lados del poste metálico, impide altas temperaturas.

-Start X5: Despeja el piso de la cámara pulpar. La localización de los conductos resulta más sencilla gracias a la eliminación de calcificaciones y materiales de obturación que ocultan la anatomía original del piso de la cámara pulpar.

### PRO ULTRA® Endodontie.

Son puntas que ayudan a la eliminación de material de restauración coronal y radicular, localización y apertura de conductos radiculares, eliminación de calcificaciones e instrumentos separados (Fig.<sup>20</sup>).

Entre las ventajas que presenta son su forma patentada de contra ángulo que permite acceder mejor a todos los dientes, su diseño de pared paralela mejora la visibilidad, y se han diseñado para trabajar en seco, mejorando su seguridad y visibilidad.

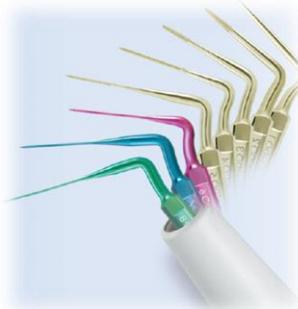


Fig.20 Puntas ultrasónicas PRO ULTRA® Endodontie

---

Fig.<sup>20</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7757/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7757/)

Existen de dos tipos:

- Instrumentos con revestimiento abrasivo: aumentan la eficacia y precisión
- Instrumentos de titanio: Permiten acceder de forma óptima a zonas de difícil acceso.

### **Instrumentos con revestimiento abrasivo:**

ProUltra (Fig.<sup>21</sup>) 1-5: Diseñadas para eliminar material de reconstrucción, localizar y abrir conductos calcificados, eliminar material de obturación del conducto radicular.



Fig.21 Puntas ultrasónicas PRO ULTRA ® Endodontie con revestimiento

### **Instrumentos de titanio (Fig.<sup>22</sup>)**

ProUltra6: Eliminación de instrumentos fracturados en el tercio coronal.

ProUltra7: Eliminación de instrumentos fracturados en tercio medio.

ProUltra8: Eliminación de instrumentos fracturados en tercio apical.



Fig.22 Puntas ultrasónicas PRO ULTRA ® Endodontie de titanio.

Fig.<sup>21</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7757/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7757/)

Fig.<sup>22</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7757/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7757/)

### ProUltra Surgical.

Los instrumentos de cirugía ProUltra Surgical (Fig.<sup>23</sup>) facilitan el acceso, tanto técnico como visual a la zona donde se realizará el procedimiento; cuentan con revestimiento abrasivo que mejora la precisión y la eficacia, cuentan también con un puerto de irrigación que permite mejorar la seguridad y visibilidad durante los procedimientos de cirugía endodóntica.



Fig.23 Puntas ultrasónicas ProUltra Surgical

SURG1: Instrumento universal con un ángulo de 80° diseñado para los canales más estrechos de los dientes anteriores.

SURG2: Instrumento universal con un ángulo de 80° diseñado para los canales más estrechos de los dientes anteriores pero de un diámetro mayor que el SURG 1.

SURG3: Instrumento con ángulo doble de 75° y se suele utilizar para preparar las raíces de los dientes posteriores inferiores izquierdos (tercer cuadrante) y las raíces bucales de los dientes posteriores superiores derechos (primer cuadrante).

---

Fig.<sup>23</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7758/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7758/)

SURG4: Este instrumento tiene un ángulo doble de 110° y se utiliza para preparar las raíces más linguales de los dientes posteriores inferiores izquierdos (tercer cuadrante) y los dientes posteriores superiores derechos (primer cuadrante).

SURG5: Este instrumento tiene un ángulo doble de 75° y se suele utilizar para preparar las raíces de los dientes posteriores inferiores derechos (cuarto cuadrante) y las raíces bucales de los dientes posteriores superiores de lado izquierdo (segundo cuadrante).

SURG6: Este instrumento tiene un ángulo de 110° y se utiliza para preparar las raíces linguales de los dientes posteriores inferiores derechos (cuarto cuadrante) y los dientes posteriores superiores izquierdos (segundo cuadrante).

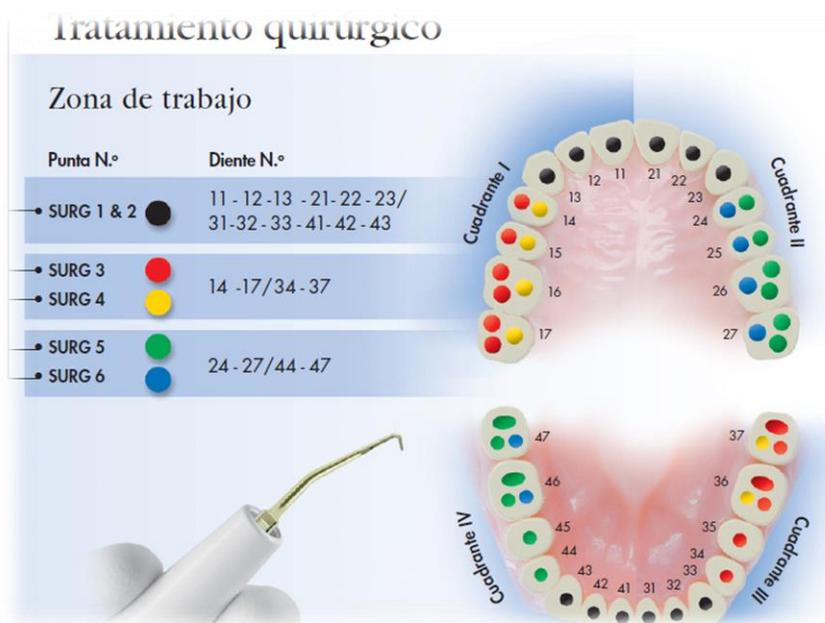


Fig.<sup>24</sup> Diagrama de zonas de trabajo de puntas ProUltra Surgical.

Fig.<sup>24</sup> [http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line\\_218x7732/product\\_218x7758/](http://www.dentsplymaillefer.com/#/218x624/line_218x7732/product_218x7758/)

### 5.2 Satelec.

Puntas ultrasónicas diamantadas para retratamiento de conductos, eliminación de materiales de obturación, instrumentos separados, etc.

ET20: Extracción de materiales de obturación, liberación de conos de plata e instrumentos separados. (Corto)

ET40: Extracción de materiales de obturación, liberación de conos de plata e instrumentos separados. (Largo)

ET20D: Misma aplicación que ET20, pero con punta diamantada.

ET40D: Extracción de materiales muy duros con punta diamantada.

ET18D: Eliminación de calcificaciones pulpares con punta diamantada.

ETBD: Búsqueda del conducto y exploración del piso de la cámara pulpar con punta diamantada.



Fig.<sup>25</sup> Puntas ultrasónicas Satelec.

Fig.<sup>25</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

ET25: Estándar (25mm). Eliminación de instrumentos separados y conos de plata en el tercio medio y tercio apical.

ET25S: Corto (20mm) Retratamiento en el tercio coronario.

ET25L: Largo (40mm) Retratamiento en el tercio apical de conductos largos y rectos.

ETPR: Desajuste de pernos o coronas. Trabaja a potencia más alta.

S04 (N°1): Condensador lateral de gutapercha; su uso es sin irrigación.



Fig.<sup>26</sup> Puntas ultrasónicas Satelec.

Fig.<sup>26</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

### Endosuccess Apical Surgery.

Instrumentos diseñados para retrocirugía, para atender diferentes configuraciones anatómicas. Revestimiento de diamante que aumenta la eficacia, son más precisos y con mejor control por lo que contribuye a preservar el hueso y los tejidos dentales.

AS3D: Longitud de trabajo 3mm, Su inserto es universal para cirugía. Es el primer instrumento utilizado en la secuencia

AS6D: Longitud de trabajo 6mm. Es el segundo instrumento en la secuencia.

AS9D: Longitud de trabajo 9mm. Casos complejos, preparación del canal radicular hasta el tercio coronario.

ASLD: Longitud de trabajo 3mm. Para el lado izquierdo y utilizado en premolares y molares.

ASRD: Longitud de trabajo 3mm. Para el lado derecho y utilizado en premolares y molares



Fig.<sup>27</sup> Puntas ultrasónicas Endosuccess Apical Surgery

Fig.<sup>27</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

S12/70D: Angulación de 70° para accesos complicados.



Fig.<sup>28</sup> Punta ultrasónica Endosuccess Apical Surgery con angulación de 70°

### Microretrocirugía.

Son tres microinsertos diamantados que permite realizar retro-preparaciones, sin riesgo a micro fracturas periapicales. (Fig.<sup>29</sup>)

P12D: Universal, para preparar conductos de dientes anteriores.

P15LD: Lado izquierdo, para preparar conductos de molares y premolares.

P15RD: Lado derecho, para preparar conductos de molares y premolares.



Fig.29 Puntas ultrasónicas para microretrocirugía

Fig.<sup>28</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

Fig.<sup>29</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

## Irrigación.

Instrumentos para la eliminación de barrillo dentinario, residuos y bacterias contenidas en el canal radicular, antes de la obturación.



Fig.<sup>30</sup> Puntas ultrasónicas para irrigación

## Acceso al conducto.

CAP1: Acabado de las paredes de la cavidad de acceso

CAP2: Localización del conducto MV2 y de conductos calcificados. Inserto estriado con la punta activa.

CAP3: Apertura de los conductos, inserto estriado con extremidad puntiaguda.



Fig.<sup>31</sup> Puntas ultrasónicas para acceso a conductos

Fig.<sup>30</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

Fig.<sup>31</sup> <http://www.es.acteongroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

### Limas de endodoncia.

Limas ultrasónicas que permiten la eliminación inmediata del contenido de los conductos radiculares, limpia el conducto a profundidad. Las limas largas y finas facilitan el tratamiento mecánico y ayudan a preservar la estructura del diente.



Fig.<sup>32</sup> Limas de endodoncia ultrasónicas

### **5.3 VDW.**

Fácil selección de la punta correcta, gracias a la clara identificación de puntas. Perfecta adaptación a cada aplicación. Esterilizables en autoclave, adecuadas para trabajar en seco, con toma de agua para trabajar por refrigeración de agua.

Cavi 1: Presenta una punta en forma de bol. Se emplea para redefinir el acceso a los conductos radiculares, para localizar conductos calcificados o que se encuentran bajo dentina (MV2).

Cavi 2: Diseñada para mejorar la visibilidad, también se emplea para redefinir y buscar conductos tras apertura coronal.

Fig.<sup>32</sup> <http://www.es.actedgroup.com/pdf/Catalogos/Endodoncia2013.pdf>

Cavi 3: Punta ultrasónica estándar con el mismo fin que las anteriores.



Fig.<sup>33</sup> Puntas ultrasónicas VDW

Redo 1: Para retratamientos en la parte coronal, eliminación de instrumentos fracturados, materiales de obturación y puntas de plata.

Redo 2: Instrumento delgado y flexible para operaciones delicadas en la porción apical y media de los conductos curvos, especialmente en la remoción de instrumentos fracturados; se fabrican de titanio-niobio.

Redo 5: Para reintervención en la parte apical y media de conductos amplios. Sirve también para la eliminación de instrumentos fracturados, materiales de obturación y puntas de plata.



Fig.<sup>34</sup> Puntas ultrasónicas VDW.

Fig.<sup>33</sup> <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/puntas-y-limas.html>

Fig.<sup>34</sup> <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/puntas-y-limas.html>

Maxi MPR: Punta ultrasónica diseñada para ayudar a remover postes metálicos.



Fig.<sup>35</sup> Punta ultrasónica Maxi MPR

IRRI: Activación de la irrigación; suave eliminación del barrillo dentinario sin eliminación de dentina.



Fig.<sup>36</sup> Puntas ultrasónicas IRRI.

---

Fig.<sup>35</sup> <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/puntas-y-limas.html>  
Fig.<sup>36</sup> <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/puntas-y-limas.html>

### 5.4 NSK

E4 - Limpieza y remoción de partículas en el conducto.

E4D- Limpieza y alargamiento del conducto. Con recubrimiento de Diamante

E5 - Condensación lateral.

E6 - Condensación lateral.

E7 - Remoción de materiales de obturación.

E7D- Alargamiento de las paredes del conducto. Con recubrimiento de Diamante

E8 - Remoción de materiales de obturación.

E8D- Alargamiento de las paredes del conducto. Con recubrimiento de Diamante

G26. Remoción de postes radiculares.

G25: Remoción de coronas.



Fig.<sup>37</sup> Puntas ultrasónicas NSK.

Fig.<sup>37</sup> <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/puntas-y-limas.html>

## Limas endodónticas

-Limas U de 33 mm #15,#20,#25,#30,#35

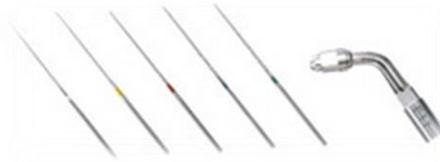


Fig.<sup>38</sup> Limas ultrasónicas NSK

## Cirugía apical

E30RD - Para posteriores (ángulo derecho)

E31D - Para anteriores y posteriores (70°)

E30LD - Para posteriores (ángulo izquierdo)

E32D - Para anteriores (90°)



Fig.<sup>39</sup> Puntas ultrasónicas para cirugía apical

Fig.<sup>38</sup> <http://www.coadental.com/catalogo-detalle.php?id=25>

Fig.<sup>39</sup> <http://www.tecnidental.com.co/Colombia/index.php/equipos/productos-nsk/kit-de-puntas-para-endodoncia-ref-retro-kit-e30rd-e30ld-e31ld-e32d-soporte-para-puntas-nsk-tecnidental>

### **Conclusiones:**

-Diversos artículos han demostrado que el uso del ultrasonido es de suma importancia en la terapia endodóntica, permitiendo optimizar, simplificar y mejorar los procedimientos, mejorando así el pronóstico de éxito en el tratamiento del sistema de conductos.

-El uso del ultrasonido permite al profesional la localización de conductos de difícil acceso y/o calcificados.

-El empleo del ultrasonido en la irrigación ha sido justificada por varios autores debido a su gran efectividad, activa las soluciones irrigadoras aumentando su potencial de acción; actualmente ha demostrado ser uno de los métodos más efectivos para la limpieza y desinfección del sistema de conductos.

-Respecto a la obturación el ultrasonido es un buen apoyo ya que permite obtener un mejor sellado en el sistema de conductos, permitiendo la fluidez tanto del sellador como de la gutapercha.

-El uso del ultrasonido en la cirugía endodóntica nos permite realizar tratamientos menos resectivos en la preparación retrógrada del conducto radicular, permite un abordaje más conservador y esto mejora el pronóstico en el tratamiento.

-La angulación de las puntas ultrasónicas permiten una mejor visión y con esto mejor acceso a el área de trabajo.

-El ultrasonido ha simplificado la eliminación de obstrucciones en el sistema de conductos radiculares, se han reportado estudios donde demuestra su efectividad disminuyendo el número de fracturas dentinarias al utilizarlo para este fin.

### **Fuentes de información**

1. Leonardo Roberto. Mario. Endodoncia, Tratamiento de conductos radiculares. 2ª edición, Buenos Aires, Médica. México 1994.
2. Carlos Canalda Sali. Endodoncia, Técnicas clínicas y bases científicas. Mason. 2001. Pp. 159-164.
3. Oman C, Applehaum E. Ultrasonic Cavity Preparation, II Procrest Report. Jam Dent Assoc. 1995; Vol. 50: 414 – 417.
4. Banerjee A, Watson T, Kidd A. Dentine caries excavation : a review of current clinical techniques, Br Dent J. 2000; Vol. 188 No.9: 476-482.
5. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of a Literature. Journal Of Endodontics, 2007; Vol. 33: 81-95.
6. Zinner D. Recent ultrasonic dental studies, including periodontopathia, without the use of abrasive. J Dent Res. 1955; Vol. 34 No.5: 748-749.
7. Martin H, Cunningham W. Endosonics endodontics: The ultrasonic synergistic system. Int Dent J. 1984; Vol.34 No.3: 198-203.
8. Ingle J, Bakland L. Endodoncia, 4º Ed. México, McGraw-Hill Interamericana, 1996, Cap.3.
9. Weine, Franklin S. Tratamiento Endodóncico 5ª Edición, Barcelona, Salvat, 1999.
10. Meter H. A, Guldener Kaare, Langeland. Endodoncia Diagnóstico y tratamiento. Editorial Springer Barcelona. Ediciones Cuellar. 1995.
11. Cameron J. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: A scanning electron microscope evaluation. J Endod. 1987; Vol.13 No.11: 541-545.
12. American Association of endodontist. Glossary, 6º Ed. Chicago, 1998.
13. Cunningham W, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surg. 1982; Vol. 53 No.5: 527-31.
14. Walmsley A. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. Int Endod J. 1987; Vol. 20:105-111.

15. Ahmad M, Pitt Ford T, Crum L, Wilson R. Effectiveness of ultrasonic files in the disruption of root canal bacteria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*1990;Vol.70 No.3: 328-332.
16. Martin H. Ultrasonic disinfections of the root canal. *Oral Surg.* 1976 Jul; Vol.42 No.1: 92-99.
17. Walmsley A, Lumley P, Laird W. The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J.* 1989; Vol. 25:125-32.
18. Cunningham W, Balekjian A. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980;Vol.49 No.2:175-177.
19. Ardines, L.P. *Endodoncia: Acceso.* Mexico. Editorial Odontolibros. 1985.
20. Waplington M, Lumley P, Blunt L. An in Vitro investigation in the cutting action of ultrasonic radicular access preparation instruments. *Endod Dent Traumatol.* 2000; Vol.16:158-161.
21. Lumley P, Walmsley A. Inherent variability in the power output of endosonic instruments. *Int Endod J.* 1991; Vol.24: 298-302.
22. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J.* 1991; Vol.24: 308-316.
23. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Vander Sluis LWM. Influence of the Oscillation Direction of a Ultrasonic File on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. *J Endod* 2010; Vol.36: 1372-76
24. Caver K, Nusstein J, Al Reader, Beck M. In vivo Antibacterial Efficacy of Ultrasound after Hand and Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars. *J Endod* 2007; Vol. 33:1038-43.
25. Vera J, Arias A, Romero M. Effect of Maintaining Apical Patency of Irrigant Penetration in to the apical third root Canals When Using Passive Ultrasound Irrigation an in vivo Study. *J. Endod* 2011; Vol.37: 1276-78
26. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* 1982; Vol.15: 187-96.

27. Baumgartner J, Cuenin P. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. J Endod. 1992; Vol.18 No.12: 605-12.
28. Cameron J. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: A scanning electron microscope evaluation. J Endod. 1987; Vol. 13 No.11: 541-545.
29. Kuah H-G, Lui J-N, Tseng PSK, Chen N-N. The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. J Endod 2009; Vol.35: 393-396.
30. Sjögren U, Sunquist G. Bacterial evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1987, March; Vol.63 No.3: 366-370.
31. Moreno de Leon, Alfonso. Obturación de conductos. Técnica Termomecánica de gutapercha reblandecida. Revista ADM.1976.
32. Aguirre A, El Deeb M, Aguirre M. The effect of ultrasonics on sealer distribution and sealing of root canals. J Endod. 1997; Vol.23 No.12: 759-764.
33. Carr G. preparación ultrasónica del extremo radicular. Dent Clin North Am. 1997, Vol.3: 611-24.
34. Cohen S, Burns R. Editores. Vías de la pulpa, 7ª Ed. Madrid, Harcourt, 1999, cap. 17, pps. 598-608.
35. Von Arx T, Walker W. Microsurgical instruments for root end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. Endod dent Traumatol, 2000, Vol.16:47-62.
36. Flath R, Hicks M. Retrograde instrumentation and obturation with new devices. J Endod, 1987, Vol.13 No.11: 546-9.
37. Carr G. preparación ultrasónica del extremo radicular. Dent Clin North Am. 1997, Vol.3: 611-624.
38. Gray G, Hatton J, Holtzmann D, Jenkins D, Nielsen C. Quality of root-end preparations using ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. J Endod. 2000; Vol.26 No.5: 281-283.

39. Devall R, Lumley P, Waplington M, Blunt L. Cutting characteristics of a sonic root-end preparation instrument. *Endod Dent Traumatol.* 1996, Vol.12: 96-99.
40. Smith BJ. Removal of fractured post using ultrasound vibration: An in vivo study. *Int Endod J.* 2001; Vol. 27:632-634.
41. Altshul JH, Marshall G, Morgan LA, Baumgartner Jc. Comparison of dentinal crack incidence and of post removal time resulting from post removal by ultrasonic or mechanical force. *J Endod.* 1997; Vol.23:685-686.
42. Dominici Jt, Clark S, Scheetz J, Eleazer Pd. Analysis of heat generation using ultrasonic vibration for post removal. *J Endod.* 2005; Vol. 31: 301-303.
43. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hocino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with hypochlorite. *Int Endod J.* 1998; Vol. 31: 242-50.
44. Gutmann L., Lovdah P. *Solución de problemas en endodoncia.* Elsevier España, 5° Ed, 2014.