



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

UTILIZACIÓN 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:

BÁRBARA GISELLE CASTELLANOS SOLÍS

TUTOR: Esp. ENRIQUE RUBÍN IBARMEA

ASESOR: C.D. SERGIO TREVIÑO DE LASCURAIN

MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVO.....	4
3. ANTECEDENTES.....	5
4. PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS EN EL CONDUCTO RADICULAR.....	8
5. USO DEL ULTRASONIDO EN ENDODONCIA.....	13
5.1 PREPARACIÓN BIOMECÁNICA DEL CONDUCTO RADICULAR.....	13
5.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN ULTRASÓNICA.....	15
5.3 OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS.....	19
5.4 RETIRO DE OBSTÁCULOS EN EL CONDUCTO RADICULAR.....	20
5.5 ENDODONCIA QUIRÚRGICA.....	25
6. PUNTAS ULTRASÓNICAS.....	27
CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39

1. INTRODUCCIÓN

El ultrasonido es un sistema de ondas acústicas de frecuencia superiores a las perceptibles por el oído humano. El límite menor de frecuencia de ondas ultrasónicas es de aproximadamente 16 kilociclos (Kc/s) por segundo a la potencia 4' (Kc/s) 40. ⁽¹⁾

Al aplicar una fuerza sobre cierto objeto, se va a producir una deformación elástica de dicho objeto. Éste se va a producir en forma de una compresión o de elongación. La deformación se transmitirá a través del cuerpo de dicho objeto en forma de un 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 de un objeto, produciendo la transmisión de la onda a través de éste. La onda al propagarse por el aire, al ser recibida por el oído se produce la sensación auditiva que se conoce como sonido. ⁽¹⁾

Las ondas sonoras se generan por medio de un dispositivo denominado transductor. Éste es un dispositivo capaz de transformar una forma de energía en otra. Los transductores acústicos pueden transformar energía eléctrica en energía acústica, o viceversa.

En el campo de la odontología se utilizan más comúnmente los dispositivos que funcionan por medio de osciladores piezoeléctricos y magnetostrictivos. ⁽¹⁾

El efecto piezoeléctrico fue descubierto por Pierre y Jacques Curie, en 1880, y consiste en la variación de las dimensiones físicas de ciertos materiales sujetos a campos eléctricos. Lo contrario también ocurre, o sea, la aplicación de presiones. Por ejemplo, presiones acústicas que causan variaciones en las dimensiones de materiales piezoeléctricos provocan el apareamiento de campos eléctricos en

ellos. Otro método de generar movimientos ultrasónicos es por el paso de electricidad sobre metales especiales, creando vibraciones y produciendo calor intenso durante su uso. Este efecto es llamado Magnetoestrictivo. ⁽¹⁾

Las unidades de ultrasonidos emiten una energía de vibración de tipo piezoeléctrica 20-30kHz. ⁽¹⁾

2. OBJETIVO

Nuestro objetivo es realizar una revisión bibliográfica que nos dé a conocer las propiedades del uso del ultrasonido en endodoncia, cuál es su importancia y que beneficios obtenemos al utilizarlo.

El éxito de la terapia endodóncica depende de una adecuada limpieza del conducto, una conformación del mismo, lo que permite una obturación y sellado perfecto del sistema de conductos radiculares.

2. 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, así como el estudio y aplicación del ultrasonido en distintas áreas. ⁽²⁾

Aproximadamente en 1890, los físicos franceses Pierre y Jacques Curie, descubrieron el efecto piezoeléctrico, el cual consiste en el cambio de polaridad que se produce al aplicar una presión mecánica en ciertos cristales naturales como el cuarzo y algunas cerámicas. Este efecto se puede reproducir a la inversa y obtener una deformación mecánica al aplicar un voltaje. Este es precisamente el principio de la llamada piezoelectricidad, la base fundamental de los transductores ultrasónicos para generar y detectar energía sónica. ⁽¹⁾

En 1928 el físico soviético S.Y Sokolov fue el primero en utilizar la energía sónica en la rama industrial; posteriormente en la década de los 40, el ingeniero estadounidense F. Firestone desarrollo la patente de su reflectoscopio, el cual, el mismo transductor recogía los ecos que regresaban en un intervalo generado entre dos impulsos, y éste sirvió para control de calidad de acero y otros materiales de construcción. ⁽¹⁾

Desde la década de los años 50, se han diseñado distintos dispositivos sónicos y ultrasónicos para distintas aplicaciones odontológicas. Oman y Applebaum, en el año 1955, describen el dispositivo utilizado en su estudio como un oscilador de frecuencia variable, el cual 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. Nielsen et al, citados por Banerjee, Watson y

Kidd 11, diseñaron un dispositivo ultrasónico magnetoestrictivo 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. ⁽⁴⁾

Zinner en el año 1955, presentó unos estudios preliminares donde la aplicación de dispositivos ultrasónicos, en distintos usos clínicos incluyendo terapias de periodoncia, no producían daños a los tejidos pulpares y periodontales. . Partiendo de estos estudios Johnson y Wilson demostraron la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la remoción del cálculo gingival y el potencial del ultrasonido dentro del tratamiento periodontal. ⁽¹⁾

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 en el año 1976 demuestra la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la limpieza y desinfección del sistema de conductos, surgiendo la endosónica o la terapéutica endodóntica con la utilización de dispositivos sónicos o ultrasónicos. ⁽²⁾

Martin y Cunningham en el año 1976, desarrollaron un dispositivo ultrasónico el cual comercializaron con el nombre de Caviendo (Caulk/ Dentsplay®, 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 la solución irrigante. Estos autores también proponen el termino Endosónico, el cual lo definen como la síntesis de acciones ultrasónicas, biológicas, químicas y físicas, que actúan por separado pero que interactúan entre sí en forma sinérgica. ⁽³⁾

En 1990 Ahmad y Cols, estudiaron el fenómeno de la cavitación utilizando una unidad ultrasónica Piezo-Endo que emplea un transductor piezoeléctrico. ⁽⁵⁾

Cameron, Cunningham, Baker y Harrison están de acuerdo que el ultrasonido provee una mejor limpieza que las técnicas convencionales ya que las ondas ultrasónicas provocan cavitación en la solución y rompen la pared celular de los microorganismos, creando así la desbridación y desinfección. ⁽⁵⁾

4. PROPIEDADES BIOLÓGICAS, FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONDUCTO RADICULAR.

La utilización el ultrasonido en endodoncia se basa en los distintos fenómenos que se producen en el conducto radicular. Estos fenómenos son oscilación, 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.

- Movimiento oscilatorio

El dispositivo de ultrasonidos va a generar energía acústica que al ser transmitida al instrumento, va a causar que éste vibre con un movimiento oscilatorio característico que va a depender de la frecuencia de vibración. Generalmente esta frecuencia va a oscilar en un rango de 20 a 50 kHz, en los dispositivos ultrasónicos y de 2 a 6 KHz en los dispositivos sónicos. ⁽⁶⁾

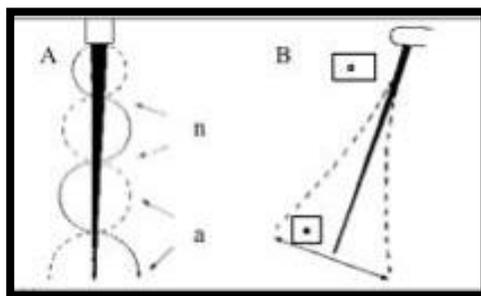


Ilustración 1. Diferentes tipos de oscilación vistos en el aire con algunas limas (A) ultrasónicas y (B) sónicas. a= antinodo, n= nodo,

Ilustración1: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm

- 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 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. (7)

Cuando un objeto vibrante es inmerso en un fluido las oscilaciones son transmitidas a éste, lo que produce que haya un incremento local (compresión) y una reducción (rarefacción) en la presión del fluido. (8)

- Microcorriente acústica

Es la circulación de un fluido, inducida por las fuerzas creadas por la vibración hidrodinámica, en vecindad a un pequeño objeto vibratorio. (7) Cuando un objeto oscilante con una 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. (9)

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. (9)

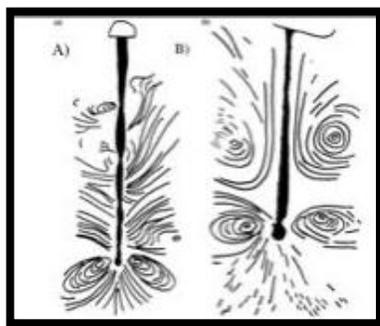


Ilustración 2. Representación diagramática de corriente observada en limas activadas A) ultrasónica y B) sónica.

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 efectivo en los planos perpendiculares a la orientación de la lima ultrasónica oscilante. ⁽¹⁰⁾

- Generación de calor

Es una propiedad física que se produce por la aplicación del ultrasonido en el conducto radicular. La generación de calor y el consiguiente aumento de la temperatura resultan como producto de la energía liberada durante el efecto de la 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. ⁽¹¹⁾

El aumento de la temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cunningham y Balekjian observaron que el aumento de la temperatura a soluciones de una concentración de 2.6%, potenciaba su capacidad de disolver tejidos orgánicos. ⁽¹²⁾

- Efecto sobre 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. ⁽⁹⁾

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 en estudios sobre la aplicación de dispositivos ultrasónicos en la preparación retrógrada del segmento apical de la raíz dentaria. (13, 14, 15,16)

- Efecto sobre la capa de desecho dentinario

Se ha demostrado que la capa de desecho dentinario se puede remover por la acción de ácidos orgánicos como el etilendiaminotetraacético (EDTA), así como la aplicación del ultrasonido dentro del sistema de conductos, combinado con un agente irrigante como el hipoclorito de sodio. ⁽¹⁷⁾

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 del conducto, hacia la corriente principal del flujo del irrigante, donde son posteriormente expulsados del conducto. ⁽¹⁸⁾

El intercambio continuo de irrigación-succión crea 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. ⁽¹⁹⁾

Otros autores relacionaron a la remoción de la capa de desecho dentinario como resultado producido por el fenómeno de la microcorriente acústica.

- Efectos antimicrobianos

La acción del ultrasonido va a producir la ruptura de las paredes celulares de los microorganismos, debido a la turbulencia creada por la microcorriente acústica y los cambios de presión, permitiendo 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 degeneración de las moléculas, destrucción enzimática y ruptura de la pared celular. ⁽¹¹⁾

5. USO DEL ULTRASONIDO EN ENDODONCIA

5.1 PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

El objetivo de la instrumentación ultrasónica del conducto radicular es la preparación del conducto para lograr la limpieza quimiomecánica del sistema de conductos radiculares con la eliminación de restos pulpares, microorganismos, material contaminado y limadura dentaria.

Langeland y cols, en 1985 por medio de cortes histológicos, transversales y longitudinales demostraron que ningún recurso técnico manual sónico era capaz de limpiar por completo el sistema de conductos radiculares. El ultrasonido no asegura la limpieza de los conductos radiculares a nivel apical. Los deltas son inalcanzables plenamente por cualquier instrumentación endodóntica; los conductos curvos y atrésicos son más susceptibles de formación de “zip” y desviación del conducto principal a nivel apical. ⁽²⁾

Las limas activadas por ultrasonido han demostrado tener una mayor capacidad de corte del tejido dentinario que las limas activadas manualmente, debido a que las limas al ser energizadas por la onda ultrasónica se vuelven totalmente activas en su capacidad de corte.

Los instrumentos utilizados para la preparación ultrasónica generalmente son limas K estandarizadas de acuerdo a las normas ISO, que se fabrican en diámetros del #15 al #40.

Se debe utilizar instrumentos de calibre pequeño, generalmente un 15 para permitir la acción de corte transversal de la lima, sin presionar demasiado sobre la pared del conducto ya que se amortigua el corte, y que no deforme los conductos se debe efectuar un limado circunferencial. ⁽²⁾

Una de las ventajas atribuidas a estos sistemas es el volumen de irrigación que utilizan.

Los dispositivos ultrasónicos originan una corriente principal a lo largo de la lima y otras secundarias más localizadas, en forma de burbujas que se vuelven inestables, se colapsan y producen una implosión semejante a un vacío. ⁽²⁾

De acuerdo a Briggs y cols., las variables que pueden influir en la capacidad de corte de la lima son las siguientes: la frecuencia y amplitud de oscilación de la lima, la carga o fuerza interfacial entre la lima y la dentina, los movimientos realizados por el operador y el tiempo de activación de la lima dentro del conducto durante la fase de instrumentación. ⁽¹⁹⁾

Martin diseña una lima de diamante rígida de extremo no cortante para utilizarse en la parte recta del conducto. La técnica consiste en obtener la conductometría por los métodos convencionales, y luego instrumentar en primer término, en forma manual con limas #10,15 y 20 hasta la longitud de trabajo. A continuación se introduce un instrumental especialmente diseñado, conectado a la fuente de ultrasonido. ⁽²⁰⁾

Se debe comenzar con una instrumentación manual con el objeto de formar la "batiente apical". Establecida esta preparación se debe restar 1 milímetro de la longitud de trabajo para realizar la instrumentación ultrasónica, con la lima tipo K #15, 1 milímetro antes de la longitud real de trabajo y activación ultrasónica, se realizan manualmente movimientos de vaivén y de forma circunferencial de 1 minuto de duración aproximadamente, siguiendo un orden secuencial e irrigación constante. Este paso se repite con las limas #20 y 25. Las limas ultrasónicas deberán ser llevadas al conducto siempre en movimiento para evitar la formación de escalones. ⁽²⁾

A continuación con las puntas de diamante #34 y 45 preparamos los tercios cervical y medio.

Por último, debemos volver a pasar el último instrumento usado en forma manual en la preparación apical, con el objeto de eliminar posibles escalones que puedan haberse tornado por las puntas de diamante, así como para eliminar virutas de dentina que pudieran estar depositadas en la porción apical del conducto radicular.⁽²⁾

5.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN ULTRASÓNICA

El objetivo del tratamiento de conductos es eliminar e tejido vital o necrótico del interior del sistema de conductos. La anatomía compleja del mismo, hace que sólo con la instrumentación no seamos capaces de realizar una completa limpieza, por tanto, hemos de ayudarnos de irrigantes que, aplicados antes, durante y después de la instrumentación, dejen el conducto libre de restos. ⁽²¹⁾

Se han publicado muchos estudios a propósito de la utilización del ultrasonido para activar el irrigante y aumentar su contacto con el conducto disminuyendo así la carga bacteriana del mismo. Surge el término irrigación pasiva ultrasónica (PUI, siglas en inglés). Se denomina pasivo por el hecho de que su uso se limita a ciclos cortos y no varía la morfología de las paredes del conducto, aunque entre en contacto con ellas. ⁽²²⁾

Consiste en transmitir la energía de la punta inactiva al irrigante que es el que realmente trabaja. Autores como Jiang y cols. (2010) , estudian la influencia que tiene la colocación de la punta de ultrasonido sobre la lima intra-conducto que transmitirá la vibración al irrigante y hará que éste se active. Valoran la posibilidad de que el resultado sea diferente en función de si la punta de ultrasonido se coloca de forma perpendicular a la lima o paralela a ésta, obteniendo mejores resultados

cuando se coloca paralela, ya que de esta forma la lima se mueve más rápido produciendo mayor vibración. ⁽²²⁾

Para Carver y cols. (2007), la utilización del ultrasonido es de vital importancia, tanto si el conducto es instrumentado manualmente o con instrumentación rotatoria. Concluyen que incluir en la fase de irrigación la activación durante un minuto mediante ultrasonido, reduce hasta siete veces la carga bacteriana. Los mismos resultados aportan a la comunidad científica los autores Gutarts y cols., en su estudio in vivo. ⁽²³⁾

Según Vera y cols. (2011), la clave para conseguir una correcta desinfección del sistema de conductos reside en conseguir que el irrigante fluya ala tercio apical del conducto. No obstante ellos añaden en su estudio la importancia de conseguir la permeabilidad apical con una lima del #10 durante todo el procedimiento de instrumentación/irrigación. ⁽²⁴⁾

En la misma línea se mueven los autores Spoleti y cols., quienes comprobaron la efectividad de la activación ultrasónica del irrigante intra-conducto. En su trabajo cultivaron tres bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans* y *Escherichia coli*) que fueron inoculadas en conductos instrumentados y previamente esterilizados. Después aplicaron la irrigación (suero salino) mediante una jeringa e introdujeron una lima a la cual se le aplicó la vibración ultrasónica durante ciclos de 10 segundos. Tras el cultivo de las bacterias y su recuento, concluyen que se redujo notablemente la carga bacteriana en aquellas piezas en las que se había utilizado el ultrasonido, pero que continuaba habiendo carga bacteriana, indicando que, aunque se proceda a realizar la activación ultrasónica, es necesario añadir irritantes con propiedades bactericidas, de las cuales carece el suero salino. ⁽²⁵⁾

Hong-Guan Kuah y cols., compararon la eficacia del EDTA, producto quelante de conductos, con y sin activación ultrasónica, obteniendo mejores resultados activando el EDTA con ultrasonido. Concluyeron que al aplicar EDTA y activarlo durante un minuto se consigue una eficiente eliminación del barrillo dentinario de la zona apical del conducto. Sobre este mismo producto quelante, Lui J-N y cols. Compararon la eficacia del EDTA 17% con o sin surfactantes y la influencia de la aplicación ultrasónica, comprobando en este caso, que el efecto beneficioso de eliminación de detritus se obtenía mediante la aplicación del ultrasonido y no era dependiente de la adición o no de surfactantes al EDTA 17%. ⁽²⁶⁾

Cesar de Gregorio y cols. Realizaron un estudio simulado sobre el efecto que producía el EDTA y el hipoclorito de sodio con activación sónica y ultrasónica sobre los canales laterales del conducto, y obtuvieron como resultado que la activación ultrasónica tuvo lugar a una mejor irrigación y una mayor penetración en los conductos laterales, en comparación con el riego de la aguja tradicional, ésta demostró significativamente menos penetración de irrigante en los canales laterales y se limitó a el nivel de penetración de la aguja.

La adición del EDTA no dio un resultado mejor en la penetración de los conductos laterales.

En cuanto a la variación de la intensidad de la unidad de ultrasonido y el resultado de una mejor irrigación, Lei-Meng y Jiang y cols., indicaron en su trabajo, que está directamente relacionado. A más potencia de ultrasonido se produce mayor velocidad del irrigante y mejor eliminación de detritus. Concretaron también que es más efectiva la aplicación de ultrasonido pulsátil que continuo.

A la hora de buscar alternativas al uso del ultrasonido, nos encontramos con diferentes opciones tales como la Lima F, la activación sónica (EndoActivator, Vibringe) o el Láser.



Ilustración 3. Limas IRRRI para la activación de la irrigación

Chopra y cols., indican en su estudio que existe en el mercado una lima, denominada Lima F, que promete ser sustituida del ultrasonido, que activando el irrigante, es capaz de que éste fluya por el conducto, pero sin ensanchar la anatomía de la preparación. La Lima F, equivale en tamaño a una lima K#20; lo que proponen estos autores es comparar la utilidad de la Lima F versus la lima k#20 introducida en el conducto y activada por ultrasonido. Concluyen, que aunque son necesarios más estudios, parece que la Lima F no es más eficiente que la lima k#20 activada con ultrasonido.

Roeland de Moor y cols., comparan la efectividad del ultrasonido para activar irritantes, con el uso del láser para tal fin. En este estudio utilizan dos tipos de láser Erbium (Er: YAG y ErCr: YSGG) y ultrasonido. Crean cinco grupos de dientes por tratamiento de conductos realizado: 1) irrigación manual, 2) activación ultrasónica 20 segundos, 4) activación con ErCr: YSGG y 5) activación con Er: YAG. Los resultados que obtuvieron indican que la utilización de los láseres Erbium para activar irritantes es igual de efectiva que la conseguida con ultrasonido en 60 segundos.

Ilustración3:<http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/puntas-y-limas.html>

5.3 OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS

A la hora de explicar el uso del ultrasonido en la etapa de obturación del conducto radicular, cabe hacer una distinción entre el uso que aplicamos para administrar el cemento sellador y el que podemos obtener a la hora de realizar la condensación de la gutapercha que dejará obturado tridimensionalmente el conducto. En cuanto a la aplicación del cemento sellador cabe indicar que el sellador es necesario para salvar los inconvenientes de la falta de adhesión de los conos de gutapercha entre sí y con la dentina radicular. En caso de no usar sellador, estos espacios servirían de nicho bacteriano con el consecuente fracaso del tratamiento de conductos; además, muchas veces el sellador nos es de utilidad para sellar conductos accesorios o deltas apicales que con técnicas de condensación lateral o vertical no podríamos obturar. ⁽²⁷⁾

Los autores Aguirre y cols., compararon en su estudio los resultados obtenidos al colocar manualmente y mediante ultrasonido el cemento sellador. Compararon tres marcas de cemento: Sultan®, AH26® y CRCS®. Estudiaron la cantidad de cemento en los tres y siete últimos milímetros de cada conducto, así como la capacidad de sellado de conductos laterales y la extrusión apical de cemento a través del foramen. Para Aguirre y cols., no siempre es mejor la distribución del cemento utilizando ultrasonido que realizándolo de forma manual. Explican que quizá se deba a que por primera vez compararon diferentes tipos de cemento y cuantificaron la cantidad aplicada a cada conducto. Aguirre y cols., concluyen que, para el cemento CRCS®, se observaron mejores resultados con ultrasonido que manualmente, hecho que no se produjo con las otras dos marcas de cementos, ni en los últimos 3 ni en 7 milímetros. También concluyen que se produce extrusión apical del cemento, en contra de lo que se había indicado hasta el momento según las investigaciones anteriores. ⁽²⁸⁾

El siguiente punto a tratar con respecto a la fase de obturación de conductos sería la técnica de compactación de gutapercha mediante ultrasonido. La dificultad para encontrar bibliografía al respecto, nos hace pensar que este punto quizá sea el menos realizado con ultrasonido, tratándose de una técnica reciente de la que se necesite una mayor investigación científica.

Los autores Alexander Deitech y cols., realizan un estudio donde comparan los resultados en cuanto a densidad de gutapercha intra-conducto una vez obturado el mismo, realizado sobre tres grupos: uno con condensación lateral únicamente, otro habiéndose aplicado sólo una vez ultrasonido y continuado con condensación lateral, y el último habiendo aplicado dos veces el ultrasonido para obturar totalmente el conducto con esta técnica. Destacan que existe en el mercado el aparato denominado Endotec, que presenta puntas ultrasónicas de diferentes diámetros y posibilidad de conformarse para adaptarse a la anatomía de cada conducto. En concreto ellos utilizan la punta SP-1-S. ⁽²⁷⁾

5.4 RETIRO DE OBSTÁCULOS EN EL CONDUCTO RADICULAR

Una de las complicaciones más frecuentes en la práctica endodóntica reside en la extracción de obstáculos intra-conducto. Entendemos como obstáculo todo material albergado en el conducto como parte del tratamiento terapéutico, como son el material de relleno (gutapercha, puntas de plata, hidróxido de calcio, MTA-trióxido mineral agregado) así como postes, pernos, o limas separadas que han de ser retirados para proceder a realizar retratamientos endodónticos. El ultrasonido nos será de gran ayuda a la hora de retirar estos obstáculos. A continuación detallamos el uso del ultrasonido en esta aplicación.

- ELIMINACIÓN DE LIMAS SEPARADAS

A la hora de utilizar el ultrasonido para la extracción de limas separadas, hay que tener en cuenta, que la vibración intraconducto aplicada, produce un incremento de temperatura, que debemos controlar para no producir un excesivo calentamiento radicular que podrá traer consecuencias negativas. ⁽²⁹⁾

Madarati y cols., estudian las consecuencias sufridas en los órganos dentales tras ser sometidas a la aplicación de ultrasonido para retirar limas fracturadas intraconducto. En este trabajo, determinan la pérdida de volumen dentinario ocurrido tras extraer un segmento de lima fracturada alojada en el tercio apical, medio y coronal del conducto. Determinan que hay una mayor pérdida de sustancia dentinaria cuando el fragmento se encuentra en el segmento apical, seguido de cuando se encuentra en el segmento medio y por último, el que menos pérdida de sustancia implica es el segmento extraído del tercio coronal. Para ello utilizan la tomografía computarizada como medio diagnóstico. ⁽³⁰⁾

Ahmed Andel y cols., realizaron un estudio sobre la temperatura que se produce en la superficie externa de la raíz dentaria cuando se utiliza la vibración del ultrasonido para remover instrumentos fracturados, realizaron un estudio en 30 dientes extraídos los cuales tenían un instrumento tipo K 40 a nivel apical de 5 mm. Los incisivos centrales se dividieron en 3 grupos iguales, en el cual, el primer grupo se utilizó Satelec® ET 40 punta ultrasónica a la potencia 1, grupo 2 potencia 5, y el grupo 3 en el que la RCP se utilizó 5 punta ultrasónica a la potencia 1. La vibración ultrasónica sin refrigerante se activó durante 2 minutos, y el aumento de la temperatura se registró 1a 2 minutos. En 1 minuto, 5 CPR y ET 40 en la potencia 1 mostraron estadísticamente significativo menor aumento de temperatura.

En todos los casos hubo un aumento de temperatura, por lo cual es importante utilizar un irrigante y mediar la potencia. ⁽³¹⁾

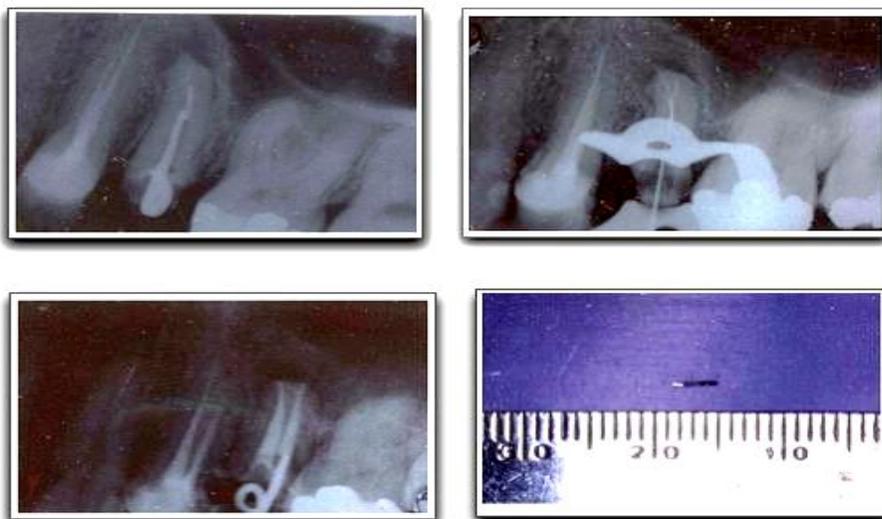


Ilustración 4. Retiro de un instrumento fracturado aplicando la técnica descrita por Lovdahl y Gutmann

Madarati y cols., llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre algunos estudios que se han realizado sobre los instrumentos separados en el conducto radicular, y mencionaba que hay una falta de pruebas contundentes sobre la gestión de los instrumentos separados. Y mencionaba como conclusiones que será de vital importancia considerar las siguientes cuestiones: 1) las restricciones del conducto radicular con capacidad para el fragmento, 2) la etapa de preparación del conducto radicular al que el instrumento separado esté, 3) la experiencia del médico, 4) la armamentaria disponible, 5) las complicaciones potenciales del enfoque de tratamiento adecuado y 6) la importancia estratégica del diente involucrado y la presencia/o ausencia de patología periapical.

La experiencia clínica y la comprensión de estos factores que influyen, así como la capacidad de tomar una decisión equilibrada son esenciales. ⁽³²⁾

Ilustración 4: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm

• ELIMINACIÓN DE POSTES

La retirada de un poste intra-conducto es una acción común en la práctica reendodónica. Los autores Nehme y cols., proponen en su estudio una técnica concreta para utilizar el ultrasonido en la retirada de postes intra-conducto. Estos autores indican que, hasta el momento, la manera de realizar la extracción de un obstáculo metálico intra-conducto era la de labrar una vía de entrada al lado del obstáculo, en la cual poder introducir la punta del ultrasonido y así, al recibir desde ahí la vibración, el perno se des-cementaría. Indican que esta técnica conlleva una pérdida de sustancia que debilita las paredes dentinarias. Ellos proponen la utilización de la unidad P-Max® y la punta SO4; el método consiste en introducir la punta hasta apoyarse en el obstáculo; una vez colocada, con la unidad a máxima potencia, aplican el ultrasonido sólo sobre el obstáculo metálico haciendo que éste se desintegre poco a poco. Se necesita realizar comprobaciones radiográficas durante el procedimiento hasta comprobar la eliminación total del obstáculo. Defienden la mejor conservación de la anatomía del conducto y dentina remanente, no obstante no es válido a la hora de retirar obstáculos que no sean alcanzados con la punta ultrasónica ni que estén realizados con metales no preciosos o semi-preciosos, como el acero inoxidable. ⁽³³⁾

Dixon y cols., compararon la efectividad de las unidades Spartan® y Enac® frente a la extracción sin ultrasonido para retirar postes intra-conducto. Afirman que fue más fácil extraer los postes mediante ultrasonido que sin él, y más efectivo aún con la unidad Enac®. ⁽³⁴⁾

Para Coniglio y cols., la mayoría de los fracasos endodóncicos que requieren retratamiento de conductos, son aquellos en los que el conducto fracasado tiene sección oval. Por tanto observan que en conductos de esta sección es en los que se extraen postes cementados frecuentemente.

Comparan los resultados obtenidos a la hora de realizar la extracción del obstáculo en este tipo de conductos, mediante la utilización de un drill con contra ángulo (largo#2), ultrasonido con punta de sección circular (Kavo®) y ultrasonido con punta de sección oval (satelec®). Concluyen que se obtiene mejor preparación del conducto con ultrasonido que sin él; y dentro de éste, con la punta oval obtuvieron mejores resultados en el tercio medio y coronal del conducto, produciéndose un menor número de túbulos dentinarios abiertos y una menor cantidad de barrillo dentinario. ⁽³⁵⁾

Otros factores que influyen e la eliminación de estos aparatos son el tipo de poste y el adhesivo dentinario. Los postes pueden ser de diversos tipos: paralelos o cónicos, engranados activamente o no, y metálicos o de otros nuevos materiales no metálicos, por lo general, son tributarios de extracción los postes retenidos mediante cementos clásicos. Sin embargo los postes cementados en el espacio radicular con materiales como las resinas composite o los ionómeros de vidrio son mucho más difíciles de extraer.

Además, otros factores importantes respecto a la eliminación son el espacio interoclusal disponible, la presencia de restauraciones y el hecho de si la posición de la parte más coronal del poste es supra o infracrestal.

Como se señaló anteriormente, a la hora de aplicar ultrasonido intra-conducto para extraer postes, producimos un aumento de temperatura sobre la superficie radicular que puede perjudicar a los tejidos periodontales.

Por otra parte, Davis y cols., estudian también la importancia del refrigerante y el tiempo aplicado en la utilización del ultrasonido para este fin. En su estudio, comparan cuatro métodos refrigerantes (ningún refrigerante, spray refrigerante común, spray de agua y spray en la superficie del poste) en función de intervalos

de 10, 15 y 20 segundos. Concluyen que con apenas 20 segundos de aplicación sin refrigerante ya se producen daños a los tejidos, y recomiendan la utilización del ultrasonido con cualquier tipo de refrigerante aplicado en ciclos cortos de tiempo.

(25)

5.5 ENDODONCIA QUIRÚRGICA

El uso del ultrasonido en la cirugía apical surge desde el año 1957, cuando Richman indica su uso en el procedimiento de resección del extremo radicular. Flash y Hicks, en el año 1987, reportaron dos casos donde las preparaciones retrógradas fueron realizadas por limas ultrasónicas modificadas y precurvadas para obtener acceso a la zona reseca. (2)

En la década de los noventa, comienzan a aparecer en el mercado las primeras puntas ultrasónicas diseñadas específicamente para la preparación retrógrada de la cavidad apical.

La cirugía endodóncica es una opción de tratamiento para aquellos dientes con periodontitis apical, a los cuales se les ha realizado el tratamiento de conductos previo, y cuyo retratamiento no quirúrgico presenta desventajas o alto porcentaje de fracaso. Numerosos autores coinciden en la utilidad del ultrasonido en este aspecto, y sus investigaciones se basan en comparar diferentes puntas de ultrasonido y diferentes unidades.

La capacidad de corte de las puntas ultrasónicas va a depender principalmente de la intensidad de la energía acústica transmitida al instrumento por la energía generadora, y también dependerá del diseño de éste.

Otro factor que afecta la capacidad de corte relacionada con el diseño corresponde al tipo de punta, si es diamantada o no.

Para la mayoría de los autores, la función principal del ultrasonido en cuanto a la cirugía endodóncica se refiere, reside en la realización de la cavidad retrógrada para posteriormente ser obturada.

Para Bernardes y cols., la ventaja del ultrasonido a la hora de preparar la cavidad apical, reside en la versatilidad del diseño de las puntas ultrasónicas en cuanto a la angulación y forma se refiere, lo que facilita mantener la forma del conducto respecto al eje axial del diente, sin deformar la zona apical. El hecho de realizar la cavidad retrógrada con ultrasonido reduce la necesidad de realizar sección apical y por tanto evitar la consecuente exposición de los túbulos dentinarios y disminuir así el posible daño apical. Estos autores afirman en su estudio la buena utilidad del ultrasonido para realizar cavidades a retro, facilitando el acceso a las cavidades, disminuyendo el riesgo de perforación, mejorando la retención del material de obturación, posibilitando un desbridamiento de restos necróticos intra-conducto, realizando menor exposición de tubulillos dentinarios y disminuyendo la necesidad de seccionar la zona apical. ⁽³⁶⁾

Las preparaciones apicales realizadas con la técnica ultrasónica son superiores que las preparaciones realizadas por instrumental rotatorio, de acuerdo a lo propuesto por Melhaff y cols., las preparaciones realizadas con la técnica ultrasónica requerían una apertura de menor diámetro de la cripta ósea, permitían realizar un menor bisel para facilitar la preparación, la cavidad preparada era más profunda, abarcando hasta 3 mm. de profundidad y con una orientación paralela al eje axial de la raíz, que facilitaba obtener un mejor sellado al realizar la obturación retrógrada. ⁽³⁷⁾

6. PUNTAS ULTRASÓNICAS

La utilización de puntas ultrasónicas en endodoncia es de suma importancia para obtener y lograr nuestros objetivos y éxito en el tratamiento a realizar.

A continuación mencionaremos algunas marcas comerciales y descripción de cada una de ellas.

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

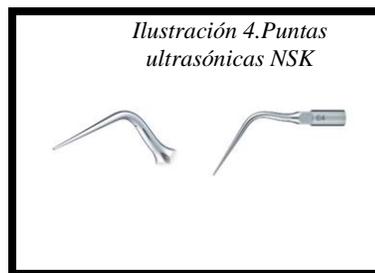


Ilustración 4: <http://www.coadental.com/catalogo-detalle.php?id=176>

G26-remoción de postes radiculares

G25-remoción de coronas

DENTSPLY MAILLEFER

Start X: son puntas ultrasónicas diseñadas especialmente para la realización del acceso y localización de la entrada de los conductos. Tiene una parte activa microtallada, evitando el riesgo de arenilla de diamante en la boca del paciente y con resistencia a la fractura.

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: Explorador de conductos MV2. 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.

Start X3: Diseñada para eliminar obstrucciones que impiden el acceso al conducto, apertura en 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: Despejar 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.



Ilustración 5. Puntas ultrasónicas Start X

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.

Entre las ventajas que presentan son:

- Su forma patentada de contra ángulo permite acceder mejor a todos los dientes.
- Su revestimiento abrasivo aumenta la eficacia y la precisión. Su diseño de pared paralela mejora la visibilidad y la seguridad.
- Su mayor longitud y menor diámetro contribuyen a lograr un mejor procedimiento.
- Los instrumentos de titanio permiten acceder de forma óptima a zonas difíciles.
- Se han diseñado para trabajar en seco de forma a mejorar la visibilidad y la seguridad.

Ilustración 5: <http://www.dentaltix.com/maillifer/insertos-ultrasonidos-start-x-compatibles-satelec>



Ilustración 6. Puntas ultrasónicas Pro Ultra®.

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.

Revestimiento abrasivo

- ProUltra: diseñadas para eliminar material de reconstrucción, localizar y abrir conductos calcificados, eliminar material de obturación del conducto radicular.

Instrumentos de titanio

- ProUltra6: eliminación de instrumentos fracturados en el tercio coronal.
- ProUltra7: eliminación de instrumentos fracturados en el tercio medio.
- ProUltra8: eliminación de instrumentos fracturados en el tercio apical.

Ilustración 6: http://dentsply.com.mx/Menu_producto/Proultra.html

ProUltra Surgical®

Los instrumentos de cirugía ProUltra Surgical® facilitan el acceso, tanto técnico como visual, en la zona sujeta al procedimiento radicular. Estos instrumentos de cirugía endodóncica cuentan con un revestimiento abrasivo que mejora la precisión y la eficacia.

Todos los instrumentos de cirugía Pro Ultra Surgical® vienen equipados con un puerto de irrigación colocado en una posición óptima que permite mejorar la seguridad y la visibilidad durante los procedimientos de cirugía endodóncica.



Ilustración 7. Puntas ultrasónicas ProUltra Surgical

SURG 1: instrumento universal con un ángulo de 80° diseñado para los canales más estrechos de los dientes anteriores.

SURG 2: instrumento universal con un ángulo de 80° diseñado para los conductos más estrechos de dientes anteriores pero de un diámetro mayor que el SURG 1.

SURG 3: 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).

Ilustración 7: http://dentsply.com.mx/Menu_producto/Proultra.html

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).

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.



Ilustración 8. Puntas ultrasónicas Satelec

Ilustración8:<http://www.medicalexpo.es/prod/satelec/puntas-ultrasonicas-endodoncia-71216-461222.html>

ENDOSUCCES APICAL SURGERY

Son 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. Casos complejos, preparación del conducto radicular hasta el tercio coronario.

AS9D: longitud de trabajo 9mm. Casos complejos, preparación del conducto 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.



Ilustración 9. Puntas ultrasónicas Endosucces Apical Surgery

VDW

Puntas diamantadas CAVI para finalizar con eficiencia el acceso a la cavidad

- Preparación del acceso con eficiencia para crear una entrada recta al conducto radicular: localización simplificada de las entradas calcificadas o escondidas
- Eliminación de los excesos de dentina y dentículos.

CAVI 1: presenta una punta en forma de esférica. 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.

CAVI 3: Elimina excesos de dentina y dentículos, para poder localizar con mayor definición los conductos.



Ilustración 10. Puntas ultrasónicas VDW-cavi

Ilustración 9: <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/vdwultra.html>

Ilustración 10: <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/vdwultra.html>

Puntas REDO para retratamientos

- Extracción de instrumentos separados, material de obturación y puntas de plata
- Diferentes tamaños para la sección coronal, media y apical del conducto
- Punta REDO 2 estrecha y flexible de una aleación especial de níquel titanio para trabajos delicados en las zonas media y apical del conducto en los conductos curvos, gracias a la estructura especial de cristal:
 - Transmisión notable de ultrasonidos.
 - Se puede precurvar para conductos curvos
 - Gran resistencia a la corrosión cuando se usa hipoclorito de sodio (NaOCl)



Ilustración 11. Puntas VDW-redo

MAXI MPR para la extracción de puntas

Extracción rápida de postes metálicos con máxima intensidad, con refrigeración por agua

Ilustración 11: <http://www.es.vdw-dental.com/productos/ultrasonido/vdwultra.html>



Ilustración 12. Punta VDW-MAXI MPR

CONCLUSIONES

La introducción del ultrasonido como recurso a utilizar en la práctica endodóncica ha permitido la simplificación de técnicas y procedimientos, además, ha optimizado otros procedimientos como la limpieza y desinfección de los conductos.

La irrigación, limpieza y desinfección ultrasónica ha demostrado, hasta ahora, ser uno de los métodos más efectivos para la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares.

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

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.

En la cirugía endodóncica nos permite realizar tratamientos menos resectivos en la preparación retrógrada del conducto radicular, permite un abordaje más conservador y esto mejora el pronóstico del tratamiento. Y las puntas ultrasónicas gracias a sus diversos diseños, permiten un mejor acceso y preparación en el área de trabajo.

Existen controversias sobre la formación de ciertos efectos inducidos por el ultrasonido dentro del conducto radicular, sin embargo su utilización de forma adecuada y con precaución podrá disminuir las probabilidades de producir efectos no deseables durante la terapéutica endodóncica.

La instrumentación ultrasónica debe utilizarse sólo en casos que lo requieran. La prudencia y el juicio clínico del operador determinarán qué técnica de instrumentación se adapte de una forma más adecuada para cada caso en particular.

El empleo del ultrasonido ha demostrado superioridad en la cirugía endodóncica en el procedimiento de preparación retrógrada de la cavidad apical al compararse con los dispositivos rotatorios, ya que permite un abordaje más conservador, la realización de una cavidad que permita una obturación retrógrada más adecuada que mejora el pronóstico del tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm.
2. Leonardo Roberto, Mario. Endodoncia, tratamiento de conductos. 2ª. Ed. Panamericana. Pp 332-352.
3. Jahde E, Himel V, Weir J. A comparison of short-term periapical responses to hand and ultrasonic file overextension during root canal instrumentation in the Macaca fascicularis monkey. J Endod. 1987 Aug; 13(8): pp 388-91.
4. Oman C Applebaum E. Ultrasonic cavity preparation, II Progress report. J Am Dent Assoc. 1955 April; 50 414-417.
5. D. Mondragón Jaime. Endodoncia. Ed. Panamericana. Pp 138-140.
6. Ingle J, Bakland L, Peters D, Buchanan S, Mullaney T. Preparación de la cavidad endodóntica, en: Ingle J, Bakland L. editores, Endodoncia, 4º Ed. México, McGraw-Hill Interamericana, 1996, Cap.3.
7. American Association of endodontist. Glossary, 6º Ed. Chicago, 1998.
8. Ahmad M, Pitt ford T, Crum L. Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved J Endod 1987 March; 13(3): 93-101.
9. Walmsley A. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. Int Endod J. 1987; 20:105-111.
10. Lumley P, Walmsley A, Walton R, Rippin J. Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation. J Endod. 1993 Sept; 19(9): 453-457.
11. Martin H. Ultrasonic disinfections of the root canal. Oral Surg. 1976 Jul; 42(1): 92-99.
12. Cunningham W, Balekjian A. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hipoclorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1980 feb; 49(2): 175-77.

13. Frank R, Antrim D, Bakland L. Effect of retrograde cavity preparations on root apexes. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12: 100-103.
14. 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 April; 26(5): 281-283.
15. Layton C, Marshall G, Morgan L, Baumgartner C. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root end preparation. *J Endod.* 1996 April; 22(4): 157-60.
16. Min M, Brown C, Legan J, Kafrawy A. In Vitro evaluation of effects of ultrasonic root end preparation on resected root surface. *J Endod.* 1997 Oct; 23(10): 624-28.
17. Cunningham W, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg.* 1982 May; 53(5): 527-31
18. Martin H, Cunningham W. Endosonics endodontics: The ultrasonic synergistic system. *Int Dent J.* 1984; 34(3): 198-203.
19. Briggs P, Gulabivala K, Stock C, Setchell J. The dentine removing characteristics of an ultrasonically energized K-file. *Int Endod J.* 1989; 22: 259-68
20. Ingle, Jhon. E. Beverdige. *Endodoncia.* 3^a ed. Ed. Interamericana, México 1996.
21. Plotino G, Pameijer CH Grande NM, Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the literatura. *J Endod* 2007; 33:81-95.
22. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Van der Sluis LWM. Influence of the Oscillation Direction of an Ultrasonic File on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. *J Endod* 2010; 36:1372-76.
23. Gutarts R, Nusstein J, Al Reader, Beck M. In vivo Debridement Efficacy of Ultrasonic Irrigation Following Hand-Rotatory instrumentation in Human Mandibular Molars. *J Endod* 2005; 3:3:166-70.

24. Vera J, Arias A, Romero M. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical third of Root Canals When Using Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vivo Study. *J Endod* 2011; 37:1276-78.
25. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological Evaluation of Passive Ultrasonic Activation. *J. Endod* 2003; 29; 1:12-14.
26. Lui J-N, kuah H-G, Chen N-N. Effect of EDTA with and whitout surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod* 2009; 35:393-96.
27. Hernández hernandez E.; Riobos González, M.F.; Mena Alvarez, J. Aplicaciones del Ultrasonido en Endodoncia *Cient. Dent.* 2013; 10; 1: 7-14.
28. Aguirre AM, El Deeb ME, Aguirre R. The Effect of Ultrasonics on Sealer Distribution and Sealing of Root Canals. *J Endod* 1997; 23; 12: 759-64.
29. Rahman Hashem. Ultrasonic Vibration: Temperature Rise on External Root Surface during Broken Instrument Removal. *J Endodo* 2007; 33:1070-3.
30. Madaratti AA, Qualtrough AJE, Watts DC. A Microcomputed Tomography Scanning Study of Root Canal Space: Changes after the Ultrasonic Removal of Fractured Files. *J Endod* 2009; 35: 125-8.
31. Ahmed Abdel Rahman Hashem. Ultrasonic Vibration: Temperature Rise on External Root Surface during Broken Instrument Removal. *Journal of Endodontics, Volume 33, Issue 9, September 2007, Pages 1070-1073.*
32. Madarati, Mark J. Hunter, Paul M.H. Dummer. Management of Intracanal Separated Instruments. *Journal of Endodontics, Volume 39, Issue 5, May 2013, Pages 569-581.*
33. Nehme WB. Elimination of Intracanal Metallic Obstructions bye Abrasion Using an Operational Microscope and Ultrasonics. *J Endod* 2001; 27; 5:365-7.

34. Dixon EB, Kaczkowski PJ, Nicholls JI, Harrington GW. Comparison of Two Ultrasonic Instruments for Post Removal. *J Endod* 2002; 28; 2:111-5.
35. Coniglio I, Carvalho CA, Magni E, Cantoro A, Ferrari M. Post Space Debridement in Oval-shaped Canals: the use of a New Ultrasonic Tip with Oval section. *J Endod* 2008; 34:752-5.
36. Bernardes RA, Morales IG, Garcia RB, Bernardineli, N, Baldi JV, Victorino FR, Vasconcelos BC, Duarte MA, Bramante CM. Evaluation of Apical Cavity Preparation With a New Type of Ultrasonic Diamond Tip. *J Endod* 2007; 33:484-7.
37. Gondim E Jr, Figueiredo de Almeida Gomes BP, Randi Ferraz CC, Batista Teixeira F, De Souza-Filho. Effect of Sonic and Ultrasonic Retrograde Cavity Preparation on the Integrity of Root Apices of Freshly Extracted Human Teeth: scanning electron microscopy analysis. *J Endod* 2002; 28; 9:646-50.