



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN
ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D.

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:

MARÍA MAGDALENA SOLÍS OVIEDO

TUTOR: Esp. LEONARDO FABIÁN REYES VILLAGÓMEZ

ASESOR: C.D. JOSÉ LUIS CORTÉS PARRA



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.

Gracias a Dios y a mi mamá que me brindo su incondicional y total apoyo desde el principio y hasta el final de este camino, que fue mi sostén apoyo y cimiento, que me enseñó a no rendirme, a luchar a trabajar y a tener siempre una buena actitud hasta en las más grandes adversidades. Gracias por toda esa entrega, amor, comprensión, por esa lucha, este logro también es tuyo. Eres el amor de mi vida.

A mis hermanos Carlos, Fernando y a mi papá por acompañarme, por creer en mí, por su ayuda, y por todo su amor, muchas gracias. A toda mi familia tíos, primos, abuelos gracias por los consejos y sus buenos deseos, por no dejarme caer y estar en los momentos difíciles.

Gracias a la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma De México, y a la Facultad de Odontología, por permitirme realizar un sueño.

Un especial agradecimiento al Dr. Leonardo Fabián Reyes Villagómez y al Dr. José Luis Cortés Parra, por guiarme en esta última etapa, por su apoyo, consejos, por enseñarme y exigirme siempre esa calidad que es imprescindible en cada proyecto.

A mis profesores un profundo agradecimiento por guiarme, por darme una formación integral, por compartir sus conocimientos e impulsarme a ser mejor, a prepararme y reflejar la esencia de un verdadero odontólogo. Gracias a ustedes estoy profundamente enamorada de mi profesión y me comprometo a continuar mis estudios a seguir aprendiendo y preparándome para realizar día a día un trabajo digno.

Un enorme agradecimiento a la Dra. Vania, por brindarme su confianza, su apoyo, por hacerme crecer y emprender este camino.

A la Dra. Navarro por demostrarme el cariño de una madre, por su impulso y por esa gran oportunidad, muchas gracias.

A la doctora Sandra que durante el servicio social me ayudo, me enseñó, me procuro y siempre creyó en mí.

Gracias también a todos mis compañeros y amigos que estuvieron a mi lado a lo largo de estos años, a Joana, Tere, Lucí, Raquel, María, Dany, Pao, Andy, Lalo, Guadalupe, y a ti Paco un enorme agradecimiento por haber sido un compañero tan especial que me apoyo incondicionalmente. A todos ustedes gracias por ser cómplices, por siempre impulsarme, por todos los momentos compartidos, por creer en mí y brindarme su incondicional apoyo. Son personas maravillosas, les deseo un gran éxito en lo profesional y en lo personal

Y Un profundo agradecimiento a la familia Domínguez Galván que han sido un gran apoyo en todos los sentidos, por abrirme las puertas de su casa su amistad, apoyo y por impulsarme a lograr mis sueños, gracias Samy, Dra. Margarita y a ti Rodrigo por cuidar de mí, por procurarme, impulsarme a mejorar, a creer en mí, por todo lo que hemos y seguiremos crecido juntos muchas gracias. Te amo, te deseo mucho éxito y el logro de todas tus metas y sueños.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
PROPÓSITO.....	11

OBJETIVO	12
ANTECEDENTES	13
CAPÍTULO 1	
IRRIGACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES	18
1.1 Técnicas y Dispositivos de Irrigación.....	20
1.1.1 Manuales.....	21
1.1.2 Mecánicas.....	23
1.1.3 Dispositivos con Presión Apical Positiva y Negativa (EndoVac)®.	25
1.2 Irrigantes.....	27
1.2.1 Hipoclorito de Sodio.....	28
1.2.2 EDTA.....	29
1.2.3 Ácido Cítrico.....	30
1.2.4 Clorhexidina.....	30
CAPÍTULO 2	
FORMAS DE GENERAR ENERGÍA ULTRASÓNICA EN ODONTOLOGÍA	32
2.1 Efecto Magnetoestrictivo.....	32
2.2 Efecto Piezoeléctrico.....	33
CAPÍTULO 3	
PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR	40
3.1 Cavitación.....	40
3.2 Microcorriente Acústica.....	41
3.3 Generación de Calor.....	43

3.4 Movimiento Oscilatorio.	44
CAPÍTULO 4	
IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA	45
4.1 Irrigación Ultrasónica Pasiva.	47
4.1.1 Usos y Parametros de PUI.	48
4.2 Irrigación Ultrasónica Pasiva Continua.	50
4.3 Activación de Irrigantes con Ultrasonido.	54
4.3.1 NaOCl + Calor.	54
4.3.2 EDTA + Calor.	56
4.4 Ventajas del Uso de Irrigación con Ultrasonido.	56
4.5 Desventajas del Ultrasonido.	59
CAPÍTULO 5	
INSERTOS PARA IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA.	62
5.1 SATELEC.	63
5.2 NSK.	64
5.3 CPR DE SPARTAN.	66
5.4 PRO ULTRA ENDO TIPS® CPR.	67
5.5 ENDO ULTRA® NITI.	68
CAPÍTULO 6	
PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN FINAL ANTES DE LA OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES	69
CONCLUSIONES.	72
COMENTARIO PERSONAL.	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	76



INTRODUCCIÓN.

Al igual que existe un espectro de ondas electromagnéticas, dentro del cual la luz visible ocupa una mínima porción existe un espectro de vibraciones acústicas, en el cual la gama de frecuencias audibles ocupa un mínimo porcentaje.

Para entender el significado de ultrasonido se debe analizar primero el concepto de la palabra sonido, el cual se puede definir como ondas elásticas que se propagan a través de un medio (sólido, líquido, gas), las cuales al propagarse por el aire y ser recibidas por el oído, producen la sensación auditiva.

Asimismo el ultrasonido se define como un sonido cuya frecuencia de vibraciones es superior al límite perceptible por el oído humano que es de 20 KHz igual a 20,000 ciclos por segundo.

Es una forma de energía sónica que se transmite en forma de un patrón de ondas elásticas, originadas por la vibración de un cuerpo elástico, que tiene la propiedad de propagarse a través de distintos medios, sólidos, líquidos o gaseosos; se aplica en distintas áreas, como lo son la investigación, la industria y la medicina.

El fenómeno ultrasónico se aprovecha en Medicina, principalmente en su forma acústica de propagación, teniendo como ejemplo la ecografía, que convierte la energía eléctrica en ondas acústicas que inciden sobre una estructura anatómica y vuelven bajo forma de eco, visible en una pantalla como imagen exacta. Sin embargo, en Odontología, principalmente en Endodoncia, el nombre ultrasonido se debe al empleo de esa elevada franja



de frecuencia bajo forma mecánica, como acción vibratoria directa de la punta de un instrumento o inserto sobre el área de aplicación.

El uso del ultrasonido en Odontología comienza a mediados del siglo pasado, de primera instancia para la preparación de cavidades y eliminación de caries, posteriormente en Periodoncia cuando Zinner lo introdujo para eliminar depósitos cálcicos de la superficie del diente (Cavitron®).

La primera propuesta de aplicación de los ultrasonidos en Endodoncia fue efectuada por Richman en 1957 para la instrumentación de conductos, posteriormente Weller en 1980 lo sugiere exclusivamente para la irrigación.

Surge en Endodoncia por la necesidad de simplificar el tratamiento del sistema de conductos radiculares en la instrumentación, y en la irrigación como parte de la solución ante las complejidades morfológicas (conductos accesorios, ovales, istmos, deltas apicales etc.) que tienden a impedir la llegada de los irrigantes a todo espacio del sistema de conductos.

Sabemos que la irrigación es parte esencial para el tratamiento del sistema de conductos radiculares, ya que permite la limpieza más allá de los instrumentos y es la manera más eficaz para desinfectar sobre todo la porción apical, gracias a una dinámica de fluidos que se da mediante el movimiento de la solución irrigante. Por ello se han realizado varios esfuerzos por incrementar la eficacia de los irrigantes y las técnicas de irrigación, desarrollándose así distintos auxiliares desde los manuales empleando agujas diminutas conectadas a jeringas, hasta los mecánicos como los sistemas de presión apical negativa o los sistemas sónicos y ultrasónicos.



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



La irrigación sónica es diferente de la ultrasónica porque opera en una frecuencia más baja, para los sistemas sónicos las gamas de frecuencias son de 1 a 6 KHz. (1000 a 6000 ciclos por segundo) y los ultrasónicos sobrepasan los 20 KHz (20,000 ciclos por segundo) su frecuencia de oscilación es de 25 a 40 KHz.

Se ha demostrado que un irrigante en conjunción con vibración ultrasónica, genera un movimiento continuo del líquido que le brinda gran eficacia, desarrollándose así dos tipos de riego ultrasónico que han sido descritos en la literatura: uno donde el riego está combinado simultáneamente con instrumentación ultrasónica del conducto radicular, riego ultrasónico activo (Active ultrasonic irrigation AUI) y otro sin instrumentación llamado riego ultrasónico pasivo (passive ultrasonic irrigation, PUI). Siendo más aceptado el sistema pasivo ya que el activo producía transportación, deformación del conducto e incluso perforaciones a nivel apical.

La irrigación ultrasónica pasiva ocurre por la transmisión de energía acústica desde una lima lisa o no cortante, que oscila dentro del conducto radicular provocando la agitación de la solución y aumentando la corriente del fluido en el interior del conducto radicular, pero sin contactar sus paredes.

Su efectividad se basa en los distintos fenómenos que se producen durante su aplicación dentro del conducto radicular: oscilación, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor.

La principal ventaja de la desinfección con ultrasonido radica en la formación de esas microcorrientes acústicas, que consisten en unos patrones complejos de corrientes que provocan rápidos movimientos circulares estilo vórtice constantes en espiral o en remolino que se forman junto al instrumento y aumentan el contacto del irrigante contra las paredes del



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



conducto radicular, así como la potenciación de efectos antimicrobianos al activar las soluciones irrigantes.

Se emplea como parte de un protocolo de irrigación final después de realizarse la instrumentación mecánica, para permitir la libre oscilación del inserto dentro del conducto; o como irrigación continua entre cada instrumento mientras se prepara el conducto radicular.

Cabe mencionar que en la terapéutica Endodóncica el uso del ultrasonido abarca no solo la irrigación, si no la eliminación de restauraciones para acceder al sistema de conductos, eliminación de obstrucciones como instrumentos fracturados y calcificaciones, eliminación de postes intrarradiculares, acceso y localización de conductos, preparación biomecánica y obturación, así como en la cirugía endodóncica.



PROPÓSITO

Elaboración de material didáctico tridimensional que facilite un conocimiento útil y duradero en los procesos de enseñanza y aprendizaje, para el alumno y profesionales del área odontológica.



OBJETIVO

- Analizar la importancia del proceso de irrigación en el tratamiento del sistema de conductos radiculares, y el uso del ultrasonido como método auxiliar para incrementar su eficacia.
- Definir el fenómeno ultrasónico.
- Identificar los métodos de producción ultrasónica en Odontología.
- Describir los procesos físicos, mecánicos y biológicos asociados a la activación ultrasónica durante la irrigación.
- Mencionar las ventajas y desventajas de la irrigación con ultrasonido.



ANTECEDENTES

A Christian Johann Doppler se le considera el padre del ultrasonido, en 1842 postula la teoría sobre el efecto de la física ondulatoria que lleva su nombre.¹

En 1881, Jacques y Pierre Curie experimentaron la aplicación de un campo eléctrico alternante sobre cristales de cuarzo y turmalina, los cuales produjeron ondas sonoras de muy altas frecuencias.¹

El estudio y la aplicación del ultrasonido comienza en el año 1883, Galton crea el primer resonador de alta frecuencia para medir el límite superior de la capacidad auditiva del ser humano, a partir de ese momento se comienza a idear distintos tipos de dispositivo de generación ultrasónica, así como el estudio y aplicación en distintas áreas.¹

Su utilización en el área médica es más amplia, principalmente se emplea en el diagnóstico de diversas enfermedades, por medio del examen de ultrasonografía, que por medio de un transductor convierte la energía eléctrica en propagación de ondas acústicas que inciden sobre la estructura anatómica que se examina, y vuelven bajo forma de eco que por medio de la computadora, revierten en energía eléctrica descodificada visible en la pantalla como imagen exacta de esa estructura.²

Sin embargo, en Odontología, principalmente en Endodoncia, el nombre ultrasonido se debe al empleo de esa elevada franja de frecuencia bajo forma mecánica, como acción vibratoria directa de la punta de un instrumento o inserto sobre el área de aplicación.²

Desde la década de los años 50, se han diseñado dispositivos sónicos y ultrasónicos para distintas aplicaciones odontológicas. El concepto de



odontología mínimamente invasiva significo su uso por primera vez en la eliminación de caries y preparación de cavidades de pequeño tamaño por 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. A pesar de que la técnica recibió comentarios favorables, nunca se popularizó, ya que competía con instrumentos mucho más eficaces y convenientes (fresas montadas en piezas de mano de alta velocidad).³

Una aplicación diferente estuvo introducida en 1955, cuando Zinner introdujo la utilización de instrumentos ultrasónicos en periodoncia para eliminar depósitos de la superficie del diente, mejorado posteriormente por Johnson y Wilson, como herramienta establecida para la remoción de placa y cálculo dentales (Cavitron®), y con ello el potencial del ultrasonido dentro del tratamiento periodontal, ya que su aplicación no producía daño a los tejidos pulpaes y periapicales.⁴

La primera propuesta de aplicación de los ultrasonidos en endodoncia fue efectuada por Richman en 1957, con el Cavitron®, el mismo utilizado en Periodoncia, publicó un trabajo sobre el uso de limas endodónticas adaptadas a esta unidad de ultrasonido para la preparación de los conductos radiculares (Fig.1), sin embargo se dificultó por la falta de control sobre el corte de la dentina, con lo que se producían irregularidades en la forma del canal radicular y perforaciones apicales.^{2, 5, 6}



Fig.1. Cavitrón con reservorio endosónico en la parte superior.²

Durante 20 años no hubo más innovaciones para el uso de ultrasonidos en Endodoncia hasta 1980, Howard Martín y Cunningham empezaron la etapa moderna del uso de la energía ultrasónica para instrumentar los conductos, reintrodujeron el Cavitrón, a partir de este desarrollaron un aparato ultrasónico llamado Cavi-Endo®, Caulk/ Dentsply, EUA (Fig.2) el cual consistía en un dispositivo magnetostrictivo, que generaba una potencia de 25-30 KHz y que incluía un receptáculo integrado donde se colocaba solución irrigante.²



Fig.2. Unidad ultrasónica Cavi-Endo®, Dentsply, Milford, Delaware, E.U.A.²



Martin y Cunningham atribuyeron el éxito de la instrumentación ultrasónica a la interacción de la energía ultrasónica y la solución de irrigación. Llamaron a la dinámica de esa interacción "sistema sinérgico ultrasónico endosónico".^{5, 2}

A partir de ese momento podemos concluir que hay un sinergismo de limpieza química y mecánica del conducto radicular con el empleo del sistema ultrasónico, por medio de actos simultáneos de instrumentación, irrigación y aspiración.⁶

Con todo esto rápidamente el equipo se tornó en una fiebre de consumo, principalmente entre los endodoncistas. Sin embargo comenzaron a salir los trabajos de investigadores independientes sobre la real capacidad y principalmente sobre la seguridad del ultrasonido para la instrumentación, siendo los resultados desmotivadores, convirtiéndose en una tecnología de poco interés.⁷

Paralelamente a ello, el uso de sistemas ultrasónicos solo como auxiliares para la irrigación fue descrito por Weller et al. (1980), como irrigación ultrasónica pasiva.⁸

Weller concluyó que la instrumentación ultrasónica no es una alternativa, resulta más efectiva y segura una instrumentación manual.⁸

Una nueva era se inició cuando en 1992, Gary Carr publicó un artículo mostrando las posibilidades de utilizar el microscopio operatorio con la incorporación del ultrasonido y de nuevas puntas ultrasónicas para múltiples usos, con maravillosos resultados.⁷

Se realizaron más estudios independientes en torno al ultrasonido que comprobaron su efectividad. Actualmente, la utilización del equipo está bien



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



consolida en Endodoncia, se expande a otras áreas odontológicas y continúa innovando.⁷



CAPÍTULO 1

IRRIGACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES.

El tratamiento de conductos radiculares es un proceso terapéutico con estrictos y necesarios protocolos de realización, siendo cada paso indispensable para la conclusión exitosa del tratamiento.^{2, 9, 11}

Según los autores la irrigación se puede definir como un procedimiento auxiliar en la instrumentación del sistema de conductos radiculares; el cual consiste en la desinfección, eliminación y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares.^{2, 9, 11, 15}

Es por ello que la irrigación final de los conductos debe ser efectiva y la solución irrigante alcanzar lo más profundamente posible las porciones apicales de los conductos radiculares. Para la desinfección se hace uso de auxiliares químicos que presentan como función principal promover el vaciado y la limpieza de las regiones donde el acceso del instrumento no es posible. Los irrigantes debido a sus propiedades antimicrobianas y mediante el efecto mecánico generado por el flujo de ida y vuelta aunado a las técnicas de agitación mecánica a altas velocidades, son capaces de llegar a las complejidades anatómicas y penetrar dentro de los túbulos dentinarios siendo capaz de remover tejido orgánico e inorgánico. Por lo que resulta importante destacar que la selección del irrigante adecuado, la cantidad, la técnica y, el protocolo de uso, son factores que influyen en el éxito del tratamiento endodóncico.⁹

La irrigación anteriormente era considerada un auxiliar durante las maniobras de conformación y desinfección de conductos radiculares, hoy en día tiene



un papel dominante en cada una de las diferentes etapas de la preparación del canal radicular:¹⁰

- En la fase de localización del conducto radicular, neutraliza y arrastra el contenido infectado que se encuentra en la cámara pulpar y tercio coronal de esta manera evitamos transportarlos al tercio apical.¹⁰
- Durante la fase de ampliación o conformación de conductos donde existe la formación de barrillo dentinario con residuos de pulpa vital o necrótica, la función principal de la irrigación es el arrastre y eliminación de ese barrillo dentinario, que de no ser retirado puede obstruir el tercio apical del conducto y ser empujado por la acción de los instrumentos hacia el periápice.¹⁰
- En la última irrigación es de gran importancia ya que forma parte de un protocolo final que deja listo y desinfectado el conducto para ser obturado, el irrigante gana acceso a la mayor parte del sistema de conductos radiculares, incluyendo las paredes de los conductos accesorios que no han podido ser instrumentados.¹⁰

La irrigación tiene como objetivos básicos:

1. Disolución de restos pulpares ya sean vitales o necróticos.^{6, 11}
2. Limpieza de las paredes de los conductos para eliminar los residuos que las cubren, eliminar el barrillo dentinario (capa residual o smear layer) que obstruyen la entrada de los túbulos dentinarios.^{6, 11}
3. Desinfección, destrucción de las bacterias y neutralización de sus productos y componentes antigénicos.^{6, 11}
4. Lubricar los instrumentos para facilitar su paso y su capacidad de corte.^{6, 11}

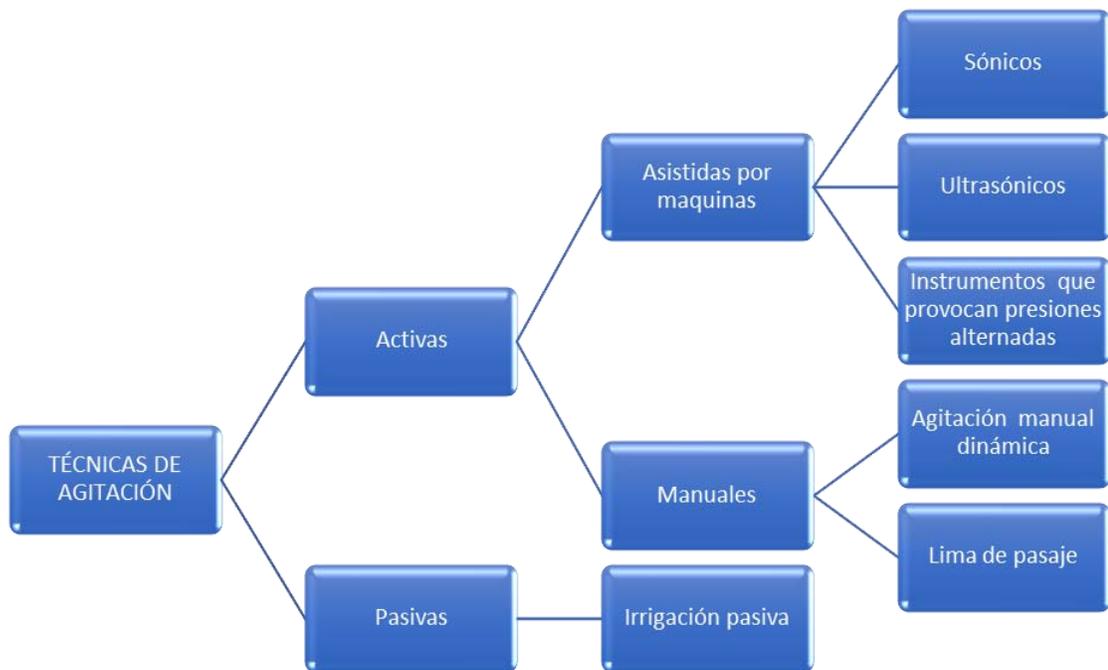


- Prevenir el oscurecimiento de la corona dental por metabolismo de residuos de sangre o productos que puedan haber penetrado por los túbulos dentinarios de la cámara pulpar.^{6, 11}

1.1 Técnicas y Dispositivos de Irrigación.

“Varios factores son importantes para que la irrigación sea eficaz. Un factor esencial es el volumen del irrigante. En un estudio que evaluaba diferentes cantidades de líquidos, se observó que el volumen del irrigante alteraba la limpieza del conducto radicular. Volúmenes mayores de NaOCl y EDTA limpiaron significativamente mejor las superficies de los conductos radiculares que volúmenes más pequeños.”¹¹

Aparte de la naturaleza y el volumen de solución utilizado, también es importante tomar en cuenta la cinemática para este proceso, donde se hace uso de distintos auxiliares que se mencionan en el cuadro 1.¹²



Cuadro 1. Se observan las distintas técnicas pasivas y activas utilizadas en endodoncia.¹⁵

Las técnicas para la irrigación pueden dividirse en: manuales y mecánicas.

1.1.1 Manuales.

- Liberación con jeringa

El irrigante se aplica directamente con agujas de calibres diminutos adaptadas a jeringas. A través de los años, varios tipos de agujas se han utilizado para llevar los irrigantes a los conductos radiculares, estas agujas se diferencian principalmente en la presencia de una punta abierta o cerrada y una o más salidas (Fig.3).^{6, 9, 11}

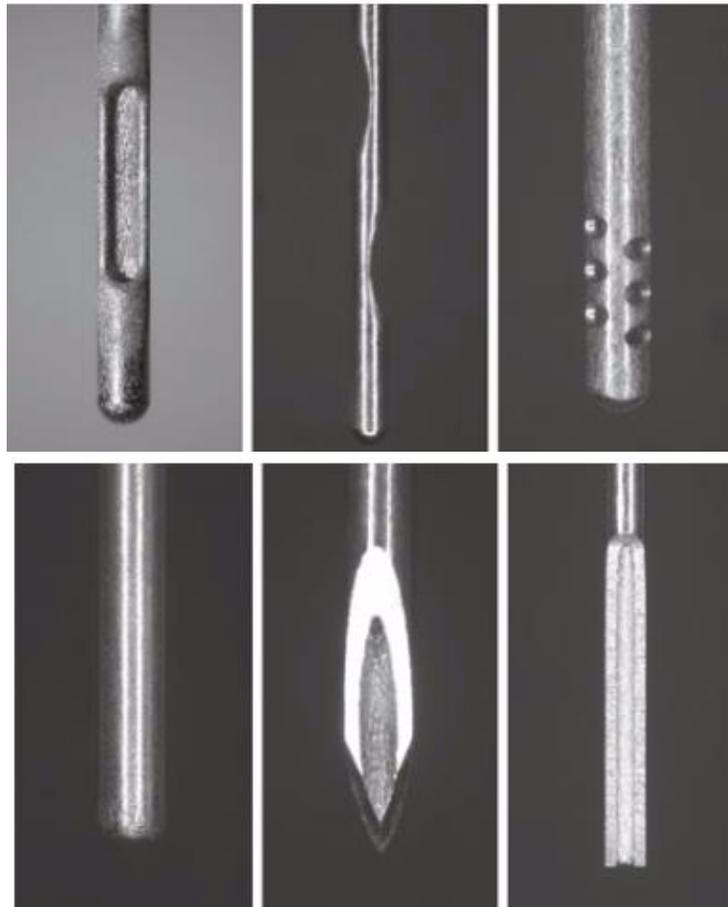


Fig.3. Diferentes tipos y salidas de agujas para irrigación.¹⁵



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



La aplicación del irrigante dentro del conducto con jeringa permite colocar y reponer de manera más exacta y controlada el líquido existente, eliminar partículas residuales grandes y un contacto directo con microorganismos en las áreas a las que llega la punta de la aguja. El intercambio real de irrigante se limita de 1 a 1.5 mm apicales a la punta de la aguja, produciéndose la dinámica de fluidos cerca de la salida.^{6, 9, 11}

Es importante diámetros pequeños, calibre 27 o 30 (Tabla 1) para la aguja de irrigación ya que nos permite llegar a las áreas apicales y más estrechas de conductos, y la conformación cónica de la preparación del conducto radicular, mediante una adecuada ampliación a nivel cervical y medio que permita el flujo del irrigante.^{6, 9, 11}

ISO 9626:1991/Amd. 1:2001 (Agujas Medicas)					
Calibre	Medida (mm)	Diámetro externo (mm)		Diámetro interno (mm)	Tamaño del instrumento
		Min	Max	Min	
21	0.80	0.800	0.830	0.490	80
23	0.60	0.600	0.673	0.317	60
25	0.50	0.500	0.530	0.232	50
27	0.40	0.400	0.420	0.184	40
28	0.36	0.349	0.370	0.133	40
29	0.33	0.324	0.351	0.133	35
30	0.30	0.298	0.320	0.133	30
31	0.25	0.254	0.267	0.114	25

Tabla 1. Dimensiones de las agujas de irrigación, según la norma ISO 9626:1991/Amd.1:2001 y las dimensiones correspondientes de los instrumentos de endodoncia.¹⁵

Estos aspectos se encaminan a la proximidad de la punta o salida de la aguja a 2 o 3 mm de la longitud real de trabajo (Fig.4), tratando de evitar siempre el enclavamiento o una presión excesiva de las agujas en los conductos que impidan el reflujo, evita la extrusión del irrigante en espacios

periapicales, ya que las soluciones tóxicas para las células bacterianas también suelen serlo para las células humanas.^{6, 9, 11}

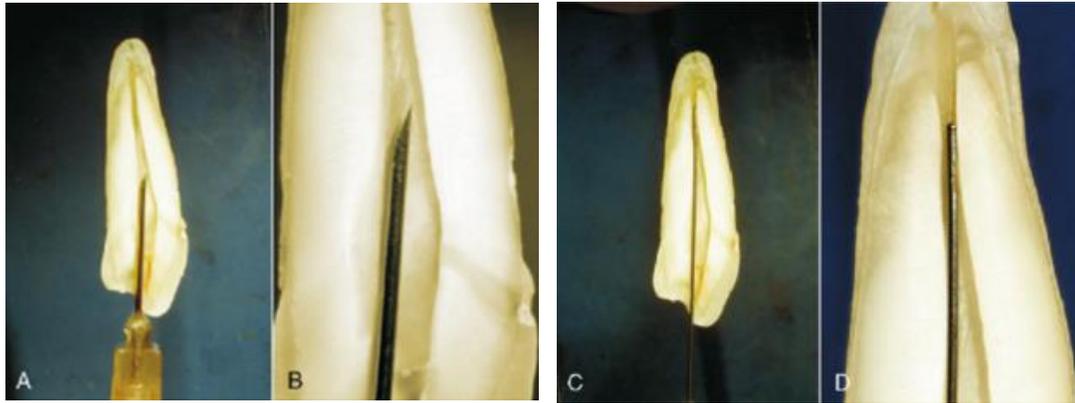


Fig.4. Agujas de irrigación insertadas en conductos radiculares preparados, A-B Una aguja de calibre 27 apenas alcanza el tercio medio C-D Una aguja calibre 30 con salida lateral alcanza el tercio apical.¹¹

- Irrigación activada manualmente.

El irrigante se agita dentro del conducto. Se han recomendado movimientos coronoapicales de la aguja de irrigación, movimientos de agitación con instrumentos endodóncicos pequeños y movimientos manuales de entrada y salida con un cono de gutapercha principal acoplado.¹¹

1.1.2 Mecánicas.

- Sistemas sónicos y ultrasónicos.

Los sistemas ultrasónicos y sónicos pueden facilitar la eliminación de los restos hísticos de la luz del conducto por el alto volumen de irrigación que promueven.^{6, 9}

El riego sónico es diferente del ultrasónico porque opera en una frecuencia más baja, para los sónicos las gamas de frecuencias son de 1 a 6 KHz. (1000 a 6000 ciclos por segundo) y los ultrasónicos sobrepasan los 20 KHz (20000 ciclos por segundo) su frecuencia de oscilación es de 25 a 40 KHz.^{6, 9}

El Hertz, Hertzio, hercio o Hz es una unidad física usada para medir la frecuencia de ondas y vibraciones de tipo electromagnético. Un Hz es un ciclo por segundo.¹

Ironstad fue el primero en reportar el uso de un instrumento sónico en endodoncia en 1985.^{11, 13}

El sistema sónico genera una mayor amplitud o un mayor movimiento hacia atrás y hacia adelante del movimiento de la punta, presenta una oscilación de la lima puramente longitudinal. Comparado con la energía sónica, la ultrasónica produce altas frecuencias y bajas amplitudes, su forma de operar es una oscilación transversa, creando un patrón característico de nodos y antinodos en toda su longitud (Fig.5).^{11, 13}

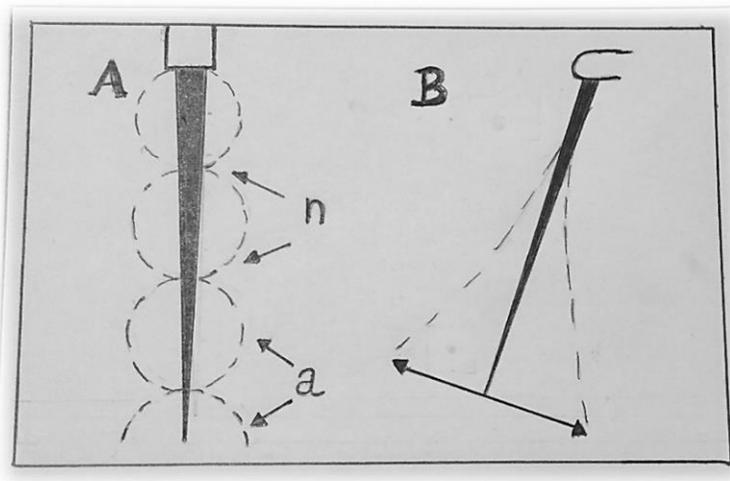


Fig.5. Diferentes tipos de oscilación vistos en el aire con algunas limas (A) ultrasónicas y (B) sónicas. a= antinodo, n= nodo.²⁵

El tipo de vibración sónica ha demostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos radiculares, ya que produce una gran amplitud de desplazamiento. Un ejemplo de este tipo de sistemas es el Endo Activator®, Dentsply Tulsa (Fig.6) el cual consiste en una pieza de mano portátil con tres tipos de puntas de polímero desechable de diferentes tamaños, diseñadas para ser fuertes, flexibles y no romperse fácilmente.¹⁵

Tienen una superficie suave, por lo que no cortan la dentina, su acción de limpieza se ha reportado inferior a la lograda por la irrigación ultrasónica pasiva y posee un mínimo de extrusión del irrigante en comparación con la irrigación manual y ultrasónica.^{6, 13}



Fig.6. Dispositivo sónico Endo Activator.^{®15}

1.1.3 Dispositivos con Presión Apical Positiva y Negativa (EndoVac®).

El dispositivo EndoVac® (Fig.7) fue introducido en el año 2007 por Discus Dental, Culver City, CA, USA. Fue diseñado para suministrar la solución irrigante en el extremo apical del sistema de conductos, y se conoce como un sistema de presión apical negativa ya que el irrigante se aplica en la cámara

de acceso y en el conducto radicular, se coloca una aguja muy fina conectada al dispositivo de succión de la unidad dental y el irrigante excesivo se desplaza en sentido apical y se elimina por succión.^{11, 14}



Fig.7 Dispositivo EndoVac®¹⁵

Otro fenómeno al que nos enfrentamos durante la irrigación es el bloqueo de vapor, se ha observado que ocurre debido a que el extremo de la raíz está sellado, lo que da como resultado el atrapamiento de gas en su extremo cerrado durante la irrigación.^{5, 15}

Recientemente, se ha demostrado que las burbujas de aire pueden ser atrapadas en la parte apical del conducto radicular durante el riego de la jeringa y bloquean totalmente la penetración del irrigante en esa zona.^{5, 15}

La formación y la extensión de bloqueo de vapor apical (Fig.8) depende de los mismos parámetros que afectan a la penetración del irrigante, en general un aumento en la velocidad de flujo, la inserción de una aguja delgada que llegue cerca de la longitud de trabajo, o emplear la patentización del conducto sobrepasando el límite CDC con una lima de muy bajo calibre, resolverá este bloqueo.^{5, 15}

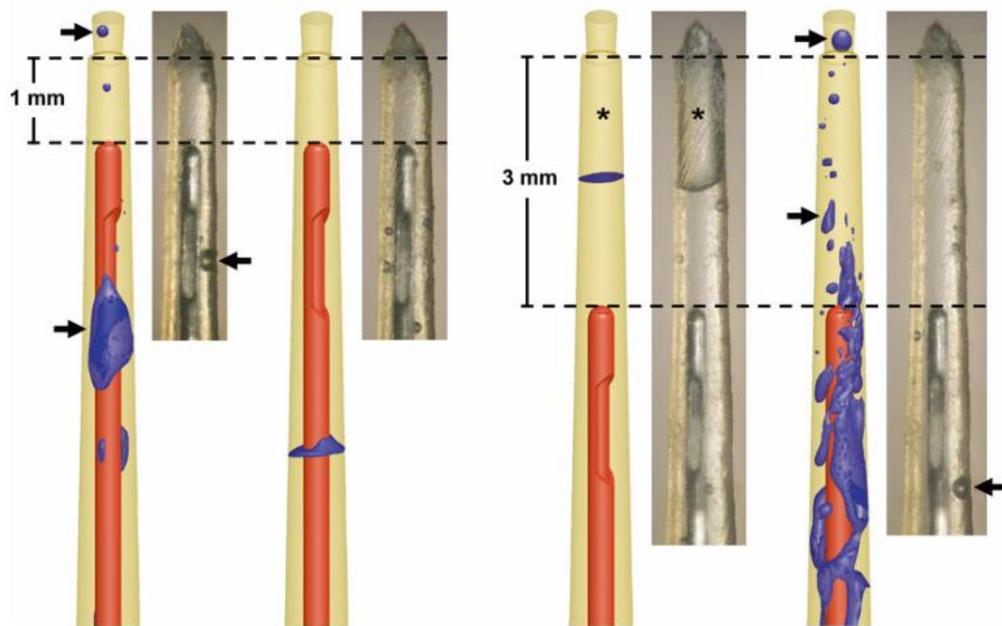


Fig.8. Burbuja de atrapamiento (bloqueo de vapor) en la parte apical. La superficie azul representa la interfase aire-irrigante. Sólo burbujas grandes que ocupan por completo una parte del conducto radicular apical deben considerarse un bloqueo de vapor (estrellas). Pequeñas burbujas flotantes (flechas) son de menor importancia, no pueden bloquear la penetración de irrigación.

1.2 Irrigantes.

Las sustancias usadas para irrigar y desinfectar químicamente los conductos radiculares tienen objetivos diferentes y son piedra angular en el proceso de irrigación.

Propiedades ideales de un irrigante: ^{2, 6, 11}

1. Capacidad para disolver los tejidos pulpaes vitales y necróticos.
2. Baja tensión superficial para facilitar el flujo de la solución y la humectancia de las paredes de la dentina.
3. No irritar los tejidos periapicales.
4. Mantenerse estable en solución.



5. Ser activo en presencia de sangre, suero y derivados proteicos del tejido.
6. No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
7. No teñir la estructura dental.
8. No inducir una respuesta inmune celular.
9. Ser un desinfectante muy eficaz, antimicrobiano de amplio espectro y capacidad de inactivar endotoxinas.
10. Lubricación para facilitar el deslizamiento de los instrumentos.
11. Capacidad para eliminar la capa residual de las paredes del conducto instrumentadas y poder desinfectar la dentina subyacente y sus túbulos.
12. No ser antigénico, tóxico ni carcinógeno para las células tisulares que rodean al diente (en caso accidental de extrusión).
13. No tener efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
14. No tener efectos adversos en la capacidad de sellado de los materiales obturadores.
15. Capacidad antibacteriana residual o sustentividad.
16. Conservar su efectividad en presencia de tejido duro dental y cuando se mezcla con otros irrigantes.
17. Ser de aplicación práctica.
18. Ser relativamente económico.

1.2.1 Hipoclorito de Sodio.

El hipoclorito de sodio NaOCl tiene muchas de las propiedades deseables de un irrigante, y por tanto, se ha descrito como el irrigante ideal, se trata de un compuesto halogenado con pH de 12 a 13.1, en concentraciones desde 0.5% a 5.25% es una de las soluciones más empleadas.^{11, 15}



Sus funciones primordiales son disolver los restos de tejido pulpar y destruir las bacterias, neutralizando sus componentes y productos antigénicos mediante la formación de cloraminas que interfieren en la biosíntesis del metabolismo celular bacteriano; destrucción de los fosfolípidos presentes en la pared celular, acción oxidativa con inactivación enzimática irreversible sobre las bacterias (oxidación de proteínas), y degradación de ácidos grasos y lípidos.^{6, 11}

Para Oyarzun y cols. Produce alteraciones del colágeno dentinario y de los glucosaminoglucanos. Por tanto puede ser irritante también para los tejidos periapicales.^{6 16} El ion cloro, que es responsable de la disolución y la capacidad antibacteriana es inestable y se consume rápidamente durante la primera fase de la disolución de tejido, probablemente dentro de 2 min. por ello se requiere su reposición continua dentro del conducto así como las soluciones de hipoclorito sódico deben renovarse con frecuencia, pierden efectividad con el tiempo al ser una solución inestable.¹⁶

1.2.2 EDTA.

En el uso de quelantes tenemos al ácido etilendiaminotetracético (EDTA), es una sal disódica dihidratada.

Compuesto base de todos los agentes quelantes que existen hasta el día de hoy para su uso en Endodoncia, debido a que es un quelante específico para el ion calcio y por consiguiente para la dentina, es muy útil en la preparación biomecánica de conductos estrechos y calcificados además actúa como coadyuvante en la desinfección durante la fase de irrigación final, ya que participa en la eliminación de la capa de barrillo dentinario, logrando acondicionar las paredes dentinarias.^{6 11}



El efecto quelante se debe a las uniones que se forman entre los iones de calcio y las moléculas del EDTA. El quelante atrapa los iones metálicos de calcio en forma de quelatos, provenientes de los cristales de hidroxiapatita en la dentina y luego comienza a desmineralizar la misma.^{17 18}

Se ha demostrado que el factor más importante en la desmineralización y remoción del barrillo dentinario es la concentración y el pH del agente quelante.

La limitación en el efecto quelante del EDTA está además relacionada con el hecho de que cada molécula de éste puede quelar únicamente un ión calcio, de manera que cuando todas sus moléculas están ligadas la reacción se detiene.

En un estudio Caleró et al. concluyeron que la más alta velocidad de reacción quelante y penetración del EDTA se observa en el primer minuto y el mayor poder de descalcificación es en los primeros tres minutos.¹⁸ Por lo que se recomienda aplicar el EDTA al 17% con pH de 7.3-7.7 (es más efectiva a un pH neutro) en un periodo no mayor a 3 minutos.^{6 11 17}

1.2.3 Ácido Cítrico.

Otro quelante bastante utilizado es el ácido cítrico al 10, 25 y 50% remueve el barrillo dentinario, se deja actuar durante unos 5 minutos, suele relacionarse con irrigación alterna de hipoclorito de sodio, posee pobre capacidad antibacteriana y baja citotoxicidad.¹⁸

1.2.4 Clorhexidina.

El gluconato de clorhexidina, una base fuerte, estable en forma de sales, la preparación más común es la sal de digluconato por su alta solubilidad en agua.¹⁸



Algunas de sus propiedades más importantes son:¹⁸

- Es bacteriostático y bactericida de amplio espectro (modifica la membrana celular).
- Sustantividad (24-48 horas).
- Ausencia relativa de toxicidad.
- En endodoncia podemos usar concentraciones de 0.12, 0.2 o 2%.

Las ventajas que se han descrito respecto al hipoclorito sódico son: no es tóxica y la presencia de sustantividad, no disuelve tejidos orgánicos pero se emplea en alergias al hipoclorito, o en presencia de foramen apical abierto, y por tanto, posibilidad de extrusión del irrigante.^{2, 6, 11}

Sin embargo el hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado, como desinfectante primario por sus amplios beneficios, es como ya mencionamos anteriormente el irrigante ideal (Fig.9).¹⁵

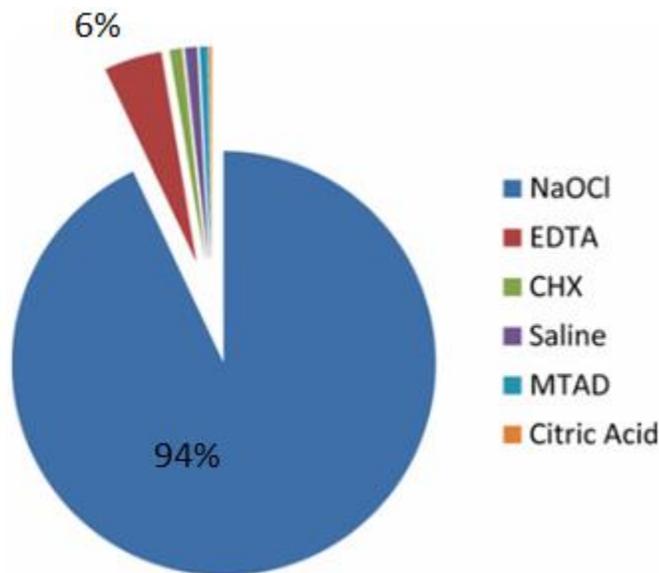


Fig.9. Porcentaje de irrigantes que se utilizan como agente desinfectante primario.¹⁵



CAPÍTULO 2

FORMAS DE GENERAR ENERGÍA ULTRASÓNICA EN ODONTOLOGÍA.

Los sistemas ultrasónicos convierten la energía eléctrica a ondas ultrasónicas que generan vibraciones situadas por encima de la gama de las audibles.^{2, 19}

Las ondas sonoras se generan por medio de un dispositivo denominado transductor, este tiene la capacidad de transformar una forma de energía en otra. Los transductores acústicos pueden transformar energía eléctrica en energía acústica, o viceversa. Existen distintos dispositivos transductores que generan energía acústica por distintos efectos, dichos dispositivos son conocidos como osciladores cristalinos, osciladores magnetostrictivos, generadores mecánicos, transductores electromagnéticos, electrostáticos y de alta frecuencia. En el campo de la odontología se utilizan más comúnmente los dispositivos que funcionan por medios de osciladores piezoeléctricos y magnetostrictivos.²⁰

Por lo tanto, hay dos métodos principales generadores de energía ultrasónica utilizados en odontología, que difieren en su metodología de operación. El primero fue el magnetostrictivo posteriormente el piezoeléctrico.^{6, 19}

2.1 Efecto Magnetostrictivo.

El efecto magnetostrictivo, ocurre con ciertos materiales dieléctricos (mal conductor o aislante) denominados ferroeléctricos, los cuales tienen la capacidad de deformarse ante la presencia de un campo magnético aplicado en una dirección determinada. La corriente eléctrica alterna doméstica (de 50/60 Hertz) desde el generador de ultrasonidos es primero convertida en una alternancia de campo magnético a través del uso de una bobina de



alambre en el interior de la pieza de mano ultrasónica. La alternancia de campo magnético se utiliza para inducir vibraciones mecánicas continuas a una frecuencia ultrasónica en tiras de resonancia de níquel (material magnetostrictivo) que se transmiten a las limas por medio de la punta endodóntica, produciendo vibraciones mecánicas de hasta 25,000 ciclos por segundo, 25 KHz.^{19, 21}

Presenta algunas desventajas:

- Debido a restricciones de tamaño funcionan por debajo de 30 KHz.
- Verter argumenta que aumentar la frecuencia requeriría la ampliación de las bobinas de alambre y bandas metálicas de resonancia, así como incrementar la necesidad de refrigeración, hasta el punto de no ser factible a la clínica.^{2, 23}
- Genera una gran cantidad de calor, por ello necesitan 2 sistemas de tuberías, uno para refrigerar la fuente emisora del ultrasonido y otra para dirigir la solución irrigante al conducto.²

En la década de los ochenta, se lanzó al mercado el Cavi-Endo[®] (E.U.A la Caulk Dentsply) por Howard Martin, que funcionaba mediante el principio de magnetostricción. Sin embargo, los aparatos de magnetostricción no se fabricaron más porque esos métodos de producción de ultrasonido fueron superados por los aparatos que usan el efecto piezoeléctrico.^{2, 23}

2.2 Efecto Piezoeléctrico.

El generador piezoeléctrico, convierte la corriente alterna de la energía eléctrica en energía mecánica directamente (utilizado en los estudios de Goodman et al 1985, Ahmad et al 1992).⁸



Ocurre cuando un material posee ciertas características eléctricas y mecánicas, cuando se les comprime, bajo presión o cuando se ejerce tracción sobre ellos, dejan pasar una corriente eléctrica. Entre los cristales que presentan esta propiedad el cuarzo es el más utilizado.^{2, 15} Este cristal al ser sometido a un campo eléctrico tenderá a comprimirse, pero a su vez, el material tenderá a comportarse como un resorte mecánico con una rigidez interna que se opondrá a la fuerza aplicada. Simultáneamente ocurre una polarización de la superficie cristalina formándose dos polos iguales y opuestos sobre las superficies opuestas del cristal.⁸

Ventajas:

- La aplicación de una corriente eléctrica sobre el cristal ocasiona deformaciones de este, lo que se traduce en vibraciones mecánicas, movimientos lineales de atrás-adelante, estilo pistón, que no producen calor.⁸
- Su amplio intervalo de frecuencia, siendo su límite superior más de 10,000 megahercios.^{22, 23}

Cuando la energía eléctrica se aplica a los materiales cerámicos piezoeléctricos (es decir, titanio de bario o de titanio zirconato de plomo), hay una conversión amplificada de la energía eléctrica en energía mecánica por medio de vibración, esta vibración se transmite directamente a la punta ultrasónica. Este método permite que los transductores piezoeléctricos operen bien en la gama de frecuencias de megahertz.²
- Los generadores piezoeléctricos son más eficientes (95%) que las unidades magnetostrictivas debido a que las unidades magnetostrictivas requieren dos conversiones de la energía.^{2, 15}

El mayor o menor número de vibraciones depende de los siguientes factores:

- a) De la frecuencia eléctrica usada. En razón de que las vibraciones requieren gran energía para generar ultrasonido, el generador se usa en la condición de resonancia a partir del punto de eficacia. Así la frecuencia se controla por el tipo, calidad y espesor del generador o cristal usado. La frecuencia por lo tanto varía en los diferentes aparatos desde 25 KHz hasta 40 KHz aproximadamente.²
- b) De la calidad del cristal usado. La pureza del cristal contribuye para la eficacia del fenómeno ultrasónico.²
- c) Del espesor del cristal. Un espesor homogéneo de la placa de cristal, favorece la obtención del fenómeno ultrasónico.²
- d) Del tipo de cristal. Los trabajos a ese respecto, informan que el vibrador piezoeléctrico de cuarzo, es menos eficaz que los demás, y ofrece oscilaciones más estables, sin embargo, la gran mayoría de los aparatos actualmente utilizan discos de cerámica PZT (Fig.10), esta cerámica especial super compacta, después de preparada y polarizada proporciona mejor efecto como generador piezoeléctrico.²



Fig.10. Discos de cerámica PZT 4 de un dispositivo piezoeléctrico. ²

En la década de los 90, Osada Electric lanzó en Japón, el Enac® (Fig.11) indicado para uso endodóntico, profilaxis y para remover coronas metálicas y pernos intrarradiculares, con su kit de puntas. Este aparato tiene también un sistema de doble irrigación, tanto para agua como para solución de hipoclorito. La frecuencia del Enac es de aproximadamente 30 KHz.²

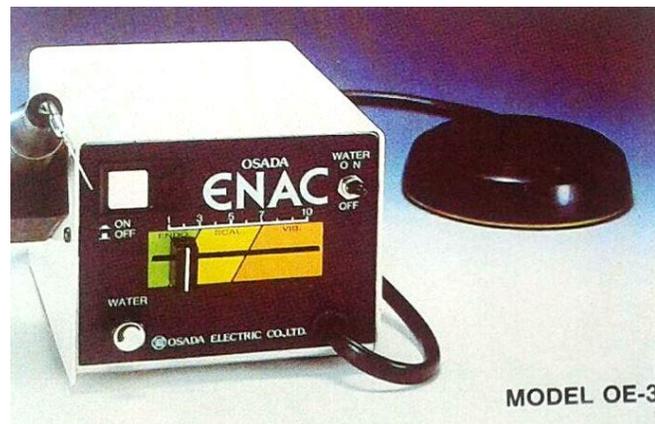


Fig.11. Aparato ultrasónico Enac®, fabricado por OSADA Electric Co. Ltda. (Japón).²

Otro aparato de origen suizo y merecidamente reconocido es el Piezon Master 400® (CASA Dental Tanaka), tiene pico de frecuencia de 32 KHz.²

Otra marca reconocida internacionalmente es la francesa Satelec, entre los diversos modelos de aparatos destacamos el Suprasson P Max Lux® con frecuencia de 29 KHz y sistema de irrigación independiente.²

Y un aparato nacional más es el Jet Sonic Flour Plus de Gnatus® (Fig.12), con frecuencia de 29 KHz, con sus respectivos niveles de potencia.²



Fig.12. Aparato Nacional Jet Sonic Four Plus® de Gnatus.²

Actualmente encontramos dispositivos como:

a) Ultrasonido dental Varios 350® de NSK (Fig.13), incluye:³⁰

- Portátil o sobremesa.
- Posee tres niveles de potencia que corresponden a las tres posibilidades de trabajo: Nivel "G" = Detartraje, Nivel "E" = Endodoncia
Nivel "P" = Periodoncia
- Además, la perilla de potencia permite un ajuste preciso de la potencia de salida en cada uno de los niveles.
Al activarse el modo "P" se conecta automáticamente a la menor potencia estable para efectuar un correcto funcionamiento periodontal.
- Puede ser óptico con luz led, o no óptico.
- Control de caudal de agua.
- Frecuencia de trabajo: 28.000 - 32.000 Hz.

- Incluye: Unidad de control, manguera de agua con filtro, tres puntas de destartraje (G1, G4, G6), pieza de mano fabricada en titanio y llave de torque.



Fig.13. Ultrasonido varios 350® de NSK, óptico y no óptico.³⁰

b) Piezo scaler Tigon ultrasonido® W&H (Fig.14): ³⁰

Se utiliza para la eliminación del sarro supragingival y subgingival, así como la aplicación endodóntica y la preparación de la estructura del diente.

Proporciona: ³⁰

- Visión perfecta en el campo de aplicación.
- La pieza de mano LED de diseño ergonómico se adapta a su mano de forma segura y antideslizante.
- El anillo LED, situado en la pieza de mano.
- Manejo sencillo.
- Frecuencia: 27-32 Khz (27 mil a 32 mil ciclos por segundo).

- Pieza de mano de Piezo Scaler con anillo LED.
- Depósito de refrigerante con 400 ml.
- Surtido de piezas perfectamente ajustado.
- Bandeja desmontable y esterilizable.
- Soporte de la pieza de mano ajustable y desmontable.



Fig.14. Ultrasonido Piezo scaler Tigon® ultrasonido de W&H.³⁰



CAPÍTULO 3

PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR.

Las propiedades del ultrasonido que presentan interés en el campo de la Endodoncia son: la 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 potencia la acción biológica del irrigante dentro del conducto radicular.²⁴

3.1 Cavitación.

Cavitación en el contexto de mecánica de fluidos es la producción y dinámica de las burbujas de un medio líquido, puede ser estable o transitoria, la estable es una pulsación lineal que ocurre con una baja amplitud de vibración, la transitoria con una energía alta de pulsación.^{2, 9}

Cuando un líquido experimenta una variación local de presión por la activación ultrasónica, su tensión superficial puede romperse y como resultado se forman miles de cavidades transitorias en su superficie, por ello el término “cavitación” (Fig.15).²

Esto se da en el uso de ultrasonidos porque el líquido expuesto a una intensa vibración libera gran cantidad de pequeñas burbujas que se mueven en el medio y generan un campo acústico, las pequeñas burbujas se forman y se rompen rápidamente por la vibración, colapsando en una implosión violenta y produciendo la liberación de radicales libres de H y OH, provocándose alteraciones estructurales de las células microbianas y aumento de la penetración de los irrigantes en la dentina radicular.⁹

Las implosiones irradian ondas de choque de alta potencia que disparan repetidamente a una velocidad de 25,000-30,000 veces por segundo (25-30 kHz), además, pueden crear temperaturas que superan los 5000 °C y presiones que exceden 500 atmosferas. Son como núcleos de energía que producen daño (vgr. lo enfrentan las hélices de los barcos).^{2, 7, 15}

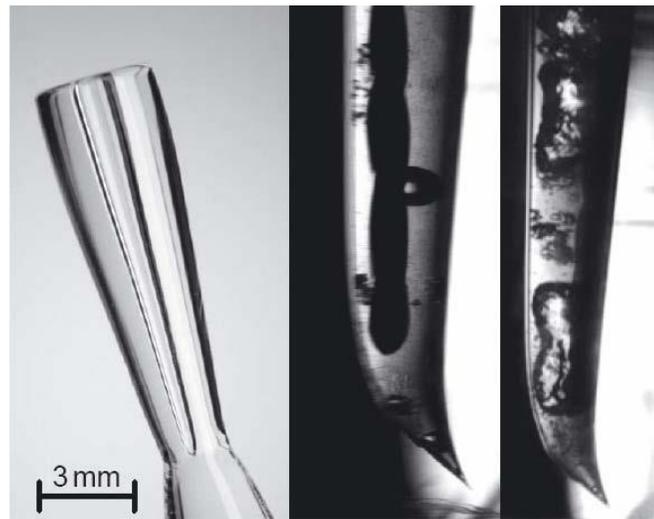


Fig.15. Modelo de un vaso simulando un canal radicular, que da acceso óptico al inserto y visualización de la velocidad ultrasónica capturada en microsegundos, mostrando el fenómeno de cavitación.⁸

3.2 Microcorriente Acústica.

La microcorriente acústica es probablemente el mejor beneficio que el uso del sistema ultrasónico proporciona, y puede definirse como el movimiento rápido del fluido en patrones circulares estilo vórtice alrededor de un objeto vibrando. Se considera como un efecto secundario de un campo acústico, y ofrece una característica estándar de torbellino externo e interno del flujo del

agua que corre a lo largo de toda la extensión de la lima en el interior del conducto radicular (Walmsley 1987).^{2, 8, 24}

Las corrientes acústicas corresponden a un patrón característico de nodos y antinodos a lo largo de la longitud del inserto oscilante, son un mecanismo eficaz en la interrupción del tejido orgánico e inorgánico de los canales, pero se reducen cuando se contacta contra las paredes del canal (Fig.16).^{26, 27}



Fig.16. Microcorriente acústica alrededor de un inserto libre y un dibujo esquemático.⁸

Ahmad et al., Lunley et al; demostraron que los excelentes efectos de la microcorriente acústica y la cavitación se obtienen cuando la lima endosónica oscila libremente en el interior del conducto radicular. Por lo tanto, es muy importante usar limas de diámetro menor que la luz de conducto radicular para obtener esos efectos. ^{2, 8, 26, 27, 28}

Boutsioukis et al. confirmaron que por ultrasonido activado los insertos tienen contactos con la pared del conducto radicular al menos el 20% del tiempo durante la activación. Informaron que la profundidad de penetración del



inserto, el poder de activación, y el tamaño de la preparación del conducto radicular afectaba toda la cantidad de contacto.^{8, 15}

Entre más delgado el inserto con alta frecuencia del ultrasonido y activado dentro de un conducto preparado y amplio, más grande será la amplitud de vibración, y con más potencia la microcorriente acústica y la cavitación.^{8, 15}

3.3 Generación de Calor.

La implosión de las cavidades transitorias puede generar temperaturas que en determinados líquidos pueden llegar a 1726.85 °C. La temperatura de soluciones activadas con ultrasonido, en condiciones de cavitación transitoria, aumentan rápidamente. Este aumento de temperatura producirá una disminución de la tensión superficial de la solución irrigante, permitiendo que penetre mejor en zonas de difícil acceso, aumentando la desinfección en el sistema de conductos radiculares, inaccesibles con las técnicas convencionales de irrigación, así como también potenciará su actividad germicida (Berbet et al, 1980).²

Cameron (1988) reportó un aumento de la temperatura al interior del conducto de 37 ° C a 45 ° C cerca de la punta del instrumento y 37 ° C lejos de la punta cuando la irrigación era activada durante 30 segundos sin reposición.¹¹

El efecto de enfriamiento de 37 ° C a 29 ° C se registró cuando el irrigante se repone con un flujo continuo de irrigación. La temperatura de la solución de irrigación era 25 ° C estabilizandose a 32 ° C durante un flujo continuo de irrigante y alcanzó un máximo de 40 ° C en 30 segundos sin flujo continuo. Un aumento de la temperatura dentro de estos intervalos no causará daño en el ligamento periodontal.^{8, 29}



3.4 Movimiento Oscilatorio.

El dispositivo de ultrasonido 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 la vibración.

El diseño del instrumento va a influir en el tipo de movimiento oscilatorio que éste presente al activarse. En el caso de estar en un mismo plano con respecto al eje de inserción a la fuente de poder, el instrumento presenta un patrón de oscilación longitudinal, teniendo una mayor amplitud de desplazamiento en la punta, que va a disminuir progresivamente hacia el mango. Generalmente, el diseño de los instrumentos ultrasónicos para endodoncia, van a tener una angulación de 60 a 90 grados con respecto a su eje de inserción, lo que va a ocasionar que, durante su activación, el patrón de vibración generado se produzca en forma transversal en vez de longitudinal. Este tipo de oscilación va a estructurarse en un característico patrón de nodos, puntos donde se producen una mínima o ninguna oscilación y antinodos, o segmentos del instrumento donde se produce una máxima oscilación o desplazamiento. Éste patrón de oscilación va a depender de la frecuencia, del diseño y tipo de instrumento.²⁵

CAPÍTULO 4

IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA

Con los procedimientos de endodoncia a nuestra disposición sigue siendo imposible dar forma y limpiar los conductos radiculares por completo.^{2, 6, 11, 15}

Hace casi 100 años, Hess mostró los desafíos que enfrentan los odontólogos en la desinfección del sistema de conductos radiculares (Fig.17).¹⁵



Fig.17. Hess, complejidades de la anatomía de los conductos.¹⁵

Las irregularidades presentes a lo largo de los conductos son en particular una de las principales preocupaciones, incluidos conductos accesorios, recurrentes, ovales, istmos, deltas apicales, etc. (Wu Wesselink 2001 Ricucci et al., 2003, Peters 2004, Naïr et al., 2005).⁸

De hecho, dentro de los canales ovales sólo el 40% del área de la pared del conducto radicular a nivel apical puede ser contactado por instrumentos



cuando se utiliza una técnica de instrumentación rotatoria (Wu Wesselink et al. 2003).⁸

Por lo tanto, la irrigación es parte esencial, ya que permite la limpieza más allá de los instrumentos. El objetivo de la irrigación es para eliminar el tejido pulpar o microorganismos (biofilm) del sistema de conductos radiculares (Haapasalo et al., 2005). La irrigación también debe eliminar el barrillo dentinario que hay después de la instrumentación de los conductos (Baugh et al., 2005).⁸

La eficacia de la irrigación depende del trabajo biomecánico, los mecanismos de irrigación y la capacidad para llevar el irrigante en contacto con aquellos elementos, materiales y estructuras dentro del sistema de conductos, que deben ser removidos.^{2, 6, 11, 8, 15}

Chow, T.W; 1983, establece un paradigma infalible para la irrigación en Endodoncia: "Para que la solución sea eficaz en la eliminación mecánica de todas las partículas, tiene que: (a) alcanzar el ápice; (B) crear una corriente (fuerza); y (c) llevar a las partículas a distancia, y sabemos que la manera más eficaz para desinfectar sobre todo la porción apical es a través del movimiento de la solución de irrigación (dinámica de fluidos).⁸

Con base a lo anterior, actualmente se ha demostrado que un irrigante en conjunción con vibración ultrasónica, genera un movimiento continuo del líquido y, se asocia directamente con la eficacia en la desinfección del espacio del conducto radicular.⁸

Dos tipos de riego ultrasónico han sido descritos en la literatura: uno donde el riego está combinado simultáneamente con instrumentación ultrasónica del conducto radicular (Active ultrasonic irrigation AUI) y otro sin



instrumentación, por lo tanto llamado riego ultrasónico pasivo (passive ultrasonic irrigation, PUI).^{8, 15}

Durante el AUI el instrumento es intencionadamente traído a contacto con la pared del canal radicular, y ha sido mostrado que es menos eficaz para la eliminación del barrillo en la limpieza de las paredes del canal radicular comparado con PUI (Weller et al. 1980, Ahmad et al. 1987). Ya que AUI producía transportación y deformación de los conductos.^{8, 15, 19}

4.1 Irrigación Ultrasónica Pasiva.

El término "pasivo" no lo hace describir adecuadamente el proceso, ya que es, de hecho, activa; sin embargo se introdujo el término "pasivo" en relación con la acción 'de no corte' de la forma ultrasónica.^{15, 31}

Muchos estudios se han publicado a propósito de la utilización del ultrasonido para activar el irrigante y aumentar su contacto con el conducto disminuyendo así las bacterias presentes en el mismo (Goodman et al. 1985, Cameron 1987, Cheung & Stock 1993, Lee et al. 2004, Gutarts et al. 2005, Passarinho-Neto et al. 2006).¹⁵

Como ya se mencionó anteriormente el uso de sistemas ultrasónicos solo como auxiliares en la irrigación, sin instrumentación, fue descrito por primera vez por Weller et al. (1980), como irrigación ultrasónica pasiva. Weller llegó a la conclusión de que la instrumentación ultrasónica no es una alternativa, resulta más efectiva y segura una instrumentación manual.³¹

En diversos estudios donde el instrumento ultrasónico seguía siendo utilizado como coadyuvante en la preparación del conducto, se observaban la falta de



control sobre el corte de dentina con lo que se producían irregularidades en la forma del canal radicular y perforaciones apicales.^{15, 31}

La investigación analizó el uso de la instrumentación ultrasónica de una manera pasiva, es decir, que se utilizó después de la instrumentación manual y sin la intención de aumentar el tamaño del instrumento para evitar el impacto a las paredes del conducto radicular.^{11, 15, 31}

El PUI funciona mediante transmisión de energía acústica oscilante a un inserto liso muy delgado (vgr. medida 15), la energía esta transmitida mediante ondas ultrasónicas. Después que el canal radicular ha sido conformado y se tiene un instrumento apical final, es introducido en el centro del canal de la raíz el pequeño inserto; el canal de la raíz es entonces llenado con la solución irrigante que es activada por el ultrasonido y puede entonces penetrar más fácilmente a la región apical de la región de conductos y el efecto de limpieza será más potente.⁸

4.1.1 Usos y Parametros de PUI.

- En conductos curvos:

También puede ser eficaz en conductos curvos (Gutarts et al. 2005) y se obtiene mejores resultados cuando se precurva el inserto. Incluso resultará en un efecto de cavitación transitoria y microcorriente acústica más potente (Ahmad et al.1992, Roy et al.1994).^{8 32}

- En la limpieza del istmo:

Algunos estudios evaluaron específicamente la eficacia de la limpieza de PUI en el istmo que corre entre dos canales. Sus resultados confirman un istmo



significativamente más limpio cuando PUI se utiliza en comparación con el riego de jeringa (Gutarts et al. 2005).^{8, 15, 32}

- El tiempo y tipo de irrigante:

Otros estudios muestran diferentes tipos y concentraciones de solución de irrigación. Cuando se empleó 3% de NaOCl (Cameron, 1983), se observó completamente retirada la capa de barrillo con tres y cinco minutos de PUI.⁸

Cameron informó que el uso de EDTA/NaOCl con 1,5 minutos de PUI eliminó más tejido y residuos en los canales radiculares. Estos estudios fueron seguidos por Haidet et al. y Archer et al., estudiaron el uso de 3 minutos de PUI, tras la instrumentación manual y encontraron que la zona del istmo se encontraba significativamente más limpia en los niveles 1-3 desde el vértice, en comparación con la irrigación manual con aguja y NaOCl.^{15, 24}

- En extracción de bacterias y capa de barrillo dentinario:

PUI resulta en una reducción significativa de las bacterias (Ahmad 1989), o muestra resultados significativamente mejores que el riego manual con jeringa (Weber et al. Alabama. 2003).⁸

La mayoría de los estudios muestran un aumento de la eliminación de la capa de barrillo sobre todo de la parte cervical de la pared del conducto radicular en lugar de la parte apical.⁸

Por ejemplo en un estudio, “Efecto de la irrigación ultrasónica pasiva como protocolo de irrigación final en la extracción de la capa de barrillo dentinario. Un análisis SEM” por Castagna y cols. en el 2013, se concluyó que el PUI con EDTA y NaCOI eliminó significativamente más barrillo dentinario en el tercio cervical (Fig.18).³⁵

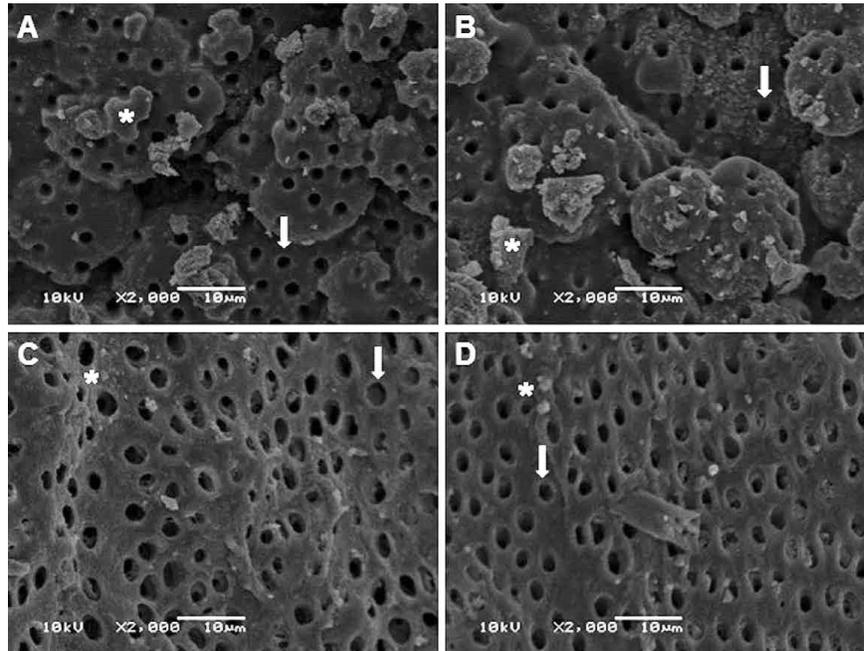


Fig.18. Imágenes de análisis SEM, después del protocolo de irrigación final. (A) EDTA, en tercio cervical. (B) EDTA, en tercio apical. (C) EDTA/PUI en tercio cervical. (D) EDTA/PUI en tercio apical. (*) Indica la presencia de barrillo dentinario.³⁵

Estos estudios utilizaron la técnica SEM para investigar la presencia de la capa de barrillo, sin embargo la desventaja de esta metodología es que sólo una parte muy pequeña del conducto radicular puede ser evaluada y esto a menudo no ha sido estandarizado.³⁵

4.2 Irrigación Ultrasónica Pasiva Continua.

Una segunda forma de utilizar esta técnica es la irrigación ultrasónica continua (continuous ultrasonic irrigation, CUI). En este régimen de irrigación, la solución se dispensa de forma continua mientras es activada con ultrasonido (Fig.19).¹⁵

La cuestión del tiempo para la técnica y la reposición de irrigante se convirtieron en un problema. En estudios in vivo realizados por Haidet et al. y Archer et al sobre molares inferiores, utilizaron 3 ciclos de limpieza 1min por canal, los problemas reportados fueron que la técnica podría añadir casi 15 minutos de tiempo de tratamiento a un molar inferior. Esto conduce al desarrollo de una aguja de irrigación activada por ultrasonido que podría reponer irrigante profundamente dentro de los canales al mismo tiempo.¹⁵

Este sistema de riego fue designado de ultrasonido con irrigación continua (CUI). Gutarts et al. publicaron el primer estudio que utiliza esta punta ultrasónica personalizada. Sus resultados in vivo indican los canales e istmos limpios.^{15, 33}

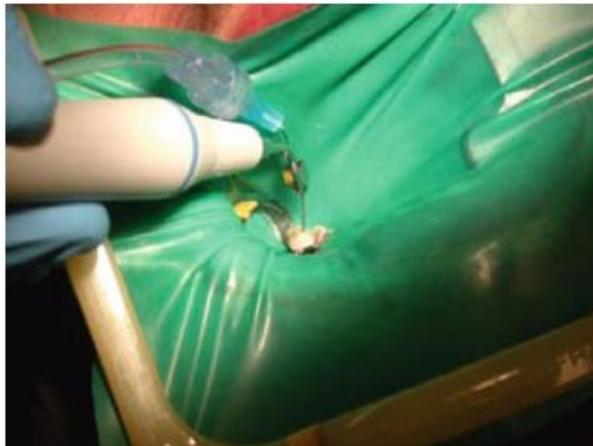


Fig.19. Sistema de irrigación (CUI).¹⁵

Este estudio fue seguido por Carver et al. que se parecía a la eliminación in vivo de las bacterias planctónicas utilizando la misma técnica de tratamiento y CUI en los molares inferiores necróticos. Este grupo informó de un aumento significativo en los cultivos negativos y la reducción de la UFC (unidades formadoras de colonias) en comparación con la irrigación convencional con aguja y jeringa.¹⁵

Burleson et al. utilizan el mismo dispositivo en molares inferiores necróticos, se seccionaron las raíces 1-3 de la zona apical, Informaron significativamente canales limpios e istmos limpios (Fig.20).^{15, 34}

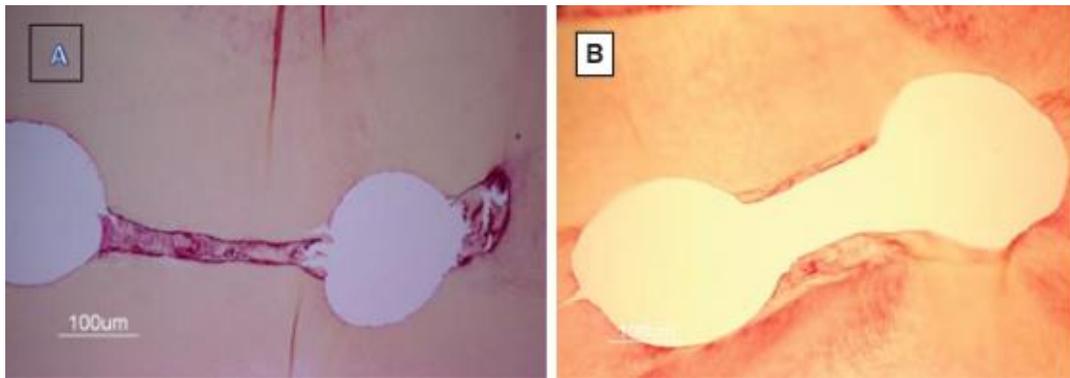


Fig. 20. Microfotografía de la sección transversal en el plano de 2,0 mm - (a) grupo de irrigación de la aguja (magnificación: 100 x). (B) Grupo de CUI (magnificación: 40 x)
(Tesis de Maestría Burleson, 2006).³⁴

Un ejemplo de estos productos disponibles en el mercado para su uso clínico que proporcionan CUI son:



Fig.21. Specialties ProUltra Piezoflow®
Dentsply Tulsa Dental¹⁵



Fig.22. StreamClean® Flo-thru tip
Ultrasonic tip Vista Dental Products¹⁵



En Piezoflow® (Fig.21) se utiliza una punta calibre 25, aguja de acero inoxidable de extremos romos, mientras que la punta Stream Clean® (Fig.22) es un tubo de NiTi de extremos romos de calibre 30 con estrías externas.¹⁵

En términos de seguridad, es decir, la extrusión de los irrigantes a los tejidos periapicales, la irrigación continua con la fijación de aspiración a la punta ultrasónica y la colocación de irrigante desde la cámara pulpar (similar al sistema de EndoVac® por SybronEndo) resultó ser extremadamente seguro.¹⁵

Malentacca et al. informó que en el uso de Piezoflow® resultó insignificante la extrusión del irrigante, no puede ir más allá del ápice cuando se coloca dentro de los 5 mm antes del ápice.¹⁵

En un estudio de Passarinho-Neto et al. (2006) 5 minutos de PUI eliminó más restos de dentina del canal radicular que 1 minuto utilizando un flujo continuo de NaOCl. El volumen fue el mismo en ambos grupos, pero cuando el irrigante se inyecta en el canal de la raíz mediante una jeringa esa cantidad de irrigante fluye a través de la región apical del conducto de manera que puede ser controlada porque se conocen tanto el volumen y la profundidad de penetración de la jeringa, esto es no es posible utilizando la descarga continua desde la pieza de mano.¹⁵

Sin embargo, ambos sistemas tanto la irrigación ultrasónica pasiva como la irrigación ultrasónica continua dan excelentes resultados mientras se sigan las recomendaciones del fabricante y dentro de los parámetros adecuados.¹⁵



4.3 Activación de Irrigantes con Ultrasonido.

4.3.1 NaOCl + Calor.

El aumento de la temperatura de las soluciones de NaOCl mejora su inmediata capacidad de disolución de tejido y de acción antibacteriana eliminan los residuos orgánicos de dentina de manera más eficiente sin afectar la estabilidad de la solución. Gianluca Gambarini demostró que calentar NaOCl a 50 °C no tiene ningún efecto adverso sobre la estabilidad química de la solución.^{36, 37, 11}

Las temperaturas máximas del irrigante con activación ultrasónica llegaron a 45°C cerca de la punta de la lima, pero se mantuvieron a 32°C en la superficie radicular externa. El efecto parece depender del inserto, posiblemente por sus patrones de oscilación.¹¹

Existen reportes de que la capacidad del NaOCl al 1% a 45 °C para disolver pulpas dentales es igual a la de una solución 5,25% a 20 °C en cortos periodos de tiempo, y con toxicidad sistémica menor en comparación con las soluciones de mayor concentración a una temperatura inferior. Permitiendo utilizar concentraciones más bajas de hipoclorito de sodio con mayor efectividad y menor toxicidad.^{38, 39}

Una solución de NaOCl al 0.5% calentada a 45°C disolvió el tejido de forma tan eficaz como una solución al 5.25% utilizada como control positivo. El calentamiento a 60 °C provocó la casi completa disolución del tejido (Fig.23).¹⁵

Los estudios han mostrado que 1min. a 47°C es la exposición límite a la que aún sobreviven los osteoblastos; sin embargo, temperaturas más altos

pueden ser suficientes para destruir osteoblastos y otras células del huésped.¹¹

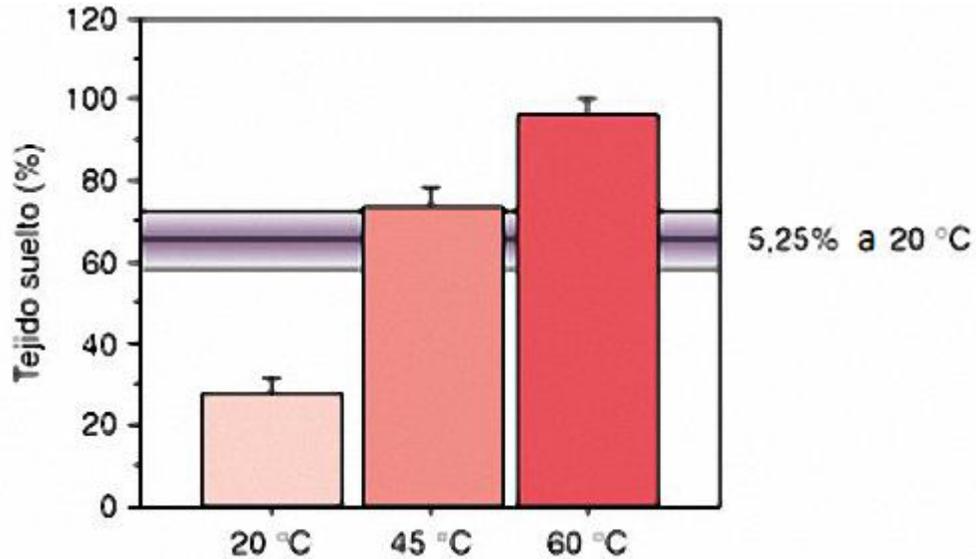


Fig.23. Efecto del calentamiento sobre la capacidad del hipoclorito sódico al 0.5% para disolver el tejido pulpar. El NaOCl calentado a 45°C disolvió el tejido tan bien como el control positivo (NaOCl al 5.25%). Cuando el NaOCl fue calentado a 60°C, se produjo la disolución casi completa del tejido.¹¹

Existen varios dispositivos para precalentar jeringas de NaOCl por ejemplo con Syringe Warmer® (Vista Dental Products, Racine) (Fig.24) sin embargo, se demostró que tan pronto como el irrigante toca el sistema de canal de la raíz, la temperatura alcanza la temperatura del cuerpo. Esto se puede resolver mediante la activación del NaOCl con las puntas ultrasónicas o sónicas en el interior del conducto radicular durante un par de minutos.¹¹



Fig.24. Dispositivo para calentar las jeringuillas con solución de irrigación (vgr.hipoclorito sódico) antes de su utilización.¹¹

4.3.2 EDTA + Calor.

La activación ultrasónica de agentes quelantes con una punta ultrasónica, son de valor cuestionable. Mientras se mejorará la transmisión de la solución, por disminución de la tensión superficial, la generación de calor y la posibilidad de cavitación no pueden ser beneficiosas. Los quelantes tienen un rango de temperatura clara a la que funcionan mejor. Calefacción de 20 a 90 °C disminuirá la capacidad de unión de calcio de EDTA y ácido cítrico 219 a 154 y 195 a 30 mg CaO / g respectivamente. En el estudio de Ersan et al. (2015) una temperatura de 37 °C seguía siendo eficaz para su capacidad quelante.^{15, 40, 41}

4.3.3 Clorhexidina + Calor

En 2009, (Basrani) publicó un documento que muestra que elevando la temperatura de CHX a 45 °C, se hidroliza, el resultado fue un producto final amarillo, indicando la presencia de PCA (paracloroanilina) u otra amina



aromática. Estos hallazgos pueden ser clínicamente relevantes porque PCA ha demostrado ser tóxico, no se recomienda elevar la temperatura de la CHX.¹⁵

4.4 Ventajas del Uso de Irrigación con Ultrasonido.

- El aumento de la temperatura de las soluciones irrigantes disminuye su tensión superficial y permite que penetren mejor dentro de los túbulos dentinarios (vgr. EDTA).^{38, 39, 40, 41}
- La activación de soluciones de hipoclorito de sodio que al incrementar su temperatura mejoran su inmediata capacidad de disolución de tejido y aumentan su acción antibacteriana; permitiendo utilizar concentraciones más bajas de hipoclorito de sodio, disminuyendo la toxicidad y manteniendo su efectividad.^{11, 38, 39}
- Mediante los fenómenos sinérgicos de cavitación y microcorriente acústica aumenta el desbridamiento de tejido orgánico e inorgánico (barrillo dentinario) y con ello aumenta también la extracción de bacterias.^{2, 15, 27}
- Aumenta el área de contacto del irrigante con las paredes del conducto radicular permitiendo limpiar zonas del istmo, aletas o conductos en forma de C, además, en cierta medida, otras áreas de difícil acceso como túbulos dentinarios o conductos laterales.^{2, 8, 15, 27}
- Podría conducir a una mayor tasa de cicatrización de tejidos periapicales, debido a la eliminación más eficiente de restos orgánicos, inorgánicos y bacterias.^{42, 43}



- Mejora la eliminación del hidróxido de calcio.

El hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se usa como medicamento intracanal durante el tratamiento del conducto radicular debido a sus propiedades antimicrobianas (Ley y Messer 2004). Lo más frecuente para la eliminación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto de la raíz es la instrumentación en combinación con abundante irrigación con NaOCl y EDTA (Lambrianidis et al., 2006).⁴⁴

Sin embargo, se ha encontrado que la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es difícil esto puede explicarse debido a que la instrumentación y la irrigación por sí solas no pueden limpiar completamente toda la pared de conducto (Wu et al. 2003).⁴⁴

Al retirar el hidróxido de calcio con instrumentación algunos restos permanecerán en las extensiones del canal o irregularidades y solo será posible eliminarlas con la irrigación, siendo la irrigación ultrasónica pasiva, por su dinámica de acción, más eficaz para su eliminación.⁴⁴

- Favorece de cierta forma la obturación de los conductos radiculares ya que aumenta la permeabilidad de las paredes dentinarias en el conducto radicular y con ello la penetración del cemento de obturación, mejorando el sellado apical al posibilitar una mejor adhesión del cemento sellador a las paredes de la dentina, aumentando el número de conductos laterales y accesorios obturados.^{42, 43}

4.5 Desventajas del Ultrasonido.

- Microfracturas y perforaciones:

El uso de energía ultrasónica nos lleva a considerar la posibilidad de que ocurran fracturas en la dentina del canal radicular (cracks) de distintos tipos (Fig.25).⁴⁵

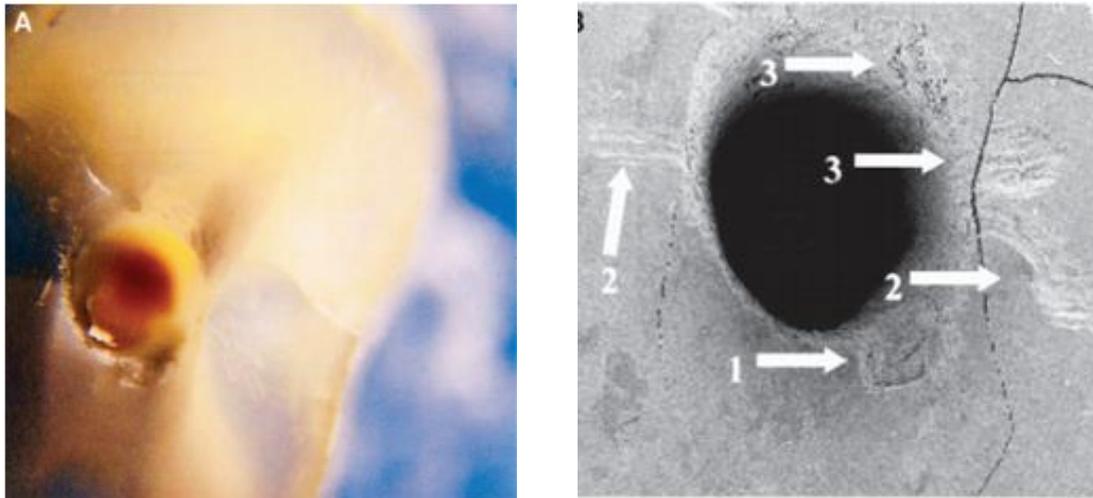


Fig.25. Una muestra donde se observa bajo microscopio estereoscópico antes de la preparación para el análisis SEM. Los defectos y patrón de grietas. 1,2 y 3 muestran distintos patrones de desgastes.⁴⁵

En un análisis los resultados de fracturas en el tercio apical con el uso de retrotips ultrasónicos, no se encontraron diferencias entre el uso de puntas diamantadas y de acero inoxidable para provocar microfracturas. Sin embargo si encuentran que existe una relación entre el ancho de la pared, tamaño del microtip, el tiempo de aplicación según la configuración de energía de la unidad ultrasónica y microfracturas de la dentina. A mayor potencia y tiempo mayor riesgo de fracturas.⁴⁵

En los estudios realizados para analizar la formación de microfracturas en el canal radicular por el uso de ultrasonidos, la dificultad para controlar todas la



variables y crear las condiciones ideales es complejo ya que mantener la humectación de la dentina para que mantenga sus propiedades mecánicas, es complejo, una limitación adicional es la ausencia de ligamento periodontal, que podría disipar algo de la tensión a la que se somete la raíz durante los estudios experimentales y finalmente es un punto a favor que disminuye el riesgo de microfracturas en dentina por empleo de ultrasonidos.^{46 47}

En el uso de irrigación ultrasónica pasiva el inserto o punta no toca las paredes del conducto, las puntas deben ser delgadas, por lo tanto es importante una técnica cuidadosa, considerando también la potencia y el tiempo empleados, para prevenir las microfracturas.^{46 47}

La desviación de la dirección del canal principal del conducto radicular puede causar el debilitamiento de las paredes o incluso perforación.⁴⁶

- Quemaduras:

Se debe tener cuidado en todo momento para asegurar que el eje de una punta ultrasónica caliente no entre en contacto con el labio, la mejilla o tejidos faciales.^{2 11}

Los efectos de un calor excesivo transmitido por las puntas a estructuras dentales, periodontales u óseas pueden ir desde quemaduras residuales, necrosis del tejido óseo hasta la extracción dental.⁷

- Extrusión del irrigante:

En todos los casos debe evitarse el enclavamiento o una presión excesiva de las agujas en los conductos durante la irrigación sin posibilidad de reflujo para prevenir la extrusión del irrigante en espacios periapicales. En el uso de



ultrasonidos debido a la cinemática de vibraciones y corrientes acústicas que provocan movimientos tipo vórtice con presión y altas frecuencias, hay un claro riesgo de extruir el irrigante a los tejidos periapicales.¹⁵

Sin embargo el manejo de medidas y topes a 2 o 3 mm de la conductometría real, en la irrigación, previenen estas situaciones; y el cuidado especial en dientes juveniles con forámenes apicales anchos o cuando ya no hay constricción apical, debe prestarse atención especial para evitar la reabsorción o la preparación excesiva del conducto radicular y el manejo más cuidadoso del sistema ultrasónico.¹⁵

- Falta de un protocolo estandarizado para su uso.

PUI es un prometedor sistema de irrigación para agregar al final del tratamiento del conducto, como parte de un protocolo final de irrigación. Sin embargo, no está estandarizado cómo se debe utilizar. Algunos factores importantes a considerar son la elección del irrigante, el flujo, el volumen, el tiempo de irrigación, el tiempo y la dimensión del conducto radicular.⁸

- Fractura de instrumentos.

Cuando las limas ultrasónicas penetran en conductos muy atrésicos, sin preparación manual previa, puede ocurrir separación de los instrumentos que generalmente no presentan dificultad para su remoción, dependiendo de su retención en los conductos.²

- Costo relativamente alto y manutención especializada.

Por tratarse de un aparato electrónico, pero deben evaluarse todas sus aplicabilidades clínicas para calcular el costo beneficio de su adquisición.²



CAPÍTULO 5

INSERTOS PARA IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA.

El tamaño de las puntas debe ser delgado aproximadamente de calibre 15 a 20 de una lima, para no tocar las paredes del canal radicular.⁷

Debe ser liso para evitar el corte accidental de dentina, esto aunado a una correcta conformación del conducto radicular, ampliarlo de cervical a apical en forma cónica continua y limitadamente amplia, creando una vía adecuada de acceso para el irrigante y el instrumento ultrasónico.⁷

Tradicionalmente las puntas ultrasónicas se hacen de metal (acero inoxidable), pero Bahcall & Olsen apuntan para el desarrollo de polímeros y el uso de plásticos para la confección de puntas desechables.⁷

En relación al equipo, es importante saber qué sistema de rosca posee el transductor (macho hembra, pase de rosca, etc.) ya que eso limita la posibilidad de utilización de puntas de diferentes fabricantes. Cuanto más compatible el equipo, mayor va a ser el intercambio entre los diversos tipos de puntas existentes no solo para la irrigación.¹⁵ Por ejemplo hay un adaptador que incluye las puntas BRASSELER® (Fig.26), estos permiten la inserción manual del (K-file, esparcidor, etc.) los insertos estándar o uno especialmente diseñado (recubierto de diamante, con estrías, de paredes lisas, etc.) y asegurado para su uso en el canal.¹⁵



Fig.26. Brasseler file holder E12® (Brasseler).¹⁵

5.1 SATELEC.

Existe la punta ultrasónica IrriSafe® producida por Satelec Acteon que viene en longitudes y diámetros diferentes e incluye un puerto para el suministro de fluido de irrigación (Fig.27).¹⁵



Fig.27. Puntas Satelec Acteon IrriSafe®. Lima dentada no cortante y puerto de irrigación.¹⁵

Las puntas Sonofile® por Satelec que son similares a la de IrriSafe pero sin el puerto de irrigación (Fig.28).¹⁵



Fig.28. Satelec sonofile® sin puerto de irrigación (Tulsa Dental).¹⁵

5.2 NSK.

- Limas ultrasónicas largas y finas facilitan la activación para la irrigación (Fig.29).⁴⁸



Fig.29. Limas endodónticas NSK
Limas U de 33mm[®] #15, #20, #25, #30, #35.⁴⁸

- Llaves tipo E para insertar las limas U (Fig.30 y Fig.31):



Fig.30. Llave E11[®] Para la desinfección en conductos de dientes anteriores.⁴⁸



Fig.31. Llave E 12[®] Para la desinfección en conductos en dientes posteriores.⁴⁸

Punta ultrasónica NSK E4® - Limpieza y remoción de partículas en el conducto (Fig.32).⁴⁸



Fig.32. Punta ultrasónica NSK E4®.⁴⁸

Punta ultrasónica NSK E4D®- Limpieza y alargamiento del conducto. Con recubrimiento de Diamante (Fig.33).⁴⁸



Fig.33. Punta ultrasónica NSK E4D®.⁴⁸

5.3 CPR® DE SPARTAN.

Incluye instrumentos de punta larga y delgada que sobresalen, para minimización de perforaciones al retirar los postes e instrumentos sub-orificio diseñado para permitir una excelente visión y acceso, preservando al mismo tiempo la estructura de la raíz por debajo del orificio (Fig.34).⁴⁹

Los usos incluyen canales calcificados, eliminación de obstrucciones y eliminación de instrumentos rotos. La CPR 1 además de ayudar a la localización de los conductos inicia el proceso de irrigación y desinfección. Longitud de trabajo: 24 mm.⁴⁹



Fig.34. Kit de puntas ultrasónicas CPR® de SPARTAN.⁴⁹

5.4 PRO ULTRA ENDO TIPS® CPR.

Instrumentos de titanio. Diseñados para funcionar sin riego, 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 (Fig.35).⁵⁰

Kit de tres insertos que presentan diferentes longitudes:

- ProUltra 6: Llega a tercio coronal.
- ProUltra 7: Llega a tercio medio.
- ProUltra 8: Llega a tercio apical.



Fig.35. Puntas ultrasónicas PRO ULTRA ENDO TIPS®.⁵⁰

5.5 ENDO ULTRA® NITI.

Punta ultrasónica de níquel titanio en distintas longitudes (Fig.34).⁵¹



Fig.34 Endo Ultra® Punta de NiTi, produce vibraciones en toda la longitud, de 18, 19 y 20 mm, tamaño 15/02.⁵¹



CAPÍTULO 6

PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN FINAL ANTES DE LA OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

El objetivo de la irrigación final es activar las soluciones de irrigación para incrementar la eliminación de residuos, de la capa de barrillo dentinario y de las bacterias aún presentes.^{2, 6, 11, 15}

De manera general Cohen y la mayoría de los autores coinciden en la aplicación combinada de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) e hipoclorito de sodio (NaOCl), recomendada para eliminar tanto los componentes orgánicos e inorgánicos de la capa residual.^{2, 11, 15}

Un quelante como el EDTA o el ácido cítrico eliminan el componente inorgánico de la capa de barrillo dentinario y abren los túbulos dentinarios haciéndolos permeables al NaOCl.^{2, 11, 15}

El NaOCl elimina el componente orgánico de la capa residual, y en casos en los cuales se sospeche que el ápice esta aun en formación y pueda sobrepasarse el NaOCl a los tejidos periapicales, la clorhexidina podría ser nuestra segunda opción.^{2, 11, 15}

También coinciden en que el tercio apical del conducto radicular es la parte de más difícil acceso, posiblemente, debido a sus dimensiones más estrechas, lo que puede impedir la penetración efectiva de las sustancias irrigadoras, resultan en un contacto limitado entre la solución y la superficie del canal radicular. Algunos ejemplos de protocolos de irrigación final son:



Cohen 2011:

1. Un minuto con EDTA al 17%, o ácido cítrico, activado con ultrasonido.
2. Un minuto con NaOCl al 2.5% activado con ultrasonido.

Canalda 2014:

1. Solución de hipoclorito sódico al 2.5% y agitación ultrasónica pasiva con lima calibre 15 (.015mm), 1mm más corta que la longitud de trabajo, durante 1 minuto
2. Solución quelante: EDTA al 17%, ácido cítrico al 10% y agitación ultrasónica pasiva durante 1 minuto.
3. Solución con sustantividad: clorhexidina al 2%

Basrani 2015:

1. Activación y calentamiento de NaOCl fresco (con activación ultrasónica) durante aprox. 30 seg. por canal.
2. Eliminación de la capa de barrillo dentinario con (ácido EDTA, cítrico, etc.) durante aprox. 1min (activación y / o apical presión negativa opcional).
3. Opciones para finalizar:
 - a. NaOCl fresco activado durante aprox. 1 min o
 - b. CHX, o
 - c. Alcohol

El uso de clorhexidina como irrigante final posterior al EDTA se debe a su propiedad de sustantividad. El MTAD es una nueva solución que se recomienda para finalizar el tratamiento. Es un irrigante compuesto por doxiciclina, ácido cítrico y un detergente (Tween-80), que mostró similar eficacia para eliminar la capa de barrillo que una solución de EDTA al 17%, su eficacia antibacteriana es semejante a la de una solución de NaOCl al 5.25% y es mucho menos citotóxico sin embargo su eficacia en la disolución



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



del tejido pulpar escasa se recomienda irrigar primero con NaOCl al 1% y luego con MTAD combina las propiedades quelante y antibacteriana.^{2, 11, 15}

Los protocolos de irrigación van a variar dependiendo del diagnóstico y las particularidades en cada caso, ya sea biopulpectomia o necropulpectomia, ápice maduro o en formación, etc., y para ello tenemos una amplia gama de soluciones irrigantes con diferentes propiedades para el uso que se requiera.^{2, 9, 11}

El uso del ultrasonido se ha sugerido para mejorar la efectividad de los irrigantes en el conducto radicular, ya que aumenta el contacto del irrigante con las paredes obteniéndose así una desinfección más eficaz.^{2, 6, 11}



CONCLUSIONES

- La introducción del ultrasonido como recurso a utilizar en la práctica Endodóncica ha permitido la simplificación de técnicas (eliminación de endopostes, acceso, obturación etc.) y además, ha optimizado otros procedimientos como la desinfección de los conductos.
- La irrigación era considerada un auxiliar durante las maniobras de conformación y desinfección de conductos radiculares, hoy en día tiene un papel dominante en cada una de las diferentes etapas de la preparación del canal radicular.
- La irrigación óptima está basada en el uso combinado de dos o más soluciones irrigantes, en secuencia específica y en base al análisis diagnóstico, para obtener resultados eficaces y seguros.
- La efectividad de la irrigación con ultrasonido radica en la formación de microcorrientes acústicas y cavitación, que consisten en patrones complejos de corrientes que provocan rápidos movimientos circulares estilo vórtice y burbujas que implosionan contra las paredes radiculares, aumentando así el contacto del irrigante con las paredes del conducto radicular.
- La activación ultrasónica de las soluciones irrigadoras, es una manera eficaz de eliminar las bacterias, los detritus y el barrillo dentinario del sistema de conductos. Permitiendo utilizar concentraciones más bajas de hipoclorito de sodio con mayor efectividad y menor toxicidad.
- La técnica más aconsejable para el uso de la irrigación ultrasónica pasiva es como parte de un protocolo final de irrigación. Utilizando riego convencional con jeringa en la fase inicial del tratamiento para



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



ampliar los conductos, y una fase final de activación con riego ultrasónico pasivo. De esta forma el inserto no toca las paredes, al existir ya un espacio que permite su libre vibración y aumenta los efectos de microcorriente acústica y cavitación.

- El ultrasonido debe utilizarse con cautela y precisión, una vez que la vibración de las puntas está en contacto con las estructuras dentales produce calor. Su utilización de forma adecuada y con precaución podrá disminuir las probabilidades de producir efectos no deseables.
- Es importante hacer uso responsable de la tecnología, informándonos de manera apropiada sobre la funcionalidad, ventajas, desventajas etc., valorando costos beneficios, así como mantenernos actualizados y abiertos a nuevos avances que harán nuestra práctica más completa, eficaz y cómoda.



COMENTARIO PERSONAL.

Después de conocer el funcionamiento del ultrasonido, su evolución y comprender los fenómenos físicos que le brindan su eficacia, considero que es una herramienta valiosa para el complemento de la terapia endodoncica.

La activación de irrigación en el sistema de conductos radiculares es de gran auxilio en la terapia, ya que como se sabe la instrumentación no es capaz de llegar a todas las zonas anatómicas, y con el uso de la activación ultrasónica de los irrigantes avanzamos a la resolución del problema.

Conocer el desempeño de los avances tecnológicos permite estar a la vanguardia y así usarlos con responsabilidad y aprovecharlos mejor.

El uso del ultrasonido no solo nos ayuda a la irrigación tiene muchas funciones más, desde el retiro de restauraciones hasta la eliminación de postes intrarradiculares, refinamiento del acceso en conductos difícilmente localizables, en la irrigación, obturación; y aunque su uso en la instrumentación no está listo aún por presentar ciertas desventajas en la deformación del conducto, no dudo que con más investigaciones se logre hacer eficaz.

Su uso se expande incluso a otras áreas, el aprovechar la energía ultrasónica en el campo de la odontología sin duda significa un gran avance.

El uso del ultrasonido junto con la magnificación (lupas, microscopio) hacen sinergia para aprovechar sus cualidades al máximo, y todos estos avances van encaminados a facilitar la terapia, acortar tiempos, lo que resultaría más cómodo para los pacientes y los profesionales, por ahorro de tiempo y ergonomía.



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



Es verdad que sin el uso de irrigación activada con ultrasonido, se han conseguido buenos resultados a lo largo del tiempo en el tratamiento del sistema de conductos; sin embargo no siempre y sobre todo en la tratamiento de los procesos crónicos, resistentes y reincidentes.

El uso del ultrasonido no solo viene a facilitar o a dar un plus a los tratamientos, es un auxiliar indispensable en la desinfección del sistema de conductos, que va a mejorar los porcentajes de éxito a largo plazo.

Así que con base en lo consultado creo que es una excelente inversión.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Alonso M. Finn, E., Física, vol. II, 2ª Ed. México, Fondo educativo Interamericano, 1976.
2. Leonardo M.R. Endodoncia: Tratamiento de conductos radiculares, Principios Técnicos y Biológicos, vol. II, 1ª ed. São Paulo, Editorial Artes Medicas Latinoamericanas, 2005
3. Oman C, Applehaum E. Ultrasonic Cavity Preparation, II Procrest Report Jam Dent Assoc. 1995; Vol. 50, Pp. 414-417
4. Zinner D. Recent ultrasonic dental studies, including periodontopatia, without the use of abrasive. J Dent Res. 1955; Vol.34(No.5), Pp. 748-49
5. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of a Literature. J. Endod. 2007; Vol. 33(No.2), Pp.81-95
6. Canalda C.S. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3ª. Ed., Editorial Elsevier Masson, 2014. Pp. 168-171
7. Leonardo M.R, Renato de Toledo L., Endodoncia: Conceptos biológicos y Recursos Tecnológicos, 1ª ed. São Paulo, Editorial Artes Medicas Latinoamericanas, 2009
8. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu. MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int. Endod. J. 2007; Vol. 40 (No.6), Pp. 415-428
9. De Lima Machado M.E. Endodoncia de la biología a la técnica. 1ª Ed. Colombia. Ed. Amolca, 2009, Pp. 291-299
10. Gulabivala K, Gilbertson M, Eames I. The fluid mechanics of root canal irrigation. Physiological Measurement 2010. Vol.31(No.12), Pp.49-84
11. Cohen S., Hargreaves K.M, Vías de la pulpa, 10ª ed., Elsevier Mosby 2011, Pp. 330-339



12. Li-sha G, KirnJR, Ling J, KyuChai K, Pashely D, Tay F. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Divices. J Endod 2009; Vol.35, Pp. 791-804
13. Vera R. J. Conceptos y Técnicas actuales en la irrigación endodóntica. J Endod. 2012; Vol.30(No.1), Pp.31-44
14. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N., Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. Oral Surg. Oral Med Pathol Oral Radiol Endod. 2011. Vol. 112(No.3), Pp.407-411
15. Basrani B. Endodontic Irrigation Chemical Disinfection of the Root Canal System, 1ª ed. Toronto Canada, Editorial Springer 2015
16. Palazzi F, Morra M, Mohammadi Z; Comparison of the Surface tension of 5.25% sodium hypochlorite solution with three new sodium hypochlorite-based endodontic irrigants, J. Endod 2012, Vol. 45(No.2), Pp.129-135
17. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. J Endod 2003; Vol. 36(No.12), Pp.810-830.
18. Simone Maria Galvão de Sousa. Demineralization effect of EDTA, EGTA, CDTA and citric acid on root dentin: a comparative study. Braz Oral Res 2005; Vol.19 (No.3), Pp.188-92.
19. Mozo S, Llena C, Forner L, Review of ultrasonic irrigation endodontics: increasing action of irrigating solutions. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2012, Vol. 17(No.3), Pp.e512-e516
20. Stamos D, Sadeghi E, Haasch G, Gerstein H. An in Vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. J Endod. 1987 Sept; Vol.13 (No.9), Pp.434-440.
21. Cunningham, M H; Forrest, W.R. Evaluation of root canal debridement by endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surg 1982; Vol.53(No.4), Pp.401-404
22. Blitz J. Fundamento de los ultrasonidos. 1ºEd. Madrid, Ed. Alambra,1969.



23. Cunningham M.H,. Endosonics endodontics: The ultrasonic synergistic system. *Int Dent J.* 1984; Vol.34 (No.3), Pp.198-203.
24. Cameron J. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: A scanning electron microscope evaluation. *J Endod.* 1987 Nov; Vol. 13(No.11), Pp.541-545
25. Walmsley A. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J.* 1987; Vol.20, Pp.105-111.
26. Van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, et al. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2006; Vol. 39, Pp.472-476.
27. Lunley, P.J. et al. Cleaning of oval Canals using ultrasonic or Sonic instrumentation. *J. Endod* 1993; Vol. 19
28. Ahmad, M. et al. Cavitational activity in ultrasonic instrumentation,. *J. Endodon* 1990. Vol.16(No.4), Pp.198-203
29. Cameron J. The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *J Endod.* 1982 Oct; Vol. 8(No.10), Pp.472-474.
30. http://www.wh.com/es_global/productos-dentales/profilaxisparodontologia/piezo-scaler/tigon/
31. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 1980; Vol. 6, Pp.740-743.
32. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation follow-ing hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 2005; Vol.31, Pp.166–170.
33. Haidet J, Reader A, Beck M, Meyers W. An in vivo comparison of the step-back technique versus a step- back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod.* 1989; Vol.15, Pp.195-199.
34. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instru-mentation in necrotic, human mandibular molars. *J.Endod.* 2007; Vol.33, Pp.782–787.



35. Castagna F., Rizzon P., Abreu Da Rosa R., Favarin S.M, Effect of Passive Ultrasonic Instrumentation as a Final Irrigation Protocol on Debris and Smear Layer Removal - A SEM Analysis. *Microscopy, Research and Technique* 2013, Vol.76. Pp.496-502
36. Cameron J. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: A scanning electron microscope evaluation. *J Endod.* 1987 Nov; Vol.13 (No.11), Pp.541-545
37. Gianluca Gambarini. Chemical Stability of Heated Sodium Hypochlorite Endodontic Irrigants. 1998, Vol. 24, No. 6
38. Matthias Zehnder. Root Canal Irrigants. *J Endod.* 2006, Vol. 32, No. 5
39. Sirtes G, The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod* 2005; Vol.31, Pp.669 –671.
40. Zehnder M, Paque F. Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *Endod Top.* 2008; Vol.19 (No.1), Pp.58–73.
41. Cicek E. Keskin O. The Effect of the Temperature Changes of EDTA and MTAD on the Removal of the Smear Layer: A Scanning Electron Microscopy Study. *Scanning* 2015, Vol. 37(No.3), Pp.193-196
42. Garcia D.A, González M.J, Castellanos C. L, Jiménez M.M, Segura J.J, Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. *Avances en Odontostomatología* 2014, Vol. 30(No.2), Pp.79-94
43. Dalai D. R, Bhaskar D. J., Chandan A., R., Singh N., Singh H., Modern Concepts of Ultrasonic Root Canal Irrigation International. *J Advanced Health Sciences.*, August 2014. Vol 1. No 4, Pp.1-4
44. Van der Sluis L.M, Wu M.K, Wesselink P.R, The evaluation of removal of Ca (OH)₂ from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int. Endod. J.* 2007, Vol.40, Pp.52-57



MÉTODOS AUXILIARES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA “ULTRASONIDO”, EN 3D



45. Taschieri S., Testori T., Francetti L., Del Fabbro M. Effects of ultrasonic root end preparation on resected root surfaces: SEM evaluation. Oral Surg. Oral Med Pathol Oral Radiol 2004, Vol.98 (No.5), Pp.611-618.
46. Van Arx T, Walker WA. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. Endod Dent Traumatol 2000, Vol.16, Pp. 47-62.
47. Kahler B, Swain MV, Mouble A. Fracture-toughening mechanisms responsible for differences in work to fracture of hydrated and dehydrated dentine. J Biomech 2003 Vol.36, Pp.229-237
48. http://www.spain.nsk-dental.com/products/oral-higiene/varios_tips/tips/endodontics/
49. <http://www.obtura.com/in/products/ultrasonics/ultrasonic-tips/retreatment-cpr-tips.html>
50. <http://www.bquadro.it/strumentario-per-endodonzia-e-cura-canalare/strumenti-canalari-per-generatori-ad-ultrasuoni.html>
51. <http://www.ilic.it/endoultra-cordless-punta-attivatrice-niti>