

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
CÁTEDRA DE ENDODONCIA



**PREPARACIÓN SÓNICA DE CONDUCTOS RADICULARES**  
*" Estudio clínico comparativo entre la preparación biomecánica convencional  
y la técnica del Sonic Air MM1500 "*

**Alumnos:**

**RENÉ BRIONES BÁEZ**  
**PAULA GUZMÁN ARAYA**

*Trabajo de Investigación*  
*Requisito para optar al título de*  
**CIRUJANO-DENTISTA**

**Profesor Guía:**

**DR. EDUARDO SANTAMARÍA MUENAS**  
Profesor adjunto Cátedra de Endodoncia

**Profesor Colaborador:**

**DRA. MARÍA TERESA ANDRACA M.**  
Profesor auxiliar Cátedra de Endodoncia

**Valparaíso-Chile**  
1996

*A nuestros Padres, por otorgarnos las herramientas  
para llegar a esta etapa,  
y a todos los que hicieron posible este logro...*

Agradecemos la gentileza de la empresa PRODONTA S.A. Micro - Mega Export, y en especial al Dr. Pierre Le Berre, por la confianza y aporte permanente, permitiendo el desarrollo de este Seminario de Tesis.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la realización de este seminario de tesis, y en particular a las siguientes personas:

- Al Dr. Eduardo Santamaría Muenas por brindarnos la oportunidad de trabajar bajo su guía, posibilitando y cautelando la óptima realización de este Seminario de Tesis.
- A la Dra. María Teresa Andraca Magunacelaya por su apoyo y permanente colaboración.
- Al Dr. A. Damien Walmsley por su invaluable y desinteresada colaboración en el envío de información para el presente Seminario.
- Al personal auxiliar de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.
- Al personal auxiliar del Servicio de Odontología del Hospital Dr. Gustavo Fricke de Viña del Mar; como también al Jefe del Laboratorio Clónico del mismo centro Asistencial, Sr. Alejandro Joyas por su cooperación y buena disposición.
- A todos los familiares y amigos que posibilitaron la realización de este trabajo de investigación, especialmente a los señores: José M. Martínez V., Patricio Cortés P., Fernando Arce G., Carlos Torres G.

## INDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>MARCO TEÓRICO</i>	2
<i>I. RESEÑA HISTÓRICA</i>	2
<i>II. GENERALIDADES</i>	4
<i>Sistemas Ultrasónicos</i>	5
<i>Sistemas Sónicos</i>	6
<i>III. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS ENDOSÓNICOS</i>	7
<i>1.- Microcorrientes Acústicas.</i>	7
<i>2.- Cavitación.</i>	10
<i>3.- Irrigación.</i>	12
<i>4.- Acción de Limado.</i>	13
<i>IV. EFECTOS BIOLÓGICOS DEL ULTRASONIDO</i>	14
<i>1.-Efecto Térmico</i>	14
<i>2.- Microcorrientes Acústicas</i>	15
<i>3.- Cavitación</i>	17
<i>4.- Irradiación de Fuerzas</i>	18
<i>V. SISTEMA SÓNICO MM1500</i>	19
<i>1.-Funcionamiento</i>	21
<i>2.-Patron De Oscilación De La Lima</i>	22
<i>3.-Carga Aplicada</i>	23
<i>4.-Irrigante</i>	23
<i>5.-Ajuste Del Instrumento</i>	24
<i>6.-Técnica</i>	24
<i>7.-Ventajas</i>	27

<b>OBJETIVOS</b>	28
<i>Objetivos Generales.</i>	28
<i>Objetivos Específicos.</i>	28
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	29
<b>RESULTADOS</b>	35
<b>DISCUSIÓN</b>	41
<b>CONCLUSIONES</b>	49
<b>COMENTARIOS Y SUGERENCIAS</b>	50
<b>RESUMEN</b>	51
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	52
<b>ANEXOS</b>	57
<i>ANEXO 1: Ficha clínica</i>	58
<i>ANEXO 2. Cuestionario</i>	60
<i>ANEXO 3. Base de Datos</i>	61
<i>ANEXO 4. Fotografías</i>	63
<i>ANEXO 5. Casos clínicos</i>	65
<i>ANEXO 6. Glosario de Términos Técnicos</i>	70

## INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más importantes de la terapia endodóntica es la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares, fase fundamental para llevar a buen término el tratamiento, pues sólo un correcto debridaje y tallado del conducto puede ser seguido de una obturación radicular adecuada.

Es así, como la importancia de esta etapa, ha generado en el último tiempo la aplicación de alta tecnología que ha permitido el surgimiento de técnicas e instrumentos con el fin de optimizar este procedimiento.

Debido a ésto, es que en las últimas décadas han tenido un gran auge las piezas de mano endosónicas para la preparación biomecánica, con el fin de encontrar el punto de equilibrio entre eficiencia y eficacia.

El presente trabajo pretende comparar clínicamente uno de los instrumentos de vanguardia: el SONIC AIR MM1500 con la técnica manual convencional; analizando sus elementos de diseño, principio de acción, fundamentos, efectos biológicos, etc.. De esta forma se brindan elementos de juicio a través de una discusión y comentarios que puedan nacer del análisis global de esta Tesis y especialmente de las conclusiones de la misma, que orienten hacia la determinación de su utilización.

# MARCO TEÓRICO

## I. RESEÑA HISTÓRICA

La primera aplicación de energía ultrasónica al campo de la Odontología, fue en la preparación de cavidades operatorias. Para su confección se utilizaba un taladro ultrasónico operando a una frecuencia de 29 Khz., usando como abrasivo óxido de aluminio, para efectuar el proceso de corte de los tejidos dentarios (Walmsley, 1988).

Posteriormente, el uso de este tipo de energía derivó al campo de la periodoncia, donde Sinner en 1955 sugirió el uso de un instrumento ultrasónico en conjunto con un medio refrigerante para la remoción de placa y cálculo de la superficie de dientes humanos. Este procedimiento de destartraje ultrasónico fue demostrado por Johnson y Wilson en el año 1957 (Laird y Walmsley, 1991).

Más tarde, Richman en el año 1957, propuso el uso del ultrasonido para facilitar la limpieza y debridaje de los conductos radiculares lo que se atribuía a la gran eficiencia de corte de los instrumentos energizados sónica y ultrasónicamente, sumado a ésto el efecto sinérgico de la irrigación usada en forma simultánea (Walmsley y cols., 1991).

En el año 1976, Martin empleó clínicamente la energía ultrasónica para el debridaje canalicular, fomentando a partir de entonces su utilización.

“La mayoría de los trabajos publicados sobre los instrumentos endosónicos han sido dirigidos hacia su efectividad clínica empleando para esto técnicas histológicas (Cunningham y cols., 1982a; Langeland y cols., 1985), bacteriológicas (Martin, 1976; Cunningham y cols., 1982b) y microscópicas (Martin y cols., 1980b; Cunningham y Martin, 1982; Cameron, 1982).

Se ha centrado en compararlos con la instrumentación manual en la eficiencia de limpieza y tallado del conducto radicular. La mayoría de los investigadores indican la superioridad de estos instrumentos sobre los métodos convencionales, particularmente en relación a la velocidad de operación (Nehamer y Stock, 1985), tallado (Martin y cols., 1980a,b) y el uso de una solución irrigante (Cunningham y cols., 1982a).

Otros estudios han sugerido que no hay diferencias significativas entre el uso de instrumentación manual y ultrasónica en cuanto a su eficacia (Weller y cols., 1980) o en la apariencia de los conductos radiculares (Cynerman y cols., 1983)” (Walmsley, 1987).

Algunos trabajos han sugerido que la instrumentación sónica es más efectiva que la ultrasónica, esto basado en las diferencias en el patrón oscilatorio de las limas empleadas (Fairbourn y cols., 1987; Miserendino y cols., 1988).

Los primeros instrumentos sónicos fueron el Endostar 5 (Syntex Dental Products, Valley Forge, USA) y el MM3000 (Micro-Mega, Prodonta, S.A, Geneva, Suiza). Los estudios favorecen a éste último cuando se comparó con otros sistemas sónicos, ultrasónicos y técnica manual convencional donde se evaluó aspectos como menor cantidad de detritus y material orgánico residual (Bolanos y cols., 1988); eficacia de corte en modelos artificiales de resina epóxica (Miserendino y cols., 1988); cambios en la angulación del conducto (Yahya y El Deeb, 1989) y calidad de la obturación radicular (Besse y cols., 1991).

Pugh y cols. (1989), resumiendo la mayoría de los resultados obtenidos de estudios anteriores, concluyen que el MM3000 con sus limas Rispisonic y Shaper, es superior a otros sistemas automatizados, y observaron que es el único aparato equipado con limas nº10 para conductos estrechos o calcificados.

“ Posteriormente se lanza al mercado el sistema Sonic Air MM1500; similar al MM3000 pero de menor tamaño, lo que facilita su control por parte del operador. Aún son pocos los estudios que avalan su desempeño clínico destacando el del Dr Zakariasen (1992) donde se describe una técnica combinada entre la técnica del MM1500 y la manual, siendo a su juicio efectivo en la preparación de conductos curvos y rectos ” (Abu-Mohor y De Goyeneche, 1995).

Le Berre en 1993, realiza una amplia revisión bibliográfica acerca del Sonic Air MM1500, como también una encuesta dirigida a usuarios del MM1500 entre ellos Odontólogos Generales, Endodoncistas y estudiantes. Concluye que el Sonic Air posee más ventajas y características favorables, por lo que lo considera “el sexto dedo del endodoncista”, complementando así la instrumentación manual del conducto.

## II. GENERALIDADES

Las ondas acústicas se producen por movimientos vibratorios de partículas que poseen una amplitud y frecuencia.

La frecuencia se mide en Hertz o ciclos por segundo, clasificándose según esto en:

- ❑ Ondas Sónicas. Energía sonora cuyas ondas acústicas se encuentran en el rango de audición humana, es decir, entre los 20 Hz. y los 20 KHz..
- ❑ Ondas Ultrasónicas. Energía sonora cuyas ondas acústicas tienen una frecuencia por sobre el límite de audición humana (20 KHz.), correspondiendo a un amplio espectro de rangos de frecuencias que van desde los KHz. hasta los MHz. Las altas frecuencias de los MHz. son empleadas en Medicina general, mientras que las del rango entre los 20-50 KHz. se utilizan en Odontología ( Walmsley , 1987 ).
- ❑ Ondas Subsónicas. Energía sonora cuyas ondas acústicas se encuentran bajo los 20 Hz., y por lo tanto no son perceptibles por el oído humano.

Un término frecuente en la literatura es el de ENDOSONIC (endosonidos), que se puede definir como el uso de energía sónica o ultrasónica en la terapéutica de los conductos radiculares.

Sus diversas aplicaciones incluyen:

- ♦ Debridaje.
- ♦ Localización de conductos.
- ♦ Preparación biomecánica.
- ♦ Remoción de obstrucciones como instrumentos fracturados.
- ♦ Desobturación de conos de plata y espigas protésicas.
- ♦ Obturación radicular.
- ♦ Irrigación de los conductos radiculares.

En nuestro estudio nos referiremos exclusivamente a la preparación biomecánica de conductos radiculares. Para esto se utilizan limas endosónicas, las que oscilarán transversalmente describiendo en su movimiento dos zonas bien características:

- ♦ Nodos : zonas con desplazamiento mínimo o nulo de la lima.(ver fig. 1)
- ♦ Antinodos: zonas donde ocurre el mayor desplazamiento de la lima durante la oscilación.(ver fig.1)

## Sistemas Ultrasónicos

Son aquellos instrumentos que producen oscilación de la lima entre los 20 y 50 KHz.. Para propósitos clínicos, el ultrasonido es generado por transducción, convirtiendo energía eléctrica a ondas vibratorias ultrasónicas. Esto es efectuado frecuentemente en equipos electrónicos que utilizan los fenómenos de Piezoelectricidad ó de Magnestotricción.

La vibración ultrasónica transmitida a la lima, produce en ella un patrón de oscilación transversal caracterizado por múltiples nodos y antinodos, siendo el de mayor amplitud, el antinodo ubicado en la punta de la lima.

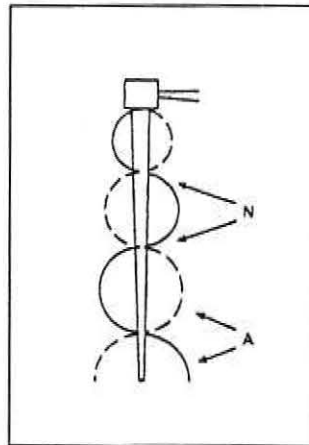


Fig. 1.- Esquema de la oscilación ultrasónica de una lima, observando la formación de Nodos (N) y Antinodos (A).

## Sistemas Sónicos

Utilizan el paso de aire a presión para hacer girar un rotor, produciendo de este modo vibraciones en el rango de 1-6 KHz.

El patrón de oscilación de las limas describe solamente un nodo y un antinodo, ubicado este último en el extremo de la lima.

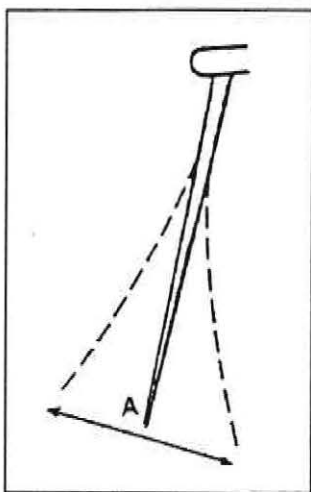


Fig. 2.- Esquema del movimiento transversal de una lima sónica. Se observa un Nodos (N) y un Antinodo (A) ubicado en el extremo de la lima.



### III. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS ENDOSÓNICOS

#### 1.- Microcorrientes Acústicas.

Corresponden al rápido desplazamiento de partículas de fluido con movimientos parecidos a un remolino, en torno a un objeto vibrante ( Yahya y El Deeb, 1989).

Según Nyborg, se denomina Microcorrientes Acústicas, a un complejo patrón de corrientes no oscilatorias, formadas cerca de un alambre que oscila con una amplitud de deslizamiento relativamente baja, inmerso en un líquido. El patrón característico de estos flujos de líquido es mostrado diagramáticamente en la fig. 3 y consiste en remolinos internos externos. La dimensión de los remolinos internos, es aproximadamente  $4 \mu\text{m}$  en agua, cuando la frecuencia ultrasónica es de 20 KHz. ( Walmsley , 1987 ).

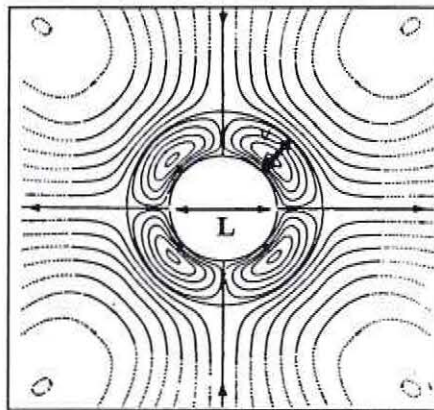


Fig. 3.- Sección transversal de una lima (L) generando un campo de microcorrientes acústicas, donde se aprecian los remolinos internos ó vórtices (V).

La oscilación de una lima endosónica produce campos de corrientes acústicas en toda su extensión, generando un gran stress de corte alrededor de los puntos de máximo desplazamiento, tales como la punta de la lima y los antinodos en toda su longitud (Williams, 1983). Estos campos de corrientes, son posiblemente responsables de muchos de los efectos benéficos atribuidos al sistema endosónico (Cunningham y cols., 1982a) y tendrían un importante rol en el movimiento del irrigante en el interior del conducto (Walmsley, 1987).

Ahmad y cols. (1987b) describen dos componentes en un campo de corrientes acústicas alrededor de una lima:

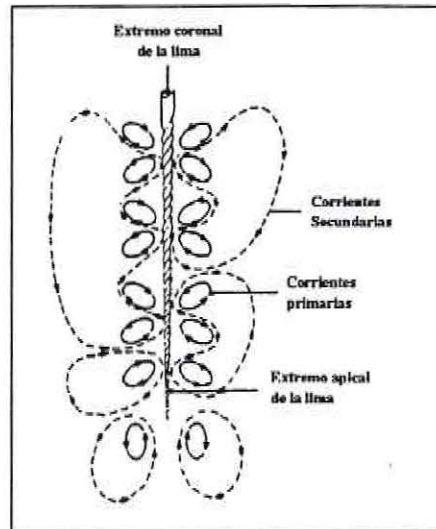


Fig.4 .- *Componentes de un campo de microcorrientes acústicas que se forman alrededor de la lima*

- ♦ Una corriente PRIMARIA, con movimientos turbulentos en los cuales el elemento fluido oscila cerca de la porción media de la lima. Posee una dirección de rotación del irrigante opuesta al remolino que está al lado. (ver fig.4)
- ♦ Una corriente SECUNDARIA agregado, con patrones relativamente lentos, y flujos longitudinales simétricos a cada lado de la lima. El fluido es transportado del extremo apical al coronal. (ver fig.4)

Además se observa un rápido remolino a nivel de la punta de la lima, mientras que en el extremo coronal el flujo es relativamente lento.

La velocidad de las corrientes acústicas depende de la ubicación de éstas a lo largo de la lima, el tamaño de ésta y su frecuencia de oscilación.

Se ha demostrado que el movimiento de fluido en las corrientes acústicas, genera un considerable stress de corte en los límites del campo ultrasónico ( Ahmad y cols., 1987a ).

Nyborg obtuvo una expresión matemática para el stress de corte hidrodinámico en términos de una serie de parámetros físicos ( Ahmad y cols., 1987b).

$$\gamma = \frac{\eta 2 \pi f \epsilon_0^2}{a \delta}$$

donde:

$\gamma$  =stress de corte hidrodinámico.

$\eta$  =viscosidad cinemática del líquido.

$\pi$  =3,14.

$f$  =frecuencia de oscilación.

$\epsilon_0$  = amplitud de desplazamiento.

$a$  = radio de la lima.

$\delta$  = diámetro del grosor de película.

Si analizamos esta ecuación se podría establecer que las corrientes acústicas generarán un mayor stress de corte con los sistemas ultrasónicos, ya que por definición los sistemas sónicos tienen una frecuencia de oscilación 10 veces inferior.

Por otra parte, la amplitud de desplazamiento transversal en los sistemas ultrasónicos es entre 40  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$ . En el sistema sónico el desplazamiento es aproximadamente de 500  $\mu\text{m}$ ; es decir, 4 veces superior, produciendo matemáticamente un stress de corte muy superior al ultrasónico (16 veces).

De esta forma, manteniendo constante los otros factores, un instrumento sónico debiera ser capaz de producir un stress de corte doblemente superior. Sin embargo, la amplitud real de desplazamiento en el interior del conducto es muy inferior a 0,5 milímetros (500  $\mu\text{m}$ ), produciendo incluso el atrapamiento de la lima.

Estudios al respecto, describen la producción de corrientes acústicas con equipos ultrasónicos fuera del conducto (Ahmad y cols., 1987b). Esto último nos hace pensar que a pesar de que los equipos sónicos poseen una mayor amplitud de oscilación transversal, no es posible que sea efectiva, dado el pequeño diámetro del conducto en su tercio apical. Dicho estudio concluye, que para lograr un efecto óptimo con propósitos de debridaje, la situación ideal sería una lima pequeña vibrando libremente con una alta energía (Ahmad y cols., 1987b).

Así, activando una pequeña lima endosónica en un conducto, después de la instrumentación final, fluyen vigorosamente algunos detritus remanentes hacia el exterior.

## 2.- Cavitación.

Corresponde a la formación de burbujas de vapor y/o gas en un medio líquido sometido a un campo acústico ultrasónico. Parte de esta energía (10%) es nuevamente irradiada como una onda acústica, pero el remanente puede ser transformado en calor, producir sustancias químicas *de corta vida* altamente energizadas, o como campos de corte hidrodinámico que destruyen fácilmente tejidos biológicos ( Williams, 1983 ).

La ocurrencia de actividad cavitacional dependerá de:

- ♦ La frecuencia del campo ultrasónico.
- ♦ La disponibilidad y composición del gas disuelto.

(Williams, 1983)

El término cavitación o actividad cavitacional abarca todos los movimientos oscilatorios lineales y no lineales de las burbujas en el campo acústico.

Hay que distinguir dos tipos de cavitación:

- a) Cavitación Estable : en la cual las burbujas oscilan sin fragmentarse.
- b) Cavitación Transitoria: en la cual ocurre un rápido crecimiento y colapso de las burbujas.

Los diversos mecanismos físicos y químicos con que actúa la cavitación dependerán del tipo de cavitación producida.

a) **Cavitación Estable:** Pulsación lineal de burbujas en un campo acústico de baja amplitud. Estas burbujas oscilarán sin fragmentarse, produciendo en la interfase líquido/gas (superficie de la burbuja), un patrón de microcorrientes acústicas.

Hay que señalar que la burbuja de gas variará considerablemente de volumen, dependiendo de los cambios de presión acústica. Este cambio constante en volumen de la burbuja es lo que se conoce como Pulsación Respiratoria (Williams, 1983).

Dichos cambios volumétricos influyen en la amplitud de desplazamiento de la superficie de la burbuja, traducéndose en variaciones en el nivel de corte hidrodinámico de las microcorrientes acústicas que se generan.

b) **Cavitación Transitoria:** se desarrolla una burbuja agrandada de solución que puede crecer hasta que ocurra la implosión de ésta. Este efecto crea un vacío que es llenado con la solución que la rodea bajo extrema presión hidrodinámica, lo cual causa irradiación de ondas de choque. Estas ondas impulsan la solución hacia todas direcciones, dando origen así a un efectivo mecanismo de limado y limpieza causado por la agitación irregular del fluido ( Weller y cols., 1980).

La cavitación transitoria es más violenta debido a que la contracción supersónica de las burbujas genera grandes ondas de choque, desarrollando altas temperaturas y presiones dentro de ellas. " Noltingk y Neppiras (1950) dedujeron que la elevación de la temperatura dentro de la cavidad de una burbuja en cavitación transitoria, debiera exceder los mil grados centígrados, pudiendo producir la ruptura térmica (pirolítica) del vapor de agua, en los radicales OH y H. Estos radicales interactúan con otros, y con moléculas de gas y agua no disociadas; generando un número de sustancias químicas reactivas de larga duración como OOH y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> . Otras teorías han sido propuestas por Prudhomme (1972) y Frenkel (1940) que postulan la generación inicial de radicales OH y H dentro de la cavidad colapsada como resultado de la generación de descargas eléctricas " ( Williams, 1983 ).

" Los efectos deseados de la cavitación transitoria son debido a las ondas de choque irradiadas durante las etapas finales del colapso de la burbuja ( Nyborg, 1977 ) o el chorro de líquido de alta velocidad desde movimientos no lineales de la superficie de la burbuja (Crum, 1982 ). Las bajas frecuencias ultrasónicas del orden de 20-40 KHz producen el crecimiento de micronúcleos que originarán nuevos centros de cavitación ( Esche, 1952 ) " (Laird y Walmsley, 1991).

"Aunque es teóricamente posible que la cavitación transitoria ocurra con el instrumento endosónico, es imposible que suficientes campos de alta presión acústica, se generen alrededor de la lima. La ancha punta oscilatoria del escaler ultrasónico produce un alto campo de presión acústica, facilitando la actividad cavitacional. Pero las limas endosónicas sometidas a oscilación con amplitudes de desplazamiento similares, no son capaces de generar campos de presión acústica lo suficientemente grande para producir la cavitación transitoria " ( Walmsley , 1987 ).

Resultados preliminares de la medición de la actividad cavitacional que ocurre alrededor de la lima endosónica, han sugerido que la cavitación transitoria es pequeña o simplemente no ocurre ( Laird y Walmsley, 1991).

Las razones de esto serían:

- 1º El nivel utilizado de energía, está lejos del rango al cual ocurre la cavitación.
- 2º Con la técnica de instrumentación recomendada, disminuye considerablemente el movimiento oscilatorio de la lima y su amplitud de desplazamiento, imposibilitando la ocurrencia de la cavitación. (Ahmad y cols., 1988).

### 3.- Irrigación.

Los instrumentos endosónicos se caracterizan por poseer un sistema de irrigación permanente, que complementa el debridaje mecánico del conducto.

Durante la preparación del conducto, la irrigación sirve para:

- ♦ Lavar de detritus el conducto
- ♦ Disolver materiales orgánicos
- ♦ Facilitar la penetración y lubricación de los instrumentos
- ♦ Desinfectar el conducto a través de las propiedades bactericidas del irrigante y remoción mecánica de bacterias.
- ♦ Refrigerar, impidiendo el aumento de temperatura en los tejidos.

Estos efectos dependerán del tipo de irrigante usado. El irrigante preferido por excelencia es el hipoclorito de sodio, ya que posee la capacidad de disolver tejidos orgánicos junto a su capacidad bactericida.

La óptima concentración de hipoclorito de sodio parece ser alrededor de 2 a 3 % (Cunningham y cols., 1982a) esto sería suficiente para actuar tanto como lubricante y como solución bactericida (Martin, 1976).

Estudios iniciales han mostrado que el hipoclorito es más efectivo cuando es usado en conjunto con el sistema endosónico comparándolo con el uso de instrumentación manual (Cunningham y cols., 1982a; Langeland y cols., 1985).

Sin embargo, algunos instrumentos endosónicos no han sido diseñados para resistir la naturaleza corrosiva del hipoclorito de sodio, y los fabricantes recomiendan usar agua.

No está claro si la solución de irrigación alcanza la lima oscilante dentro del conducto mientras hay un suficiente movimiento circulante y reaprovisionamiento de la solución durante su operación. Con recientes evidencias, se sugiere que el irrigante es lento para proporcionar irrigación apical ( Krell y Johnson, 1988; Walmsley, 1987).

Es importante destacar que ultrasonido e hipoclorito se potencian entre sí, ya que la temperatura del hipoclorito se eleva con el calor friccional generado por la oscilación de la lima, permitiendo una mayor efectividad de sus propiedades químicas (Cunningham y cols., 1980; 1982a,b). Por otro lado, el irrigante permite lavar y lubricar la lima ultrasónica mejorando su capacidad de corte. Esto se denomina SINERGISMO.

#### 4.- Acción de Limado.

Los instrumentos manuales son usados con movimientos longitudinales de tracción, desarrollando su acción de limado por contacto físico con las paredes dentinarias. Del mismo modo, los instrumentos endosónicos están diseñados para limar mecánicamente las paredes del conducto radicular ( Walmsley, 1987 ).

Los antinodos describen una órbita elíptica dentro del conducto, y como producto de ellos, la dentina es desgastada. Al ser los antinodos la parte funcional de la lima, se hace necesario efectuar constantes movimientos axiales por parte del operador para asegurar una superficie lisa del conducto ( Zamora, 1990 ).

Además, como se explicó anteriormente, la gran amplitud de oscilación ocurrirá en el extremo de la lima, produciendo una mayor acción de limado en el tercio apical del conducto. En un primer momento la lima será cargada, produciendo una pequeña oscilación en el ápice. Sin embargo, al ensanchar la lima progresivamente el conducto, la oscilación apical aumentará lentamente. Esto podría conducir eventualmente a un sobre-ensanchamiento del ápice llamado zip ( Stamos y cols., 1985 ).

La energía contenida en el modo de oscilación transversal es baja y consecuentemente la lima puede ser impedida de oscilar si una pequeña carga es aplicada en ella. La reducción en la amplitud de oscilación será dependiente de la magnitud de la carga y de su punto de aplicación ( Goodman y cols., 1985 ).

Al emplearse las limas endosónicas en conductos estrechos o curvos, se alteran radicalmente sus movimientos, llevando su oscilación transversal a diferentes puntos durante el contacto con la pared, cambiando la vibración y el desempeño clínico de la lima (Walmsley, 1987; Walmsley y Williams, 1989 ), pudiendo incluso dejar de vibrar en el tercio apical ( Ahmad y cols., 1988 ).

Después de analizar los fundamentos de los sistemas endosónicos se puede concluir que en el interior del conducto radicular, la cavitación es baja o simplemente no ocurre normalmente durante el limado ultrasónico, a menos que el conducto sea ensanchado previamente. Las corrientes acústicas ocurren y jugarían un importante papel en el debridaje ultrasónico del conducto. Pero la verdadera eficacia de los sistemas endosónicos puede ser explicada principalmente por la habilidad de limar mecánicamente dentina en conjunto de un permanente lavado del conducto radicular.

## IV. EFECTOS BIOLÓGICOS DEL ULTRASONIDO

“ La energía liberada hacia los tejidos circundantes es bastante limitada debido a la cantidad involucrada, la forma de uso del instrumento, y a la biofísica del diente y tejido óseo. Las paredes dentinarias del conducto radicular desarrollan una barrera de resistencia acústica a la energía ultrasónica. Lees en 1971, investigó las propiedades acústicas de estructuras mineralizadas y mostró que la dentina es casi 5 y el hueso 4 veces más resistente que el colágeno. Esta diferencia es importante al reducir la cantidad de energía ultrasónica que puede ser transmitida fuera de los confines del conducto. Esta barrera de resistencia dentina-hueso causa la reflexión de las ondas de energía que ocurren dentro del sistema canalicular. Debido a los cambios de velocidad y resistencia en la pulpa y en la interfase dentina-hueso, una cantidad de energía es reflejada. La refracción de la onda de energía también ocurre e induce una resonancia interna, conduciendo además a la reflexión interna de la onda ultrasónica. La onda ultrasónica remanente es reducida por divergencia y disminuye exponencialmente en los tejidos, siendo un medio de absorción biológico. La atenuación o reducción de energía ultrasónica en los tejidos, es por lo tanto debido a la reflexión, refracción, divergencia y absorción ” ( Martin y Cunningham, 1982b ).

Además hay que señalar que la transmisión ocurre mayoritariamente al haber contacto físico de la lima con la superficie dentaria.

### 1.-Efecto Térmico

Al pasar una onda ultrasónica a través de los tejidos, su energía es reducida y disipada como calor, produciendo una elevación en la temperatura de éstos. Los efectos en los tejidos son dependientes del grado de elevación de la temperatura, del tiempo por el cual esto se mantiene, y de la sensibilidad térmica que presenten.

En la mayoría de los tejidos, la respuesta fisiológica normal será una alteración en el flujo sanguíneo de la región afectada, debido a la relajación refleja de las arteriolas. El incremento resultante en el flujo sanguíneo a través del área, tenderá a controlar los efectos calóricos dentro de un incremento limitado de temperatura, con una elevación de menos de 1°C, produciendo sólo un leve aumento del metabolismo local. Las excesivas temperaturas producirán inevitablemente un daño tisular ( Laird y Walmsley, 1991 ).

Sin embargo, hay que considerar que la aplicación de energía ultrasónica favorece el libre movimiento de la lima en un conducto húmedo, y con un flujo continuo de irrigante. Este actúa como refrigerante, absorbiendo gran parte del calor generado por la lima ultrasónica.

## 2.- Microcorrientes Acústicas

“ Si algún material biológico se encuentra en estos campos de corrientes, será sometido a un gran stress de corte y posiblemente dañado. Se ha demostrado previamente, que las corrientes acústicas pueden desorganizar el ADN, disgregar bacterias, inactivar enzimas y producir una gran variedad de efectos en muchos sistemas biológicos ” ( Williams, 1983 ).

Se ha observado que las ondas de corte hidrodinámico generadas por el stress acústico, son capaces de destruir células biológicas, de remover la superficie de mucopolisacáridos de células mamíferas y las capas viscosas de membrana ( Ahmad y cols., 1987b).

Para tener capacidad bactericida, las fuerzas de corte hidrodinámico debieran tener una magnitud de  $10^7$  Mega-Pascales (MPa). Con valores inferiores a éste, se produce una dispersión de los agregados bacterianos, favoreciendo el aumento en el número de unidades formadoras de colonias. Se ha demostrado que equipos ultrasónicos de 30 KHz., producen valores de corte hidrodinámico del orden de los  $10^6$  MPa., razón por la cual no presentan actividad bactericida al ser utilizados clínicamente ( Ahmad y cols., 1990 ).

“ Investigaciones “*in-vitro*” han mostrado que plaquetas humanas dentro de un campo de microcorrientes acústicas son fácilmente destruidas, e inducidas a su reacción de liberación de serotonina (Williams, 1974). Los campos de microcorrientes pueden ser producidos por puntas oscilando entre 20 - 85 KHz (Williams, 1977, 1981), causando agregación de plaquetas hasta formar un trombo el cual se adhiere a la pared del vaso o es embolizado por la corriente. Un campo de microcorrientes intravascular *in vivo*, además parece iniciar trombogénesis, la cual podría ocluir un vaso irreversiblemente (Williams, 1977). Se ha demostrado que el escaler ultrasónico que opera con una frecuencia de 25 KHz puede dañar plaquetas *in vivo* (Williams y Chater, 1980). El efecto es dosis dependiente, ya que una pequeña agregación ocurre con una baja selección de poder, comparado con una alta selección de poder donde una gran proporción de la población de plaquetas es destruida en un corto tiempo “ ( Walmsley y cols., 1987 ) .

Sin embargo, hay que mencionar que las plaquetas humanas son células excepcionalmente frágiles ante la acción de las microcorrientes acústicas, si las comparamos con los eritrocitos por ejemplo. Además pueden ocurrir cambios funcionales al aplicar dosis sub-letales ( Williams, 1983 ).

Las microcorrientes acústicas aplicadas “*in-vivo*” pueden producir la ruptura del flujo sanguíneo al operar puntas con 20 KHz.. La alta amplitud de agregado gelatinoso de plaquetas puede producir un émbolo, resultando en una posible oclusión de los vasos sanguíneos (Walmsley y cols., 1987 ).

La figura 5 representa el extremo de una punta de escaler, oscilando con una amplitud de desplazamiento de  $15\ \mu\text{m}$ . El flujo sanguíneo se interrumpe, observando dos remolinos de microcorrientes externas constituidos por zonas oscuras, donde tanto plaquetas y eritrocitos son eliminados del flujo sanguíneo. Esta remoción de células sanguíneas produce un área limpia de plasma inmediatamente adyacente al campo de microcorrientes. Después de una serie de aplicaciones, cada segundo que pasa, una masa gelatinosa se ve adherida a la pared opuesta del vaso (fig.5). Plaquetas y quizás eritrocitos parecen ser dañados por la fuerza de corte, siendo inducidas a su reacción de liberación. La agregación resultante produce la formación de un trombo plaquetario. Esta masa adhesiva de plaquetas se une por si sola a la superficie del endotelio intacto, el cual llega a contactar. Con el tiempo, estos fragmentos se pueden desprender transformándose en émbolos. Finalmente con una aplicación continua, ocurre la oclusión del vaso sanguíneo por el trombo, llegando el flujo a cero (Walmsley y cols., 1987).

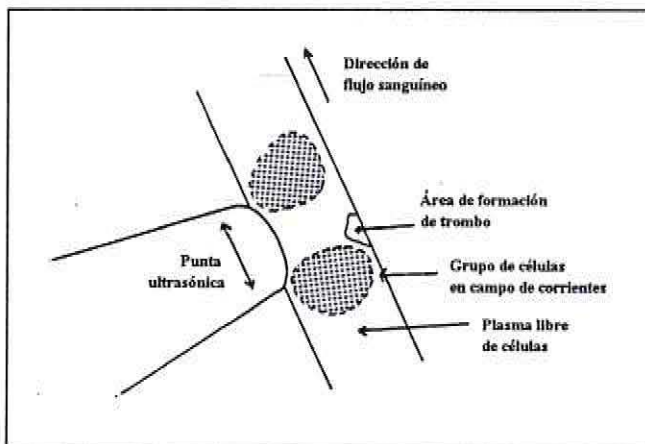


Fig. 5.- Esquema de la aplicación de un escaler ultrasónico en un vaso sanguíneo, y sus efectos biológicos

Muchos de los efectos biológicos anteriormente enunciados, han sido descritos para la aplicación de un escaler ultrasónico. Si fuese extrapolable a la instrumentación de conductos radiculares, se debería producir en menor cuantía y a nivel de los tejidos periapicales.

### 3.- Cavitación

“ La irrigación energizada ultrasónicamente actúa como catalizador tanto físico y mecánico. La acción de cavitación disloca los restos pulpares, creando un efecto de vacío que elimina el material orgánico (ver fig. 6). Esto es lo que se espera que ocurra en las ramificaciones con una corriente de irrigante, logrando así ser abarcadas ” ( Cunningham y Martin, 1982 ).

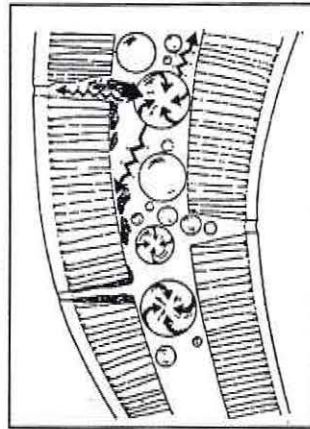


Fig. 6.- Esquema del fenómeno de cavitación en un conducto radicular, donde se observa la remoción de material orgánico.

Además, la cavitación transitoria es capaz de inducir la formación de radicales libres como por ejemplo, el hidroxilo ( $\text{OH}^\cdot$ ) y los átomos de hidrógeno ( $\text{H}^\cdot$ ) producidos por sacudidas pirolíticas de agua. Se sabe que los radicales libres producen daños al ADN, generando mutaciones. Sin embargo, estudios con ultrasonido dental han demostrado que los radicales libres producidos, no son capaces de incrementar la tasa de mutación de ciertas bacterias, por lo que no serían mutagénicos en los tejidos blandos dentarios bajo condiciones normales de uso ( Hirst, 1991 ).

La cavitación ha sido señalada históricamente como el mecanismo responsable de la muerte bacteriana cuando se someten a radiación ultrasónica. Es necesaria una gran amplitud en el desplazamiento de la lima para que ello ocurra. Aun así, puede que tampoco se lleve a cabo, debido a la viscosidad de la suspensión que se encuentra en el conducto, la que producto de los detritus se va incrementando. Se ha establecido que un aumento en la viscosidad, elevaría el umbral de cavitación, dificultando más su ocurrencia ( Ahmad y cols., 1990 ).

Como se señaló en forma previa, actualmente se pone en duda la ocurrencia de cavitación durante la instrumentación ultrasónica de los conductos radiculares. Por lo tanto, todos los efectos aquí descritos no tendrían validez si es que no ocurre la cavitación.

#### 4.- Irradiación de Fuerzas

“ Si un cuerpo se encuentra en medio de un campo ultrasónico, será sometido a una fuerza, la cual tiende a empujarlo en la dirección de propagación de la onda ( Wells, 1977). Esta fuerza es pequeña, pero en un campo de onda estancado podría ser realzada y actuar a corta distancia, así estas partículas densas en el medio, son conducidas a regiones de máxima amplitud de presión acústica. En los vasos sanguíneos esto puede causar agregación local de células sanguíneas llevando a un éxtasis vascular ( Dyson y cols., 1968 ). Las fuerzas irradiadas pueden también aumentar la actividad cavitacional dentro de un campo de onda estático (Nyborg, 1977) ” ( Laird y Walmsley, 1991 ).

Los efectos anteriormente descritos se podrían producir a nivel apical donde actuarían sobre el muñón pulpar y tejidos adyacentes, favoreciendo los procesos de reparación. Si bien no hay estudios al respecto, los resultados obtenidos en investigaciones básicas en Periodoncia utilizando un escaler ultrasónico, relatan una cicatrización más rápida de los tejidos gingivales ( Bhaskar y cols., 1972), a pesar de que se observa histológicamente una destrucción de las fibras periodontales y coagulación superficial ( Zach , 1961; Schaffer y cols., 1964 ).



## V. SISTEMA SÓNICO MM1500

El sistema sónico MM1500 (Micro Mega, Prodonta S.A. Genève, Suiza ) opera con una frecuencia de 1.5 KHz., y está constituido por una pieza de mano con tres tipos de limas endosónicas disponibles.

**A) Pieza de mano.** La pieza de mano sónica MM1500 tiene aproximadamente 15 cm de longitud y 56 gs. de peso. Se conecta directamente a la toma de aire presurizado de la unidad dental (2.2 Bar o 32 PSI ), utilizando indistintamente sistema Borden , Midwest o ISO turbine.

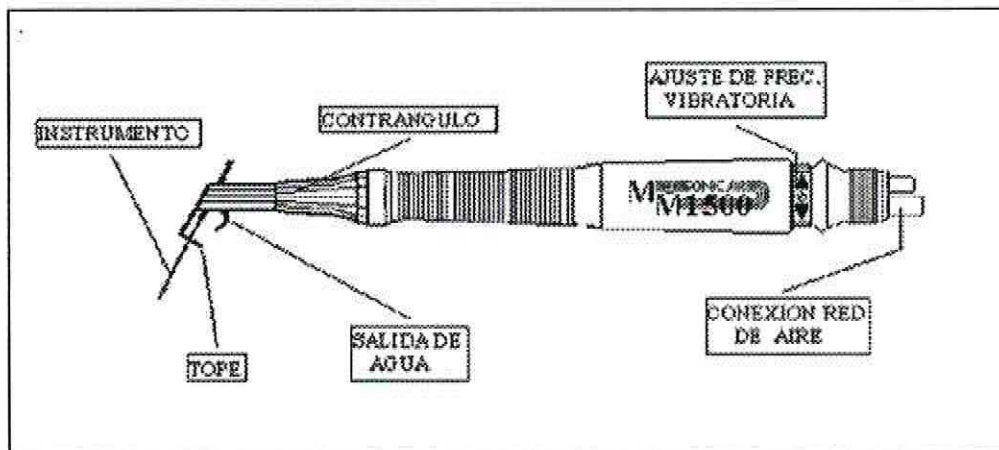


Fig. 7.- Esquema de la Pieza de Mano Sonic Air MM1500.

La entrada de aire es controlada por una válvula de anillo ajustable (ver fig 8.-), ubicada cerca del terminal de acople del aparato. El anillo rota en ambos sentidos con un rango límite. Una flecha verde ubicada en uno de los sentidos indica la dirección para cerrar el paso de aire, y la roja en el otro, indica la dirección para lograr apertura total.



Fig. 8.- Anillo regulador de aire.

En el cabezal de la pieza de mano, se conecta la lima endosónica a través de un sistema de toma por presión, fijando la lima a la longitud deseada, con una angulación de  $70^\circ$  respecto al eje del instrumento. Se encuentra además un tope metálico para poder controlar la longitud de trabajo, sin entorpecer la salida del elemento irrigante (Waplinton y cols., 1995).

**B) Limas.** Las limas disponibles para el sistema son:

- **SHAPER.** Posee barbas que sobresalen de su eje central, con una disposición en espiral suelto, similar a una lima K. La serie de limas está basada en la estandarización de la ISO, clasificadas del 10 al 45. Posee una punta de seguridad, que corresponde a los 2 milímetros apicales que no presenta barbas, terminando en punta roma. (ver fig.9) (Waplinton y cols., 1995). Está disponible en longitud de 21 y 25 milímetros. El hecho de estar estandarizada facilita su uso en combinación con instrumental manual.



Fig. 9.- Extremo apical de una lima Shaper

- **RISPISONIC.** Posee barbas más agresivas, formando un espiral corto similar a la lima Hedström. No posee estandarización ISO, encontrando diversos tamaños implementados en una serie del 1 al 6 según el sistema seriado antiguo. La serie de la lima aumenta desde los tamaños más pequeños (nº1 al nº3) que son flexibles, a los más grandes (nº4 al nº6) que son a la vez más rígidos. Presenta también punta de seguridad inactiva y están disponibles en 19 y 22 milímetros de longitud ( Waplinton y cols., 1995 ) (fig 10 ).

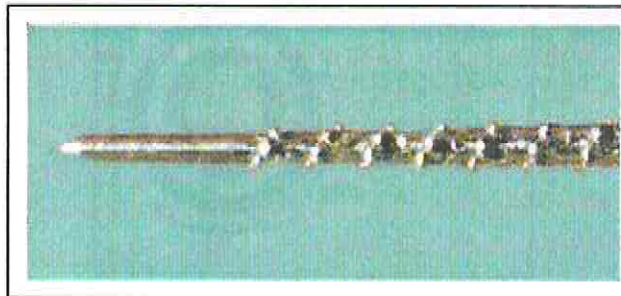


Fig. 10.- Extremo apical de una lima Rispisonic.

- ♦ HELIOSONIC: También llamada Triosonic, al parecer una triple lima Hedström. Ellas proveen una vibración lateral poco eficiente y han sido dejadas de lado por los fabricantes (Le Berre, 1993).

Hay que destacar que el Sonic Air MM1500, es el único sistema endosónico que posee limas nº10.

En el procedimiento de tallado canalicular, las puntas de las barbas se entierran en dentina, produciendo un efecto de cepillado sobre las paredes del conducto, generando un polvillo dentinario.

Bolanos y cols.(1988) recomiendan utilizar las limas Shaper en el tercio apical y las Rispionic para los dos tercios coronarios.

Estas limas se caracterizan por tener puntas inactivas. Aunque la punta tenga posiblemente un efecto inhibitorio en la capacidad de remover dentina, resguardará la integridad de la región apical, previniendo la formación de zip u otras aberraciones, y además reduce la posibilidad de perforación radicular durante la instrumentación ( Dummer y cols., 1993; Le Berre, 1993 ).

## 1.-FUNCIONAMIENTO

La pieza de mano Sonic Air se conecta al sistema de alta velocidad de la unidad dental. El aire entra al interior de un cilindro central con gran velocidad, ingresando posteriormente a un sistema de inyectores ubicados tangencialmente al tubo central (ver fig.11). Estos inyectores alimentan de aire a un rotor de precisión que se encuentra rodeando al cilindro central; logrando de esta manera que el rotor gire, con una velocidad uniforme.

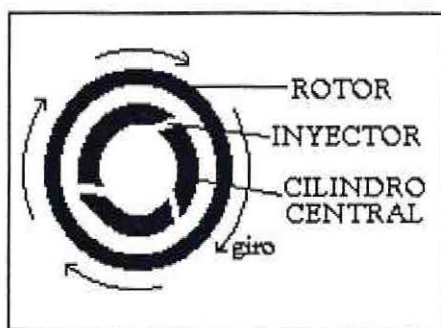


Fig. 11.- Corte transversal del cilindro central y rotor.

Debido a la delgadez del colchón de aire de alta presión que se produce entre el cilindro y el rotor, al continuar llegando aire se produce un régimen turbulento, provocando la vibración del rotor, la que es transmitida al cilindro central como onda magnética, con la misma frecuencia con que lo hace el rotor, produciendo la vibración mecánica del cabezal y la lima (Abu-Mohor y De Goyeneche, 1995).

Se considera indispensable la apertura en el punto medio del anillo, ya que con un flujo de aire inferior a éste, el desplazamiento es mínimo o se reduce progresivamente hasta llegar a cero (Lumley y cols., 1994).

## 2.-PATRON DE OSCILACIÓN DE LA LIMA

Al oscilar libremente en el aire, la lima describe un movimiento transversal al ser vista lateralmente, con sólo un antinodo en la punta de la lima y un punto nodal ubicado aproximadamente a 15 milímetros del mango (ver fig.12a). Además describe un patrón elíptico a lo largo del eje de la lima (Walmsley y cols., 1989; Lumley y cols., 1994).

Los diferentes diseños, dimensiones y longitudes de limas tienden a oscilar en forma distinta. Disminuye el desplazamiento al aumentar la longitud y el grosor de la lima (Lumley y cols., 1994).

Regulando el anillo de la válvula, se obtiene una mayor amplitud de desplazamiento con la apertura media. Al aumentar el paso de aire, la amplitud disminuirá hasta estabilizarse en un valor inferior (Lumley y cols., 1994).

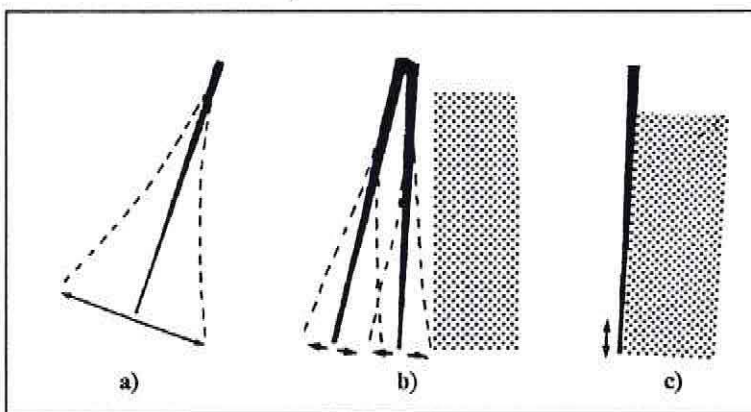


Fig. 12.- Patrón de oscilación de la lima:

a) Al oscilar libremente    b) Al oscilar en espacios estrechos    c) Al contactar con las paredes del conducto

Bajo cargas livianas, o al posicionar la lima en espacios estrechos y sin trazarla, el movimiento de la lima tiende a ser reflejado, pareciendo estar compuesto de dos oscilaciones (fig 12b). Esto es debido a la doble superposición de la lima que rebota en el cuerpo sólido (Walmsley y cols., 1989).

La lima que contacta con un cuerpo sólido con una carga de 25 gs. o más, cambiará su patrón de oscilación, eliminando totalmente el amplio movimiento transversal que es reemplazado por una verdadera vibración longitudinal de la lima (fig.12c) (Walmsley y cols., 1989). Este movimiento longitudinal es de pequeña magnitud ( 80  $\mu\text{m}$  ) pero es muy efectivo en su acción. Esta situación ocurre cuando se ubica la lima en un conducto demasiado estrecho, en el cual se produce el atrapamiento de ella (Lumley y cols., 1988).

La presencia de un movimiento longitudinal de la lima tiene diversas características. Primero, es más pequeño que la oscilación transversal vista en el aire. Además no es afectado por el ajuste de energía del instrumento (Walmsley y cols., 1989).

### **3.-CARGA APLICADA**

Como se explicó anteriormente, al aplicar una carga, se reduce la amplitud de oscilación transversal, apareciendo el desplazamiento longitudinal de las limas. Las cargas superiores a 40 gs. disminuyen el desplazamiento longitudinal (Walmsley y cols., 1989).

Los valores de carga aplicados por el operador han sido medidos, fluctuando éstos en un rango de 100 a 140gs, obteniéndose valores superiores con instrumentos de mayor tamaño (Lumley y cols., 1993). Con cargas de 100- 150gs. la oscilación del sistema sónico MM3000 se ha encontrado que posee reducida magnitud (Walmsley y cols., 1989).

### **4.-IRRIGANTE**

En el caso del Sonic Air MM1500, el irrigante comunmente usado es agua de la red o agua bidestilada, proveniente de la unidad dental. Esta fluye por un tubo paralelo al cilindro central, apareciendo a nivel del portalimas en el cabezal de la pieza de mano, entregando un chorro continuo de agua desde el momento en que la frecuencia de vibración de la pieza está apropiadamente regulada. De este modo las ondas serán capaces de transportar el fluido hasta la punta del instrumento, ya que es esencial que el irrigante sea suficiente, y que llegue directo al sistema de corte (Abu-Mohor y De Goyeneche, 1995).

Opcionalmente, el Sonic Air dispone de un reservorio especial para proveer irrigación continua de hipoclorito, EDTA, u otro. Sin embargo, no es muy usado debido a que aumenta el costo del instrumento en un 70% se le considera complicado de utilizar (Le Berre, 1993).

Aunque el hipoclorito podría ser introducido a través de la pieza de mano, produce un fino spray o aerosol, por lo que el operador prefiere usar la irrigación con hipoclorito solamente durante la instrumentación manual. Sin embargo, esto podría reducir el sinergismo entre la lima oscilante sónica y el irrigante (Waplinton y cols., 1995).

## 5.-AJUSTE DEL INSTRUMENTO

Se utiliza para ello el anillo que regula la entrada de aire, ajustando las vibraciones de la lima a un milímetro de amplitud.

Como se mencionó anteriormente, la amplitud de vibración dependerá de la longitud y diámetro de la lima, por lo que es necesario ajustar el anillo cada vez que se cambie de lima o se modifique su longitud.

## 6.-TÉCNICA

Existen varias técnicas y modificaciones de éstas para la utilización de este sistema. A continuación describiremos la técnica que recomienda el fabricante.

### 1.- Posicionamiento de la goma dique.

**2.- Penetración inicial del conducto.** Se realiza con ayuda de limas K seguidas de limas Hedström (o de instrumentos especialmente diseñados por Micro-Mega, las MMC y MME) de los números 08, 10 o 15 según el caso. Esta preparación es exclusivamente manual, y no requiere asistencia mecánica o acústica.

**3.- Eliminación de interferencias.** (Sólo en casos complejos) Se inserta una lima Rispisonic nº0 o una lima Shaper nº10 en el MM1500, y sin activarlo, es introducido al conducto. Una vez activado se pone en contacto con las paredes de éste, eliminando las interferencias en el tercio coronal. Además tiene el propósito de evitar la formación de empaquetamiento dentinario y la extrusión de detritus hacia el ápice.

### 4.- Preparación simultánea de la porción media y apical.

**4.1** Una lima Shaper nº10 es ajustada e introducida al conducto sin ser activada, a una profundidad de 1 milímetro menos que la longitud de trabajo establecida (LT). La presencia del tope metálico en anillo facilita la inserción del instrumento a la propia longitud de trabajo sónica (LT -1 mm).

Una vez ubicada en el interior del conducto se activa el instrumento. El operador debe aplicar los siguientes movimientos para completar la acción de las ondas acústicas :

UN MOVIMIENTO VERTICAL de 2 a 3 milímetros para preparar la porción apical (ver fig.13), evitando el flujo de la solución de irrigación fuera del ápice. Para ensanchar los dos tercios coronarios, el movimiento vertical se incrementa a 3 - 5 milímetros (ver fig.14).

UN MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN efectuado sobre toda la superficie del conducto. De este modo se incrementa el volumen original del conducto, sin alterar su forma.

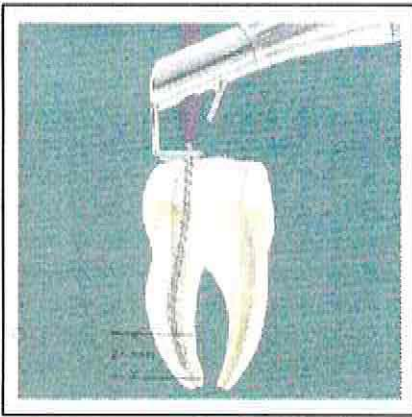


Fig. 13.- Preparación Sónica de la porción apical del conducto radicular.

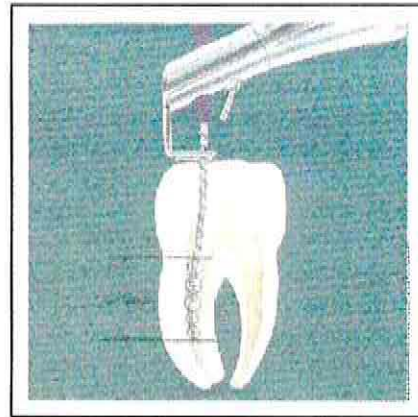


Fig. 14.- Preparación Sónica de los dos tercios coronales del conducto radicular.

**4.2** Después de instrumentar con la Shaper nº10, una lima manual nº15 debe ser introducida al conducto a la longitud de trabajo (LT), con el fin de preparar los 3 a 4 mm. apicales, asegurando la conicidad del conducto y la ausencia de limallas dentinarias en su interior.

Posteriormente se continúa la preparación con la activación de las Shaper nº15 al nº40. Así se instrumenta de la forma antes descrita el conducto a longitud de trabajo sónica (LT-1mm.), para posteriormente seguir intercalando la serie de limas K manual del 20 al 45 (a LT).

**5.- Preparación final con instrumental manual.** Se continúa con instrumentación manual hasta obtener una terminación apical acorde con el resto del conducto, y que ajuste con el diámetro del cono maestro de gutapercha utilizado para la obturación radicular.

De este modo, al finalizar la preparación biomecánica, obtenemos un conducto que ha sido preparado sónicamente, excepto en los 2 - 3 milímetros apicales que es exclusivamente manual (fig. 16).

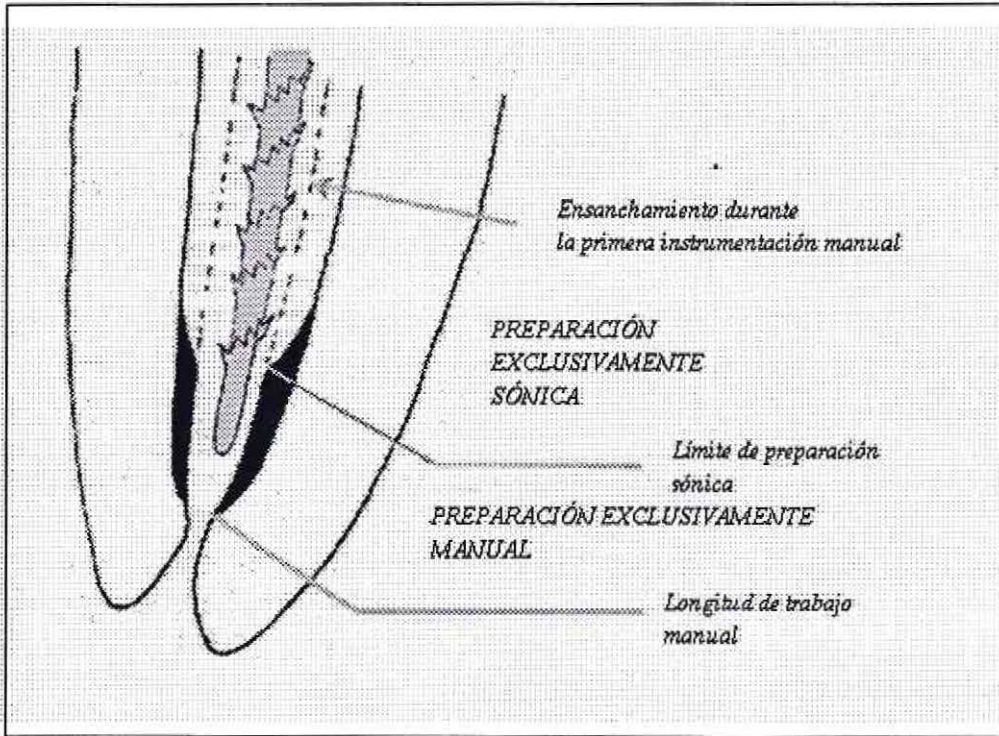


Foto 16.- Esquema del conducto radicular una vez terminada la preparación biomecánica sónica.

## 7.-VENTAJAS

Se ha descrito un gran número de ventajas del Sonic Air MM1500, tanto en la literatura (Yahya y El Deeb, 1989; Pugh y cols., 1989; Waplington y cols., 1995), como en catálogos publicitarios del fabricante:

- **Conexión directa** de la pieza de mano a la toma de aire de alta velocidad de la unidad dental.
- **Menor costo** que un equipo ultrasónico.
- El instrumento **puede ser esterilizado**.
- Dispone de **limas nº10**.
- Actualmente dispone de un reservorio opcional para utilizar el **irrigante de elección**.
- **Visibilidad perfecta**, gracias a su menor tamaño, con respecto a modelos anteriores.
- **Precisión**, gracias al posicionador que fija la lima, y evita todo riesgo de error en la calibración a la longitud de trabajo.
- **Mayor rapidez**. Algunos autores concuerdan en decir que la ganancia de tiempo con respecto a la preparación manual, puede ser de 10 a 15 minutos por tratamiento.
- **Menor fatiga y mayor seguridad** del operador, ya que gracias a sus limas con puntas romas e inactivas y utilizando la secuencia operatoria del fabricante, permite disminuir el riesgo de accidentes endodónticos (fractura de instrumentos, formación de escalones, transportación apical, falsas vías, deformación apical, zip, etc.).
- **No produce elevación de la temperatura** (por trabajar a 1500 Hz.)
- **Mayor eficacia**, gracias a los movimientos oscilatorios de sus limas Shaper y Rispisonic, en conjunto con irrigación permanente.
- **Previene el empacamiento dentinario y la extrusión de detritus hacia el periápice**.

## OBJETIVOS



### OBJETIVOS GENERALES.

- Revisar los aspectos teóricos de la energía ultrasónica y su empleo en endodoncia.
- Realizar “*in-vivo*” las técnicas de preparación biomecánica manual convencional y la técnica del Sonic Air MM1500.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer los fundamentos teóricos en que se basa la preparación biomecánica endosónica.
- Conocer los mecanismos de acción y efectos colaterales derivados de la aplicación de la energía ultrasónica en los tejidos bucales.
- Conocer el manejo y familiarizarse con el instrumento Sonic Air MM1500 para efectuar posteriormente su aplicación clínica.
- Efectuar un estudio clínico comparativo entre la técnica manual convencional y la técnica del Sonic Air MM1500 utilizando para ésto, los siguientes parámetros:

*Tiempo de preparación.*

*Longitud de trabajo.*

*Confección de escalones.*

*Fractura de instrumentos.*

*Perforación radicular.*

*Desinfección del conducto.*

*Sintomatología post-instrumentación.*

## MATERIALES Y MÉTODO

### Universo.

Se consideró como tal al conjunto de pacientes en espera de recibir tratamiento endodóntico, de los registros de la Unidad Clínica de Examen, Orientación y Tratamiento (U.C.E.O.T.) de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, y de la Sección de Orientación Médico-Estadística (S.O.M.E.) del Hospital Dr. Gustavo Fricke de Viña del Mar.

### Muestra.

Se seleccionaron 25 dientes que cumplían los requisitos de ser unirradiculares, presentando sólo un conducto; descartando los que presentaban displaceraciones radiculares, calcificación de conductos, necesidad de retratamiento, y diagnósticos como endorrizálisis y lesiones endoperiodontales.

Se clasificó los dientes según sus la similitud de las características anatómicas, en tres grupos dentarios:

- Grupo Incisivos Centrales - Caninos: constituido por incisivos centrales superiores y caninos superiores que presentaban conductos rectos, relativamente amplios.
- Grupo Incisivos Laterales: constituido por incisivos laterales superiores, que presentaban conductos no muy amplios, con una cierta curvatura apical.
- Grupo Premolares: constituido por premolares superiores e inferiores, que poseían un conducto recto.

En cuanto al diagnóstico de los dientes, se los clasificó en dos grupos:

- Vitales: aquellos dientes que presentaban un diagnóstico de pulpitis, ó estaban sanos.
- No Vitales: aquellos dientes que presentaban mortificación pulpar, vale decir, diagnósticos como gangrena, necrosis pulpar, y sus complicaciones.

Aquellos pacientes que acudieron con el diente despulpado previamente, se consignaron como no vitales cuando el diagnóstico que motivó la interconsulta así lo señalaba, como también cuando la fecha de su realización superaba los 6 meses para los dientes con diagnóstico de pulpitis.

Finalmente se distribuyeron arbitrariamente los dientes en un GRUPO CONTROL (Técnica Manual Convencional) y un GRUPO EXPERIMENTAL (Técnica del Sonic Air MM1500). La distribución obedeció a razones de conveniencia y estudio, intentando dejar 2 grupos homogéneos, a medida que se presentaban los pacientes.

Los grupos quedaron constituidos de la siguiente forma:

GRUPO CONTROL : 11 dientes  
GRUPO EXPERIMENTAL : 14 dientes

La distribución de los pacientes según grupo dentario para ambas técnicas corresponde a:

Grupo Dentario	T. Manual	T. Sónica
I. Central Caninos	6	7
I. Laterales	4	3
Premolares	1	4
TOTAL	11	14

Distribución de los dientes según diagnóstico en ambas técnicas:

Diagnóstico	T. Manual	T. Sónica
Vital	6	3
No Vital	5	11
TOTAL	11	14

Los tratamientos fueron efectuados por dos operadores. Con la finalidad de calibrarse, estandarizar la técnica, conocer el manejo y familiarizarse con el instrumento Sonic Air MM1500, se realizó un entrenamiento previo "*in-vitro*" en que cada operador instrumentó sónicamente 10 especímenes anteriores siguiendo las instrucciones del fabricante.

Cada paciente fue sometido a un examen clínico recopilando los datos obtenidos en una ficha clínica (Anexo 1), que se confeccionó para la investigación.

Se dio inicio a cada tratamiento efectuando aislamiento absoluto y desinfección del campo operatorio, seguido éste por la fase de apertura, empleando para ello una piedra redonda de diamante de alta velocidad, y las fresas de carbide de baja velocidad redonda y troncocónica.

Una vez finalizada esta etapa se efectuó la pulpectomía respectiva (biopulpectomía ó necropulpectomía) utilizando extirpadores pulpares e irrigando con Técnica de Grossman. Se efectuó el control de longitud con el método directo radiográfico, utilizando una lima tipo K nº15. Posteriormente se medicó con paramonoclorofenolalcanforado y se sellaron todas las aperturas endodónticas con eugenolato de zinc.

Se determinó la longitud de trabajo (LT), utilizando para ello la radiografía de control de longitud.

Antes de efectuar la preparación biomecánica, se evaluó la sintomatología que presentaba el diente y se procedió a tomar un cultivo bacteriológico. Finalmente se realizó un examen inspectivo del conducto, con una lima tipo K nº10, para detectar variaciones anatómicas tales como estrechamiento del conducto o interferencias intrarradiculares.

#### **GRUPO CONTROL: Técnica manual convencional.**

Para la etapa de preparación biomecánica manual se utilizaron limas tipo K con sus respectivos topes de silicona. La técnica consistió en utilizar las limas con movimientos de intrusión - extrusión y presión lateral, describiendo a la vez un movimiento circunferencial en todas las paredes del conducto. Se irrigó con 2 ml. de suero fisiológico estéril entre cada instrumento. Cada lima de la serie se empleó hasta percibirse holgada en el interior del conducto y la última utilizada fue dos números mayor en la serie a aquella que eliminó dentina blanquecina en primera instancia.

#### **GRUPO EXPERIMENTAL: Técnica sónica con el Sonic Air MM1500.**

Se inició la preparación instrumentando el conducto con una lima tipo K nº10 a longitud de trabajo (LT). Se continuó con la lima Shaper nº10 a un milímetro menos que la longitud de trabajo (LT - 1mm.). Una vez que se ubicó el instrumento en el interior del conducto, se activó durante 15 segundos dejando vibrar libremente la lima, al final de los cuales se iniciaron los movimientos verticales de 2 a 3 milímetros para el tercio apical y de 3 a 5 mm. para los tercios coronal y medio. A la vez se efectuó presión lateral y el movimiento de traslación a lo largo del conducto. Una vez realizado, se prosiguió de igual forma con los demás instrumentos de la serie, intercalando Limas K a longitud de trabajo (LT) y Shaper a longitud de trabajo sónica (LT-1mm). Se finalizó la preparación continuando con las limas K necesarias para tallar la porción apical del conducto. El sistema de irrigación utilizado fue la conexión del instrumento sónico a la red de agua del equipo dental, agregando 2ml. de suero fisiológico estéril después de cada lima K.

Se registró en la ficha el tiempo empleado durante la etapa de preparación biomecánica y la ocurrencia de fractura de instrumentos u otras consideraciones, indicando su número y ubicación.

Posteriormente se secó el conducto con motas de algodón y conos de papel estériles, efectuando la toma de muestra para realizar el cultivo bacteriológico post-instrumentación.

Finalmente se irrigó con 2ml. de solución irrigante según Técnica de Grossman, finalizando con 2ml de suero fisiológico; se secó con conos de papel estériles, se medicó con paramonoclorofenolalcanforado y se selló con eugenolato de zinc. Debido a la imposibilidad de evaluar clínicamente al paciente 24 y 48 horas después de realizar la preparación biomecánica, se le hizo entrega de un pequeño cuestionario acerca de la evolución de la sintomatología post-instrumentación (anexo 2).

A la sesión siguiente se evaluó la sintomatología con que regresó el paciente, registrando la información del cuestionario entregado. Posteriormente se efectuó el examen canalicular post-instrumentación. Se continuó, ajustando el cono maestro y tomando el control radiográfico de pre-obturación.

La obturación se realizó empleando la técnica de condensación lateral y cemento de Grossman como sellador. En la misma sesión se obtuvo una radiografía de control de obturación. A la semana después, se efectuó el control post-operatorio.

## VARIABLES

Las variables en estudio para cada preparación fueron:

**A) Tiempo de preparación.** Período de tiempo comprendido entre el inicio de la instrumentación con la primera lima manual, hasta la irrigación final con suero fisiológico después del último instrumento manual. Se utilizó un cronómetro, midiendo el tiempo en minutos. Se calculó el tiempo promedio para cada grupo dentario. Posteriormente se comparó la variación porcentual entre ambas técnicas, teniendo como 100% la técnica manual. Se descartó en la medición de este parámetro la ocurrencia de accidentes intra operatorios como la fractura de instrumentos.

**B) Respeto de la longitud de trabajo para cada conducto.** Se midió con una regla endodóntica milimetrada después del uso del último instrumento sónico y manual. Esta medida se restó a la longitud de trabajo determinada para el conducto; según esto se clasificó en:

Pérdida de longitud : Cuando la diferencia tiene un valor negativo.

Mantención de longitud : Cuando la diferencia tiene un valor cero.

Aumento de longitud : Cuando la diferencia tiene un valor positivo.

**C) Confección de escalón.** Cambio repentino en el diámetro del conducto, producto del desgaste dentinario originado por los instrumentos. Se detectó como un salto brusco en las paredes del conducto al examen post-instrumentación realizado con una lima tipo K n°10 una vez concluida la preparación del conducto, teniendo como antecedente el examen de pre-instrumentación efectuado con el mismo instrumento. Se clasificó en Sí ó No.

**D) Fractura de instrumentos.**

- Ocurrencia. Se consignó como Sí ó No.
- Ubicación. Es la distancia en milímetros desde el punto de fractura al extremo de un instrumento nuevo. Se calculó restando la longitud del instrumento fracturado a la original del instrumento.
- Identificación. Se consignó el número de instrumento en el cual ocurrió la fractura.

**E) Perforación radicular.** Defecto de la preparación del conducto, que corresponde a una desviación en la trayectoria original del mismo. Se detectó como una falsa vía, acompañada de hemorragia intracanalicular y sintomatología dolorosa al examen post-instrumentación (realizado con una lima tipo K n°10) una vez concluida la preparación del conducto. Se clasificó en Sí ó No.

**F) Desinfección del conducto.** Se controló la actividad bacteriana a través de muestras obtenidas antes y después de la preparación biomecánica, utilizando un cono de papel estéril embebido en el medio de cultivo como agente intermediario de transporte. El medio de cultivo líquido utilizado fue el de *Soya Trypticasa enriquecido con 0.5% de agar - agar*. El tiempo de incubación fue de 72 hrs. a una temperatura de 37°C. La turbidez, cambio de coloración, y formación de sedimento en el medio se consideró como cultivo positivo (ver anexo 3).

Según los resultados del cultivo pre-instrumentación se clasificó los positivos como conductos infectados, y los negativos como conductos no infectados.

Con los resultados del cultivo post-instrumentación, y considerando el estado inicial del conducto, se clasificó finalmente como:

- Desinfección del conducto. En el caso de un conducto infectado, en que se obtuvo un cultivo negativo después de la preparación.
- Mantiene nivel microbiano. En el caso en que se mantiene el resultado del cultivo previo, sea éste infectado ó no infectado.
- Contaminación del conducto. En el caso en el que un conducto no infectado, presenta un cultivo positivo después de la instrumentación.

**G) Sintomatología post-instrumentación.** Se evaluó clínicamente la sintomatología previa a la instrumentación. Una vez realizada ésta, se entregó un cuestionario al paciente (anexo 2) el cual registró la autoevaluación efectuada a las 24 y 48 horas. Posteriormente se

valoró a través del examen clínico efectuado una semana después de la instrumentación. Se tipificó el dolor como:

- Dolor espontáneo: Manifestación dolorosa percibida sin estímulo previo.
- Dolor a la palpación: Manifestación dolorosa percibida ante la palpación digital del fondo del vestíbulo o tejidos blandos del diente en cuestión.
- Dolor a la presión: Manifestación dolorosa percibida ante la palpación dentaria digital.
- Dolor a la percusión: Manifestación dolorosa percibida ante la percusión con el mango del espejo en sentido axial al diente.



## RESULTADOS

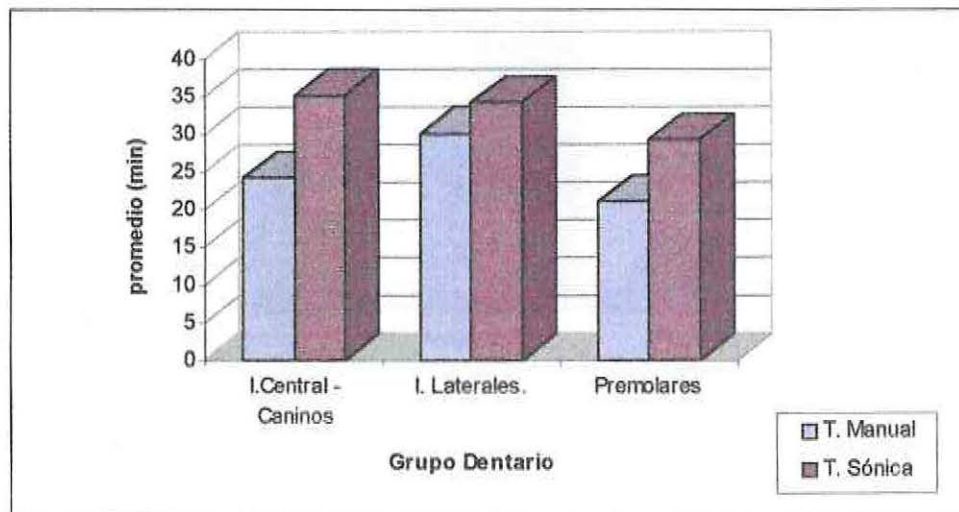
### A) Tiempo de preparación.

Tabla I: Tiempo de preparación promedio según grupo dentario y técnica empleada

Tiempo promedio (min)

Grupo Dentario	T. Manual	T. Sónica	$\Delta$ %
I. Central - Caninos	24	35	47
I. Laterales.	30	34	15
Premolares	21	29	39
Promedio Total	26	33	28

Gráfico 1: Tiempo de preparación promedio según grupo dentario y técnica empleada



El tiempo promedio de preparación empleando la Técnica Sónica resultó mayor que el de la Técnica Manual convencional.

La Técnica Sónica requirió de un 28% más de tiempo total, que la Técnica Manual.

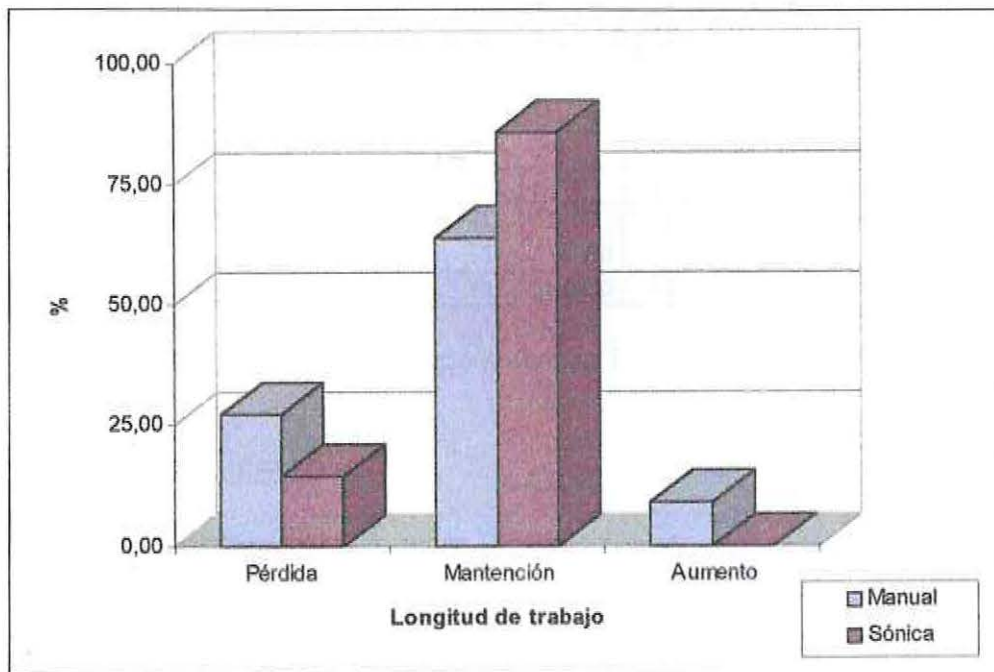
El grupo que sufrió mayor variación fue el de I. Centrales - Caninos, donde los tiempos fueron superiores en un 47%.

## B) Respeto de la Longitud de Trabajo.

Tabla II: Respeto de la Longitud de Trabajo según técnica empleada

Long. trabajo	T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%
Pérdida	3	27,27	2	14,29
Mantención	7	63,64	12	85,71
Aumento	1	9,09	0	0,00
TOTAL	11	100,00	14	100,00

Gráfico 2: Respeto de la Longitud de Trabajo según técnica empleada



La Técnica Sónica obtuvo un mayor porcentaje de mantención en la Longitud de Trabajo con un 85%.

La Técnica Manual, pierde Longitud de Trabajo en un 27% de los casos, a diferencia de la Técnica Sónica que lo hace en un 14%..

En cuanto al aumento de la Longitud de Trabajo, se observó un solo caso para la Técnica Manual.

### C) Confección de escalón.

Tabla III: Confección de escalón según Técnica empleada.

Escalón	T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%
Sí	0	0,00	0	0,00
No	11	100,00	14	100,00
TOTAL	11	100,00	14	100,00

Se observa en ambas técnicas ausencia de escalones.

### D) Fractura de instrumentos.

Tabla IV: Fractura de instrumentos según Técnica empleada.

Fractura	T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%
Sí	0	0,00	1	7,14
No	11	100,00	13	92,86
TOTAL	11	100,00	14	100,00

Se produjo una fractura de instrumento con la Técnica Sónica (7,14%).

### E) Perforación radicular.

Tabla V: Perforación radicular según Técnica empleada.

Perforación	T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%
Sí	0	0,00	0	0,00
No	11	100,00	14	100,00
TOTAL	11	100,00	14	100,00

No se presentaron casos de perforaciones para ninguna de las dos técnicas empleadas.

## F) Desinfección del conducto.

Tabla VI: Actividad bacteriana pre-instrumentación, según Técnica empleada.

Cond. previa	T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%
Infectado	4	40,00	10	71,43
No infectado	6	60,00	4	28,57
TOTAL	10	100,00	14	100,00

La condición bacteriológica previa, mayoritaria para la Técnica Manual, fue de 60% de conductos no infectados, y para la Técnica Sónica un 71,43% de conductos infectados.

Tabla VII: Condición bacteriológica post-instrumentación de los dientes, según condición previa y Técnica empleada.

Cond. posterior	Conductos Infectados				Conductos No infectados			
	T. Manual		T. Sónica		T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Desinfección	3	75,0	3	30,0	-	-	-	-
Mantiene	1	25,0	7	70,0	5	83,3	2	50,0
Contaminación	-	-	-	-	1	16,7	2	50,0
TOTAL	4	100,0	10	100,0	6	100,0	4	100,0

Gráfico 3: Condición bacteriológica post-instrumentación de los conductos Infectados, para cada Técnica empleada.

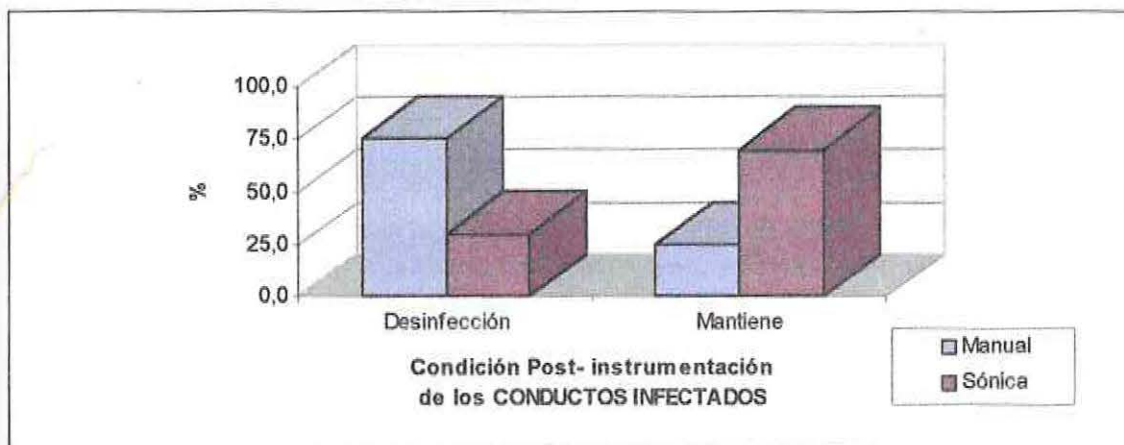
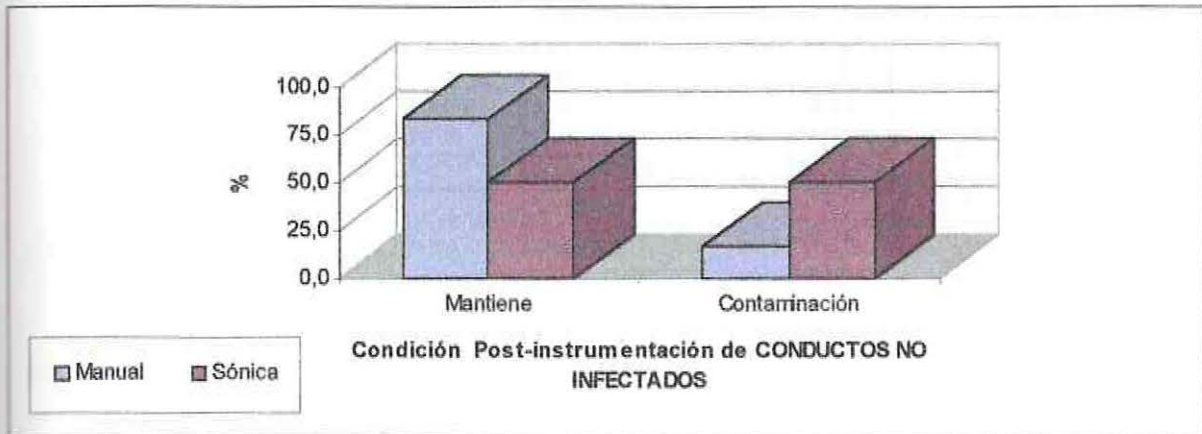


Gráfico 4: Condición bacteriológica post-instrumentación de los conductos No Infectados, para cada Técnica empleada.



Los conductos Infectados tratados con la Técnica Manual fueron desinfectados en un 75%, en comparación con la Técnica Sónica que lo hizo en un 30% .

Con la Técnica Manual, el 83,3% de los conductos No Infectados mantiene su condición; la Técnica Sónica lo hace en un 50% .

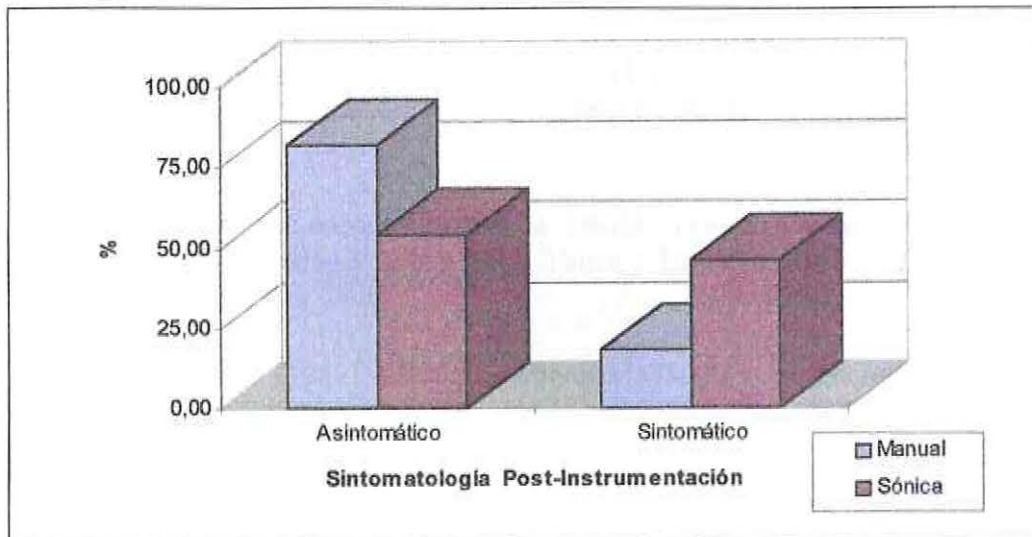


### G) Sintomatología Post-instrumentación.

Tabla VIII: Sintomatología Post-instrumentación, según Técnica empleada.

Post-Inst.	T. Manual		T. Sónica	
	nº	%	nº	%
Asintomático	9	81,82	7	53,85
Sintomático	2	18,18	6	46,15
TOTAL	11	100,00	13	100,00

Gráfico 5: Sintomatología Post-instrumentación, según Técnica empleada.



Se presentó un mayor número de dientes con sintomatología en la Técnica Sónica (46,15%), al compararlo con la Técnica Manual Convencional (18,18%).

## DISCUSIÓN

La selección de los dientes para cada técnica fue completamente arbitraria, intentando homogeneizar la muestra en cuanto a número y tipo de dientes tanto en el grupo control (Técnica Manual) como en el grupo experimental (Técnica Sónica).

Se observó un mayor valor de **tiempo promedio** total para la técnica sónica (33 minutos) comparado con la técnica manual (26 minutos). Esto se traduce en una diferencia de 28% más de tiempo para la técnica sónica respecto al tiempo de la técnica manual.

En el análisis de los diferentes grupos dentarios, se observó una mayor diferencia del tiempo promedio en el grupo de Incisivos centrales y Caninos, con un 47% más de tiempo para la técnica sónica.

La comparación en los grupos de Premolares e Incisivos laterales puede cuestionarse, ya que presentaron un menor número de dientes, y una distribución desigual para cada técnica.

Muchos autores han encontrado que la instrumentación sónica es más rápida que la manual convencional (Tronstad y cols., 1985; Yahya y El Deeb, 1989; Gaye y cols., 1991; Zakariassen y cols., 1992).

Yahya y El Deeb (1989), trabajaron con el MM3000 y no encontraron diferencias significativas al compararlo con la técnica manual convencional. En su metodología consideraban el tiempo empleado para eliminar la suficiente cantidad de dentina que permitiese el ingreso de una lima Hedström nº30 a longitud de trabajo.

Zakariassen y cols.(1992), utilizaron la instrumentación sónica en forma previa a la instrumentación apical, para permitir el acceso al conducto y terminaron utilizando una lima sónica Shaper nº15 o una Rispisonic nº1 a un milímetro menos que la longitud de trabajo, por un tiempo aproximado de 30 segundos; por lo tanto, utiliza el Sonic Air en forma previa y posterior al tallado manual del tercio apical. Como consecuencia de la técnica empleada por ellos, el tiempo empleado en la preparación del conducto se reduce significativamente.

Gaye y cols.(1991), en un estudio "*in-vivo*" utilizando el MM1500 en conductos curvos y de mayor dificultad, encontraron una reducción de 40% - 50% del tiempo de preparación manual con el uso de la técnica del Sonic Air MM1500. Este resultado difiere totalmente de los valores encontrados en este estudio atribuyendo ésto posiblemente a la mayor experiencia del operador.

Loushine y cols.(1989), en su estudio realizado "*in-vitro*", señalan que el tiempo de preparación no disminuye al utilizar el sistema sónico, al compararlo con la técnica manual.

El mayor tiempo utilizado en este estudio para la técnica sónica puede deberse a que se aplicó la técnica que indica el fabricante en el manual de instrucciones del MM1500. Esta describe un permanente cambio de instrumental en la pieza de mano, con la consiguiente medición de la longitud de trabajo y ajuste del anillo que regula la oscilación de la lima. Este hecho ha sido previamente señalado por Loushine y cols. en 1989.

Lo anterior involucra una pérdida de tiempo, que a pesar de trabajar a cuatro manos, nos lleva a ocupar tiempo extra, que sin ser clínico propiamente tal, incide directamente en el tiempo final de instrumentación que percibe el paciente.

La menor diferencia encontrada para el grupo de incisivos laterales podría deberse a que al poseer un conducto más fino, no fue necesario llegar hasta la última lima sónica (Shaper nº40), empleando sólo hasta la Shaper nº30 o nº35 según el caso. El resultado de esto, es un ahorro del tiempo total asociado al cambio de instrumental en la pieza de mano.

Además, el tiempo utilizado en la técnica manual se vio aumentado por el permanente empacamiento de dentina en el interior del conducto obligando a recapitular para retomar la longitud de trabajo establecida.

Con respecto a la influencia de la experiencia previa del operador, debe señalarse y considerarse, la también poca casuística con la técnica manual convencional, por ser los operadores alumnos de pre-grado. Por otra parte, a pesar de haber contado con una etapa de familiarización, entrenamiento y calibración previa, no se puede negar el hecho de que la utilización de una pieza de mano en la preparación biomecánica del conducto, es una experiencia totalmente diferente a la tradicional.

Algunos autores (Barnett y cols. 1985; Le Berre, 1993) señalan que este período de adaptación va acompañado de un cierto temor, que se traduce en un mayor tiempo de preparación. Una vez superada esta etapa, la mayor práctica clínica llevará a la disminución del tiempo de preparación del conducto.

En lo que respecta al **respeto de la longitud de trabajo** se observó un mayor porcentaje de pérdida de ella en la técnica manual, con un 27,27% . A pesar de que la técnica sónica presentó un 14,29% de pérdida de longitud, no es una clara diferencia, considerando el pequeño tamaño de la muestra.

Se debe tener claro que la pérdida de longitud se asocia generalmente a un empacamiento de limallas de dentina. Este fenómeno ocurriría tanto en la técnica manual

como en la sónica (Barnett y cols. 1985; Dummer y cols. 1989). En un estudio "*in-vitro*" realizado por Yahya y El Deeb (1989), no encontraron diferencias significativas entre el Sonic Air MM3000 y la técnica manual convencional en lo que a mantención de la longitud de trabajo se refiere.

La técnica del Sonic Air MM1500, según lo descrito por el fabricante, corresponde a una técnica combinada en que se trabaja a LT-1 mm., y el milímetro apical es preparado exclusivamente en forma manual. Esto podría hacernos pensar que tanto en la técnica manual como en la sónica puede ocurrir empacamiento dentinario como consecuencia de las limas K manuales.

El fabricante y algunos autores sostienen que el diseño particular de la lima sónica permitiría un lavado continuo en la totalidad del conducto, lo cual evitaría la acumulación de limallas de dentina en los milímetros apicales.

En estudios histológicos se describe la pérdida de longitud de trabajo, como el aumento de la distancia desde la contricción apical al límite del conducto preparado, lo que determina una porción del conducto sin instrumentar. El empacamiento de limallas corresponderá entonces, a la presencia de detritus en la zona apical.

En cuanto al aumento de la longitud de trabajo, en el caso de la técnica manual, puede tener su causa en la colocación defectuosa (inclinada) del tope de goma o silicona, como también al desplazamiento de éste debido al contacto repetitivo con el plano de referencia. Esto también es válido para la técnica del MM1500 descrita por el fabricante donde la porción apical es preparada exclusivamente con instrumentos manuales. Además esto queda en evidencia con los resultados obtenidos, donde se encontró sólo un caso de aumento en la longitud de trabajo (9,09%) para la técnica manual, y ninguno para la técnica sónica.

Nuestro estudio concordaría con el estudio previo "*in-vitro*" realizado por Abu-Mohor y De Goyeneche (1995), donde se encontró un 15% de aumento en la longitud de trabajo para la técnica sónica combinada y un 11% para la técnica manual convencional.

Algunos autores (Abu-Mohor y De Goyeneche, 1995) sostienen que el anillo del tope metálico dificulta la observación por parte del clínico de la longitud de trabajo en el caso de existir cúspides ó fragmentos coronarios. La opinión de los autores es que este hecho no tiene mayor trascendencia ya que los topes de goma o silicona no son lo suficientemente amplios para tocar con el plano de referencia, y la observación de la longitud de trabajo dependerá de la correcta proyección visual del tope al punto de referencia.

En este estudio se produjo un caso de **fractura de instrumentos**, correspondiendo éste a una lima Shaper nº10, en sus dos milímetros apicales.

Dummer y cols.(1989), fracturaron dos puntas de limas Rispisonic nº15. Gaye y cols.(1991), fracturaron un instrumento mientras instrumentaban 20 dientes (5%) con el Sonic Air MM1500, en tanto que con la técnica manual lo hicieron en un 15%.

Bolanos y cols.(1988) y Ehrlich y cols. (1989), no provocaron fracturas de instrumentos durante la preparación sónica de los conductos.

Le Berre (1993), señala como posibles causas de fracturas las siguientes:

- mala calidad de los instrumentos
- defectos en la fabricación
- fatiga de material por mucho uso
- repetidas esterilizaciones.

Además, en el caso de instrumentos mecánicos o vibratorios, podría sumarse el hecho de la pérdida de sensación táctil.

Para nuestro estudio, se consideró como posible causas el atrapamiento de la punta de la lima por tratarse el caso en cuestión, de un conducto con curvatura apical. Este hecho ha sido descrito previamente por Le Berre (1993), y podría haberse evitado si se hubiese procurado un mayor espaciado manual, que asegure el desplazamiento de la lima Shaper.

Se debe señalar también, la imposibilidad de retirar el fragmento fracturado, a diferencia de lo que mencionan Pugh y cols.(1989), quienes describen la fácil remoción de los instrumentos fracturados.

La otra posible razón sería la fatiga del metal, producto de que era el cuarto conducto preparado con la lima, y las sucesivas esterilizaciones a que fue sometida.

Al respecto, Pugh y cols.(1989) recomiendan no usar una lima endosónica en más de 6 conductos, en tanto que el Dr. Laurichesse sostiene que las limas Shaper no deben ser usadas mas de una vez, especialmente los tamaños más pequeños (nº10 y nº15).

Con respecto a la **formación de escalones**, no se detectaron para ninguna de las dos técnicas utilizadas.

Según un estudio histológico previo (Abu-Mohor y De Goyeneche, 1995), se encontró una mayor formación de escalones para la técnica sónica combinada (12%) cuando se la compara con la técnica manual convencional.

Para este estudio, los resultados encontrados pueden tener su fundamento en que:

- Los conductos no eran francamente estrechos y en aquellos que sí lo eran, se procedió a instrumentar manualmente el conducto, asegurando de esta forma el ensanchamiento previo necesario para el correcto desempeño de las limas sónicas.
- Por tratarse de un estudio "*in-vivo*," no se puede asegurar que realmente no se produjeron escalones.

Por último, Le Berre (1993), señala que se producirán escalones cuando no se ensanchan lo suficiente los conductos en forma previa con limas manuales y cuando se deja de mover el instrumento sónico al ensanchar los tercios medio y coronal.

En este estudio no se produjeron casos de **perforación radicular** para ninguna de las Técnicas utilizadas. Esto podría tener como principal explicación, que la mayoría de los dientes seleccionados en la muestra, presentaban conductos rectos sin mayor dificultad anatómica. En aquellos conductos con una leve curvatura, se procedió a curvar previamente los instrumentos manuales para ambas técnicas.

Por otro lado, las limas Shaper tuvieron un buen comportamiento en el interior del conducto, no presentándose perforaciones. Ésto puede tener su fundamento en lo señalado por Le Berre (1993), quien afirma que:

- las limas vibran lateralmente, sin rotar
- las limas poseen punta roma inactiva en sus dos milímetros apicales
- se utilizan realizando movimientos circunferenciales, que van de apical a coronal.

Se sabe que los sistemas sónicos como el MM1500, no poseen actividad bacteriostática ni bactericida, y su capacidad para **desinfectar el conducto** estaría dada por el limado mecánico, lavado y dilución de los microorganismos en el irrigante. Esto mismo es aplicable para la Técnica Manual convencional.

Los resultados del cultivo pre-instrumentación permitieron clasificar los conductos en infectados y no infectados. El medio de cultivo utilizado fue el de Soya Tripticasa enriquecido con 0,5% de agar - agar, el cual permite el desarrollo de flora bacteriana anaerobia facultativa, por lo que el concepto de infectado y no infectado será válido solamente para este tipo de microorganismos.

El cultivo inicial permitió comparar el estado microbiológico previo, con la condición posterior a la instrumentación.

Se encontró que el porcentaje de éxito al desinfectar conductos infectados sería bastante mayor con la técnica manual (75%), que con la técnica sónica (30%).

En el caso de los conductos no infectados, la tendencia a contaminarlos como consecuencia de la instrumentación es mayor en la técnica sónica (50%).

Barnett y cols.(1985), no encontró diferencias para las técnicas endosónicas, cuando la compara con la técnica manual. Sin embargo, su porcentaje de éxito fue del 10% con el Endostart 5, utilizando como medio de cultivo Tioglicolato.

Al analizar los resultados de los conductos infectados, habría que diferenciar entre los que mantuvieron su condición de infectados (verdaderamente positivos) y los que fueron contaminados durante la instrumentación (falsamente positivos).

Los falsamente positivos pueden enmascarar el porcentaje de éxito o desinfección del conducto. La contaminación ocurriría por la ruptura de la cadena aséptica durante la manipulación del MM1500 en situaciones tales como:

1.-A pesar que el fabricante señala que se puede esterilizar el MM1500, no indica la forma precisa en que esto debe hacerse, para no alterar la integridad del instrumento. Apoyados en esta convicción, se decidió desinfectarlo con un algodón embebido en alcohol 90° antes de usarlo, como también hacerlo funcionar por espacio de un minuto para movilizar el agua que se encuentra en su interior.

2.-El agua utilizada como irrigante provenía de la red de agua potable, la cual pasa por una serie de tuberías en el interior de la unidad, permaneciendo estancada en ellas por ciertos períodos de tiempo que favorecerían el crecimiento bacteriano.

3.-La técnica en sí, involucra una permanente manipulación de las limas estériles para ubicarlas en la pieza de mano a la longitud de trabajo. Los guantes que se utilizaron durante la manipulación del instrumental no eran estériles, y si lo hubiesen sido, habrían perdido su condición durante el manejo del equipo.

Los tres factores mencionados previamente, existieron, pero no se puede cuantificar su influencia real en los resultados, ya que a pesar de ellos se obtuvieron cultivos negativos con la técnica sónica, tanto en los conductos infectados (30%) como en los no infectados (50%). Sin embargo, su influencia existe, ya que ocurrió la contaminación del 50% de conductos inicialmente no infectados. En este sentido, se procedió a tomar muestras del agua que salía del MM1500 como también de la que provenía directamente de la unidad dental. En ambos casos se encontraron cultivos positivos. (ver Anexo 4)

Comparativamente, la técnica manual permitió mantener la cadena aséptica en mayor grado, ya que utilizando instrumentos estériles, previamente calibrados en conjunto

con suero fisiológico estéril, permitió la desinfección de conductos basados en los mismos principios descritos anteriormente para la técnica sónica. Por lo tanto, la diferencia estaría dada por la posibilidad y facilidad de mantener más rigurosamente la cadena de esterilización en la técnica manual.

El dolor como tal es una experiencia individual, variable de una persona a otra y ampliamente subjetiva.

En este estudio se evaluó la **sintomatología post-instrumentación** en dos etapas:

- Una etapa inicial que consistió en una auto evaluación realizada por el paciente, agregando ésto un mayor grado de subjetividad debido al nivel de interés y preocupación mostrado por él, y la rigurosidad con que realizó su autoexamen (Ejemplo: grado o intensidad con que percutió el diente). Esta evaluación a las 24 y 48 horas nos permitiría detectar sintomatología asociada al diagnóstico que presentaba el diente, como también aquella asociada a la instrumentación del conducto.

- Una segunda etapa de medición se realizó una semana después de la instrumentación en la que se pudo obtener una apreciación un tanto más objetiva ya que ésta es realizada por el clínico tratante. En esta evaluación, la sintomatología hablaría principalmente de la eficacia de la instrumentación al eliminar el agente causal, como también podría reflejar las consecuencias de una preparación agresiva que permanecen en el tiempo.

En la técnica manual se observó que un 18,18% de los dientes (2 casos) presentaban algún tipo de sintomatología manifestándose ésta en ambas etapas de evaluación.

En la técnica sónica se presentó un 46,15% (6 casos) de sintomatología, de los cuales la mitad correspondía a sintomatología que se manifestó solamente en la evaluación inicial (primeras 48 horas).(ver anexo 3)

La primera impresión al observar estos resultados, nos hace pensar que la técnica sónica produce mayor sintomatología que la técnica manual convencional. Un análisis más detallado de los datos mostrará que esta diferencia no es tal.

Si se piensa que el objetivo del tratamiento endodóntico es eliminar la sintomatología a través de su causa, se podría considerar como objetivo logrado que un diente que presentaba sintomatología previa, no la tuviese en forma posterior. Mirado desde ese punto de vista, se encontró para la técnica manual que 7 dientes presentaban algún tipo de sintomatología en forma previa, eliminándola completamente en 5 de ellos (71,4% de logro). En los dientes instrumentados con la técnica sónica, 11 presentaban algún tipo de sintomatología en forma previa, de los cuales se obtuvo 8 casos libres de dolor (72,7% de logro) en forma posterior. (ver anexo 3)

Si se considera que cualquier variación en el tipo de sintomatología, podría ser atribuible a la instrumentación biomecánica, independiente de lograr el objetivo o no; tenemos en la técnica manual dos casos (18,18%) de sintomatología atribuible a la instrumentación misma. En la técnica sónica también tenemos dos casos (15,3%).

Habiendo realizado una revisión más acuciosa de los resultados tenemos que tanto el porcentaje de éxito logrado, como el porcentaje de sintomatología atribuible a la instrumentación biomecánica son similares para ambas técnicas.



## CONCLUSIONES

Después de analizar los fundamentos de los sistemas endosónicos, se puede concluir que:

❑ Es poco probable que se genere cavitación en el interior de un conducto radicular durante su instrumentación. En cambio, las corrientes acústicas desempeñarían un importante papel en su preparación. Pero la verdadera eficacia de los sistemas endosónicos se explicaría por la habilidad de limar mecánicamente dentina en conjunto con un permanente lavado del conducto radicular.

❑ Los efectos biológicos del ultrasonido aplicado a la endodoncia, son bastante limitados debido a la baja cantidad de energía involucrada, la forma de uso del instrumento y los aspectos biofísicos de los tejidos dentarios. De producirse algún efecto, sería a nivel de los tejidos periapicales, favoreciendo posiblemente los procesos de reparación posterior.

❑ El SONIC AIR MM1500 opera con frecuencias sónicas, por lo que no produce los efectos descritos para la instrumentación ultrasónica. Su eficacia clínica se debe a la capacidad de limar mecánicamente dentina, lavado permanente y dilución de los microorganismos en el irrigante.

❑ Del estudio clínico efectuado con la técnica manual convencional y la técnica del SONIC AIR MM1500 se puede señalar:

- El tiempo utilizado al instrumentar conductos con la técnica del Sonic Air MM1500, resultó ser mayor que el ocupado al emplear la técnica manual convencional.
- Se observó un mayor respeto de la longitud de trabajo clínica para la técnica del Sonic Air MM1500, que para la técnica manual convencional.
- Se fracturó una lima Shaperer N° 10 en la técnica sónica. La técnica manual convencional no presentó fractura de instrumentos.
- No se produjo formación de escalones, ni perforación radicular en ambas técnicas utilizadas.
- El porcentaje de éxitos al desinfectar conductos infectados sería bastante mayor con la técnica manual que con la técnica del Sonic Air MM1500. Esta diferencia estaría dada por un problema en la cadena aséptica, más que por ineficacia de la técnica misma.

❑ El análisis de los resultados de sintomatología post-instrumentación, señala que tanto el porcentaje de disminución de sintomatología previa, como el de sintomatología atribuible a la instrumentación biomecánica, fueron similares para ambas técnicas

## COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

Habiendo realizado este estudio clínico comparativo de la Técnica Manual Convencional y la Técnica del Sonic Air MM1500 queremos señalar que:

El único parámetro en que se encontró diferencia significativa, entre una y otra técnica, fue en el tiempo de preparación. Se podría disminuir el tiempo de la técnica del Sonic Air MM1500 utilizando dos piezas de mano, de manera que mientras el clínico utiliza una, la auxiliar calibra la otra. Además, como sugerencia para el fabricante, la posibilidad de calibrar el mango de las limas sónicas, ya que permitiría la correcta ubicación de ellas en una forma más rápida.

En cuanto a la posibilidad de producir accidentes intraoperatorios (escalones, perforaciones, fracturas, etc.), no se encontró diferencias significativas entre ambas técnicas; tal vez debido a lo pequeño de la muestra. Solamente reafirmamos lo señalado por algunos autores, en lo que respecta a que las limas más pequeñas (10-15) debieran utilizarse sólo una vez.

Desde el punto de vista de la eficacia, se debe señalar que no se encontraron diferencias en cuanto a sintomatología. La diferencia encontrada en cuanto a una mejor desinfección con la técnica manual, no sería tal, ya que el mecanismo de acción entre ambas técnicas es similar y los resultados estarían dados por el control de la cadena aséptica.

Al respecto sugerimos la posibilidad de esterilizar la pieza de mano, y la utilización de soluciones bactericidas como hipoclorito de sodio y agua oxigenada; ya sea en forma directa con el MM1500, o en forma indirecta efectuando una irrigación con hipoclorito de sodio entre los instrumentos sónicos.

Si se analiza la percepción del paciente, éste capta el tiempo operatorio, como también la sintomatología. Según esto, el tiempo empleado con la técnica del Sonic Air MM1500, como se señaló anteriormente fue superior, situación que no se dió en la sintomatología.

Desde el punto de vista del operador pondremos hincapié en dos hechos específicos:

- 1.-La fatiga del operador fue marcadamente inferior utilizando la técnica sónica. Esta situación, a pesar de no ser analizada en el presente estudio, debe ser considerada por el Odontólogo clínico.
- 2.-Se observó un mayor grado de alisamiento en las paredes de los conductos instrumentados sónicamente, situación que fue percibida en forma táctil como una sensación vítrea.

Por último, sugerimos la realización de un estudio clínico con un mayor número de casos, que intente controlar algunas de las variables no analizadas, que han quedado en evidencia en este estudio.

## RESUMEN

En la constante búsqueda de mejores resultados en la terapia endodóntica es que surgen los sistemas endosónicos. En el presente seminario, se analizan los fundamentos teóricos en que éstos se basan, como también los mecanismos de acción y efectos biológicos de su aplicación. Entre los instrumentos endosónicos de última generación, aparece el Sonic Air MM1500, que se conecta directamente a la toma de aire de la unidad dental, produciendo vibraciones del orden de los 1500 Hz.

Con el objeto de evaluar clínicamente éste instrumento, y compararlo con la técnica manual convencional; dos operadores trataron endodónticamente 25 dientes unirradiculares, 14 de los cuales se instrumentaron con la técnica del Sonic Air MM1500 y 11 con la técnica manual. Se evaluó el tiempo de instrumentación, respeto de la longitud de trabajo, confección de escalones, fracturas de instrumentos, perforación radicular, desinfección del conducto y sintomatología post-instrumentación .

El único parámetro en que se encontró una diferencia significativa entre ambas técnicas, fue el tiempo de preparación, que favoreció a la técnica manual. En cuanto a la posibilidad de producir accidentes intraoperatorios (perforación, fractura de instrumentos, escalón) no se encontró diferencias significativas entre ambas técnicas, tal vez debido a lo pequeño de las muestras. Tampoco se encontró diferencias significativas al analizar la sintomatología post-instrumentación.

Se sugiere realizar estudios con una mayor casuística, y con un periodo de seguimiento para evaluar concretamente la eficacia.

## BIBLIOGRAFÍA

ABU-MOHOR, A. y DE GOYENECHÉ, J. (1995): Preparación Sónica de Conductos Radiculares: Comparación in-vitro de la técnica manual convencional y la técnica del Sonic Air MM1500. Seminario de Tesis para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Valparaíso.

AHMAD, M.; PITT FORD, T. y CRUM, L. (1987a): Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved. *J Endod.* 13: 93-101.

AHMAD, M.; PITT FORD, T. y CRUM, L. (1987b): Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic streaming and its possible role. *J Endod.* 13: 490-99.

AHMAD, M.; PITT FORD, T.; CRUM, L. y WALTON, A. (1988): Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic cavitation and its relevance. *J Endod.* 14: 486-93.

AHMAD, M.; PITT FORD, T.; CRUM, L. y WILSON, R. (1990): Effectiveness of ultrasonic files in the disruption of root canal bacteria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 70: 328-32.

BARNETT, F.; TROPE, M.; KHOJA, M. y TRONSTAD, L. (1985): Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 1: 228-31

BESSE, H.; NORMAND, B.; LABARRE, P. y WODA, A. (1991): An evaluation of four methods of root canal preparation using 14C urea. *J Endod.* 17: 54-8.

BHASKAR, S.; GOWER, M. y CARTRIGHT, D. (1972): Gingival healing after hand and ultrasonic scaling-biochemical and histological analysis. *J Periodontol.* 43: 31-4

BOLANOS, O.; SINAI, I.; GONSKY, M.; y SRINIVASAN, R. (1988): A comparison of engine and air-driven instrumentation methods with hand instrumentation. *J Endod.* 14: 392-96.

CAMERON, J. (1982): The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *J Endod.* 8: 472-74.

CUNNINGHAM, W. y JOSEPH, S. (1980): Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 50: 569-71.

CUNNINGHAM, W.; MARTIN, H. y FORREST, W. (1982a): Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 53: 401-4.

CUNNINGHAM, W. y MARTIN, H. (1982): A scanning electron microscope evaluation of root canals debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 53: 527-31

CUNNINGHAM, W.; MARTIN, H.; PELLEU, G. y STOOPS, D. (1982b): A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 54: 238-41.

CYMERMAN, J.; JEROME, L. y MOODNIK, R. (1983): A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal. *J Endod.* 9: 327-31.

DUMMER, P.; ALODEH, M. y DOLLER, R. (1989): Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. *Int Endod J.* 22: 211-15.

DUMMER, P.; HUTCHINGS, R. y HARTLES, F. (1993): The effect of using files with altered tips in a sonic handpiece: an in vitro study. *Int Endod J.* 26: 209-17.

EHRlich, A.; BOYER, T.; HICKS, M. y PELLEU, G. (1989): Effects o sonic instrumentation on the apical preparation of curved canals. *J Endod.* 15: 200-3.

FAIRBOURN, D.; McWALTER, G. y MONTGOMERY, S. (1987): The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 13: 102-8.

GAYE, F.; KANE, A.; MBAYE, M.; NDOYE DIOP, A. y AGBOTON-JOHNSON, C. (1991): De l'utilisation clinique du Sonic Air MM1500 et du mecasonic 1400 dans la preparation canalaire en endodontie. *Odontostomatol Trop.* 14: 23-6.

GOODMAN, A.; READER, A.; BECK, M.; MELFI, R. y MEYERS, W. (1985): An in vitro comparison of the efficacy of de step-back technique versus a step-back / ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod.* 11: 249-56.

GRIFFITHS, B. y STOCK, C. (1986): The efficiency of irrigants in removing root canal debris when used with and ultrasonic preparation technique. *Int Endod J.* 19: 277-84.

HIRST, C. (1991): A study of the effect of kHz ultrasound on the mutation rate of *Salmonella typhimurium* TA102. *Br Dent J.* 9: 115-17.

KRELL, K. y JOHNSON, R. (1988): Irrigation patterns of ultrasonic endodontic files. Part II. diamond-coated files. *J Endod.* 14: 535-38.

LAIRD, W. y WALMSLEY, A. (1991): Ultrasound in dentistry. Part 1-biophysical interactions. *J Dent.* 19: 14-17.

- LANGELAND, K.; LIAO, K. y PASCON, E. (1985): Work-saving devices in endodontics: Efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endod.* 11: 499-510.
- LE BERRE, P. (1993): The sonic air as a useful adjunct in Endodontics: a " 6th finger " ?. University of Dundee, Scotland.
- LOUSHINE, R.; WELLER, N. y HARTWELL, G. (1989): Stereomicroscopic evaluation of canal shape following hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod.* 15: 417-21.
- LUMLEY, P.; WALMSLEY, A. y LAIRD, W. (1988): Ultrasonic instruments in dentistry: 2. Endosonics. *Dent Update.* November : 362-69.
- LUMLEY, P.; WALMSLEY, A.; HARRINGTON, E. y MARQUIS, P. (1993): Variations in stroke rate and loading using hand or sonic instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 9:153-56.
- LUMLEY, P.; WALMSLEY, A. y MARQUIS, P. (1994): Effect of air inlet ring opening on sonic handpiece performance. *J Dent.* 22: 376-79.
- MARTIN, H. (1976): Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 42: 92-9.
- MARTIN, H.; CUNNINGHAM, W.; NORRIS, J. y COTTON, W. (1980a): Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 49: 79-81
- MARTIN, H.; CUNNINGHAM, W. y NORRIS, J. (1980b): A quantitative comparison of the ability of diamond and K- type files to remove dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 50: 566-68.
- MARTIN, H. y CUNNINGHAM, W. (1982a): The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 53: 611-3.
- MARTIN, H. y CUNNINGHAM, W. (1982b): An evaluation of postoperative pain incidence following endosonic and conventional root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 54: 74-6.
- MISERENDINO, L.; MISERENDINO, C.; MOSER, J.; HEUER, M. y OSETEK, E. (1988): Cutting efficiency of endodontic instruments. Part III. Comparison of sonic and ultrasonic instrument systems. *J Endod.* 14: 24-30.
- NEHAMMER, C. y STOCK, C. (1985): Preparation and filling of the root canal. *Br Dent J.* 158: 285-91.

PUGH, R.; GOERIG, A.; GLASER, C. y LUCIANO, W. (1989): A comparison of four endodontic vibratory systems. *Gen Dent.* 37: 296-301

SCHAFFER, E.; STENDE, G y KING, D. (1964): Healing of periodontal pocket tissues following ultrasonic scaling and hand planing. *J Periodontol.* 35: 140-8.

STAMOS, D.; HAASCH, G.; CHENAIL, B. y GERSTEIN, H. (1985): Endosonics: Clinical impressions. *J Endod.* 11: 181-7.

STAMOS, D.; SADEGHI, E.; HAASCH, G. y GERSTEIN, H. (1987): An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod.* 13: 434-40.

TRONSTAD, L.; BARNETT, F.; SCHWARTZBEN, L. y FRASCA, P. (1985): Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol* 1: 69-76.

WALMSLEY, A. (1987): Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J.* 20: 105-11.

WALMSLEY, A. (1988): Potential hazards of the dental ultrasonic descaler. *Ultrasound in Med. & Biol.* 14: 15-20.

WALMSLEY, A. y WILLIAMS, A. (1989): Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J Endod.* 15: 189-94.

WALMSLEY, A.; LAIRD, W. y WILLIAMS, A. (1987): Intra-vascular thrombosis associated with dental ultrasound. *J Oral Pathol.* 16: 256-59.

WALMSLEY, A.; LUMLEY, P y LAIRD, W. (1989): The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J.* 22: 125-32.

WALMSLEY, A.; LAIRD, W. y LUMLEY, P. (1991): Ultrasound in dentistry. Part 2- periodontology and endodontics. *J Dent.* 19: 11-17.

WAPLINGTON, M.; LUMLEY, P. y WALMSLEY, A. (1995): Sonic instruments in root canal therapy. *Dent Update.* 22: 339-42.

WELLER, R.; BRADY, J. y BERNIER, W. (1980): Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 6: 740-3.

WILLIAMS, A. (1983): *Ultrasound: Biological effects and potential hazards.* Academic Press, London. 132-71.

YAHYA, A. y EL DEEB, M. (1989): Effect of sonic versus ultrasonic instrumentation on canal preparation. *J Endod.* 15: 235-9.

ZACH, L. (1961): The histology of the response to ultrasonic curettage. *J Den Res.* 40: 751.

ZAKARIASEN, K.L.; ZAKARIASEN, K.A., MCMINN M. (1992): Today's sonics: Using the combined hand/sonic endodontic technique. *J Am Dent Assoc.* 123: 67-78.

ZAMORA, G. (1990): Avances en la preparación biomecánica de los conductos. Utilización de la energía ultrasónica. Memoria para optar al Grado de Profesor Titular. Universidad de Valparaíso.

“ La Technique de l'Appui Pariétal: Repérage initial avec élargissement simultané et aménagement de l'espace canaliculare ” Manual de instrucciones del Sonic Air MM1500. Suiza, 1992.

## ANEXOS

# ANEXO 1: Ficha clínica

Universidad de Valparaíso  
Facultad de Odontología  
Escuela de Odontología  
Cátedra de Endodoncia

Ficha N° : .....  
Presupuesto N° : .....

## FICHA CLÍNICA ENDODONCIA

SEMINARIO DE TESIS " PREPARACIÓN SÓNICA DE CONDUCTOS:  
estudio clínico comparativo entre la preparación biomecánica convencional  
y la técnica sónica combinada del MM1500 "

Nombre:.....	
C.I:.....	Teléfono:.....
Dirección:.....	
Alumno:.....	
Fecha de Ingreso:.....-.....-96	Fecha de alta:.....-.....-96

Diente: ..... Diente: ..... Diente: ..... Diente: .....

### Indicación de tratamiento

.....  
C: caries T: trauma P: prótesis O: otros

Anamnesis:.....  
.....

### EXAMEN CLÍNICO

Dte: ..... Dte: ..... Dte: ..... Dte: .....

Síntomas: .....  
D:dolor A:agudo S:sordo L:localizado D:difuso P:pulsátil I:intermitente C:continuo R:referido

Signos: .....  
TE: tumefacción extraoral TI: tumefacción intraoral F:fístula A: adenopatías PV: sensibilidad palpación

Ex. dentario:.....  
C:caries A:abrasión E:erosión FP:fractura parcial FT:fractura total EP:exposición pulpar Dp:dolor a la palpación  
DP:dolor a la percusión M:movilidad AOP:apertura oclusal previa O:obturado

Test pulpar:.....  
N: normal A:anormal SR:sin respuesta

ANÁLISIS Rx:.....  
.....

### DIAGNOSTICO:

PA: pulpitis aguda PC: pulpitis crónica PCR: pulpitis crónica reagudizada G:gangrena N: necrosis  
ADAA: absceso dental/ovolar agudo ADAC: absceso dental/ovolar crónico.

### TRATAMIENTO:

(...../...../96) (...../...../96) (...../...../96) (...../...../96)  
Bio-biopsupectomía Necro-necropsupectomía

### DETERMINACIÓN DE LONGITUD

∠ Rx	.....°	.....°	.....°	.....°
L. estudio	.....mm	.....mm	.....mm	.....mm
L. real inst.	.....mm	.....mm	.....mm	.....mm
L. apar. ins.	.....mm	.....mm	.....mm	.....mm
L. apar. dte.	.....mm	.....mm	.....mm	.....mm
L. trabajo	.....mm	.....mm	.....mm	.....mm

**SINTOMATOLOGIA PRE-INSTRUMENTACION**

.....  
 DE: dolor espontáneo      Dp: dolor a la palpación      DP: dolor a la percusión

**CULTIVO PRE-INSTRUMENTACION**

(...../...../96)      (...../...../96)      (...../...../96)      (...../...../96)  
 +: positivo      -: negativo

**EXAMEN PRE-INSTRUMENTACION**

.....  
 N:normal      C:conducto accesorio      E:estrechamiento

**PREPARACIÓN BIOMECÁNICA**

(...../...../96)      (...../...../96)      (...../...../96)      (...../...../96)  
 M: manual      S: sónica

**Ultimo instrumento**

manual #..... #..... #..... #.....  
 sónico #..... #..... #..... #.....

Δ LT .....mm      .....mm      .....mm      .....mm  
 Tiempo (min).....

**FRACTURA:**

Instrumento.....#..... #..... #..... #.....  
 Ubicación .....mm      .....mm      .....mm      .....mm

**EXAMEN POST INSTRUMENTACIÓN**

.....  
 H:hombro      P:perforación      I:irregularidades      N:normal

**SINTOMATOLOGIA POST INSTRUMENTACIÓN**

12 - 24 horas.....  
 48 horas.....  
 .....semana.....  
 DE: dolor espontáneo      Dp: dolor a la palpación      DP: dolor a la percusión

**CULTIVO POST INSTRUMENTACIÓN**

(...../...../96)      (...../...../96)      (...../...../96)      (...../...../96)  
 +: positivo      -: negativo

**OBTURACIÓN RADICULAR:**

...../...../96      ...../...../96      ...../...../96      ...../...../96

**SINTOMATOLOGIA POST OPERATORIA**

.....semana.....  
 .....semana.....

**ALTA**

Fecha ...../...../96      ...../...../96      ...../...../96      ...../...../96  
 Observaciones.....

## ANEXO 2. Cuestionario

### Cuestionario

NOMBRE:.....

Ficha:..... Fecha: .../.../96

#### A las 24 horas:

Siente alguna molestia

- en forma espontánea
- al tocarse con el dedo la zona de la raíz del diente en tratamiento
- al tocarse con la lengua o el cepillo
- al masticar o morder por ese lado

#### A las 48 horas:

Siente alguna molestia

- en forma espontánea
- al tocarse con el dedo la zona de la raíz del diente en tratamiento
- al tocarse con la lengua o el cepillo
- al masticar o morder por ese lado

## ANEXO 3. Base de Datos TÉCNICA MANUAL

		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11
Grupo dentario		Lateral	Lateral	Central Canino	Lateral	Lateral	Central Canino	premola	Central Canino	Central Canino	Central Canino	Central Canino
Diagnóstico		No-vital	No-vital	No-vital	Vital	No-vital	No-vital	Vital	Vital	Vital	Vital	Vital
Tiempo de preparación		17	35	16	43	25	31	21	37	28	15	17
Longitud de trabajo		mantiene	mantiene	mantiene	pérdida	pérdida	mantiene	mantiene	aumenta	pérdida	mantiene	mantiene
Fractura de instrumentos		No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Perforación radicular		No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Desinfección conducto	Cultivo Pre-Inst. Cultivo Post-Inst.	No-infect. mantiene	No-infect. mantiene	No-infect. cootomina	Infectado desinfecta	Infectado desinfecta	Infectado mantiene	No-infect. mantiene	No-infect. mantiene	Infectado desinfecta	no se evalúa	No-infect. mantiene
Sintomatología previa		Asintomático	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor palpación	Asintomático	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor percusión	Asintomático	Asintomático
Sintomatología post-instrumentación		Asintomático	Asintomático	Asintomático	Asintomático	Asintomático	Asintomático	Asintomático	Sintomático	Sintomático	Asintomático	Asintomático
	24 horas	---	---	---	---	---	---	---	palpación	espontáneo	---	---
	48 horas	---	---	---	---	---	---	---	palpación	---	---	---
	1 semana	---	---	---	---	---	---	---	palpación	percusión	---	---

## TÉCNICA SÓNICA

		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11	Caso 12	Caso 13	Caso 14
Tipo dentario		premola	Central Canino	Central Canino	Central Canino	Central Canino	Central Canino	Lateral	Central Canino	premola	Lateral	Lateral	Central Canino	premola	premola
Vitalidad		No-vital		No-vital	No-vital		No-vital	No-vital	No-vital	No-vital	No-vital	No-vital	No-vital	No-vital	No-vital
Edad de conservación		27	33	38	36	37	33	32	38	28	37	— fractura	33	25	37
Integral de pulpa		mantiene	mantiene	mantiene	mantiene	mantiene	pérdida	mantiene	mantiene	mantiene	pérdida	mantiene	mantiene	mantiene	mantiene
Presencia de carieses		No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No
Perforación restauración		No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Restauración	Cultivo Pre-Inst.	Infectado	No-infect. costana	No-infect. mantiene	Infectado mantiene	Infectado mantiene	Infectado mantiene	Infectado mantiene	Infectado desinfecta	No-infect. costana	Infectado desinfecta	Infectado mantiene	Infectado mantiene	No-infect. mantiene	Infectado desinfecta
	Cultivo Post-Inst.	mantiene													
Sintomatología		Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor percusión	Dolor palpación	Dolor palpación	Asintomático	Dolor percusión	Asintomático	Dolor percusión	Dolor percusión	—
Sintomatología		Sintomático	Asintomático	Asintomático	Sintomático	Sintomático	Asintomático	Sintomático	Sintomático	Asintomático	Asintomático	Asintomático	Asintomático	Sintomático	—
Instrumentación		espontáneo	-	-	-	percusión percusión	-	palpación palpación	apostiloso	-	-	-	-	percusión	—
	24 horas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	—
	48 horas 1 semana	-	-	-	percusión	-	-	palpación palpación	percusión	-	-	-	-	-	—

## ANEXO 4. Fotografías



Foto 1.- *Medio de cultivo utilizado*

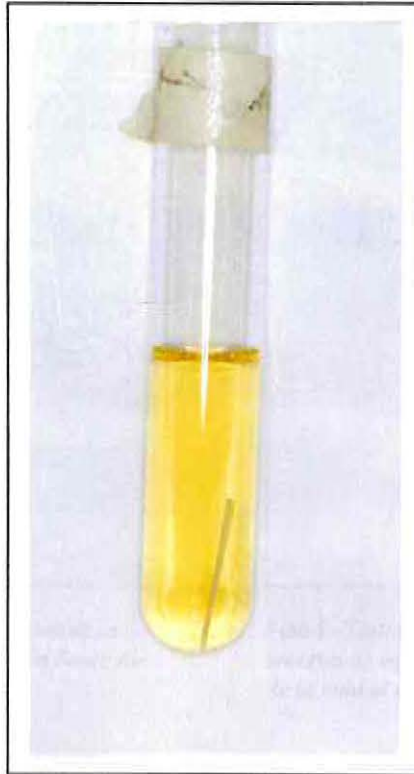


Foto 2.- *Cultivo Negativo*

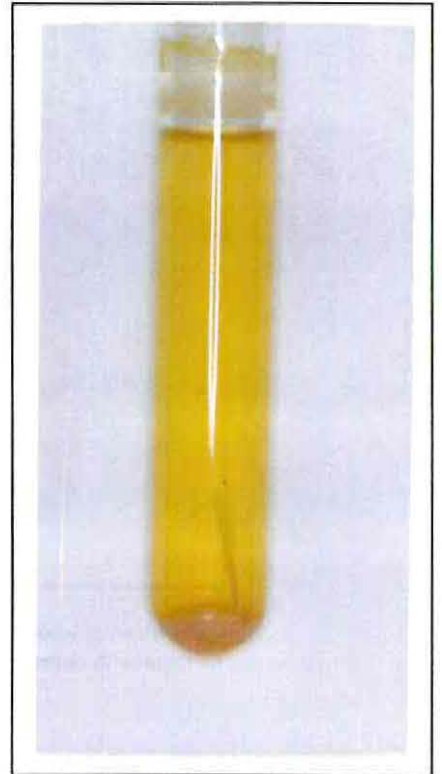


Foto 3.- *Cultivo Positivo*

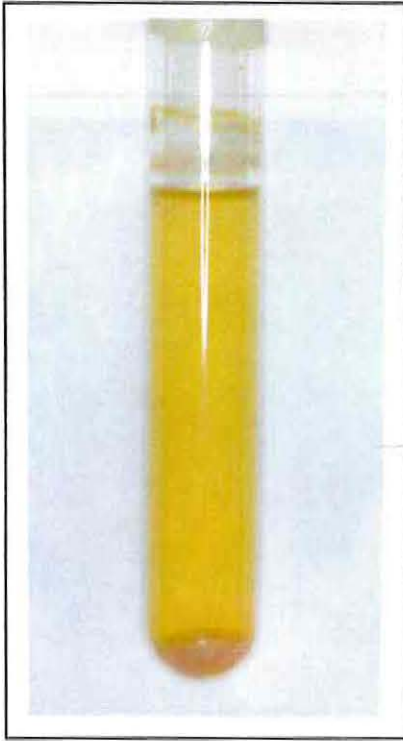


Foto 4.- Cultivo microbiológico de la muestra de agua obtenida del Sonic Air MM1500

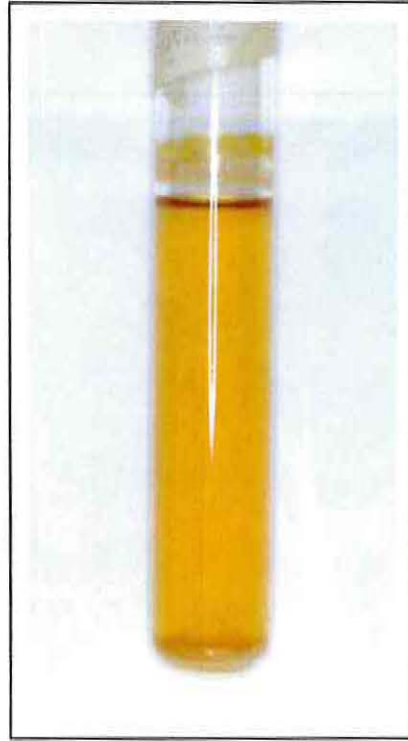
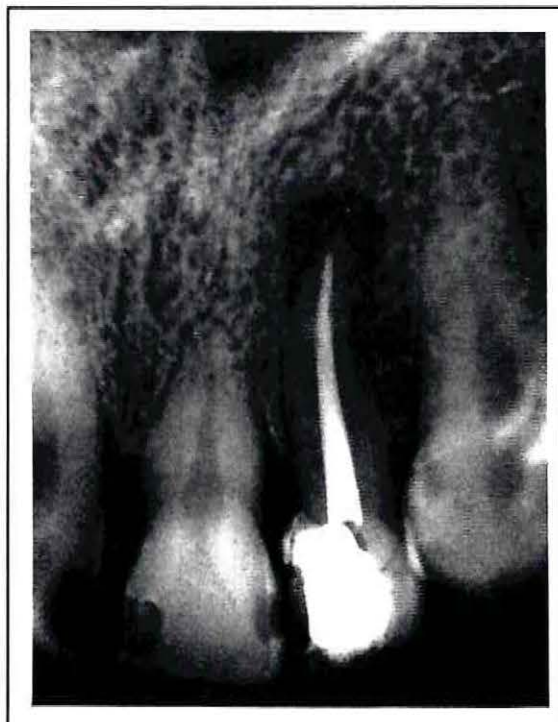
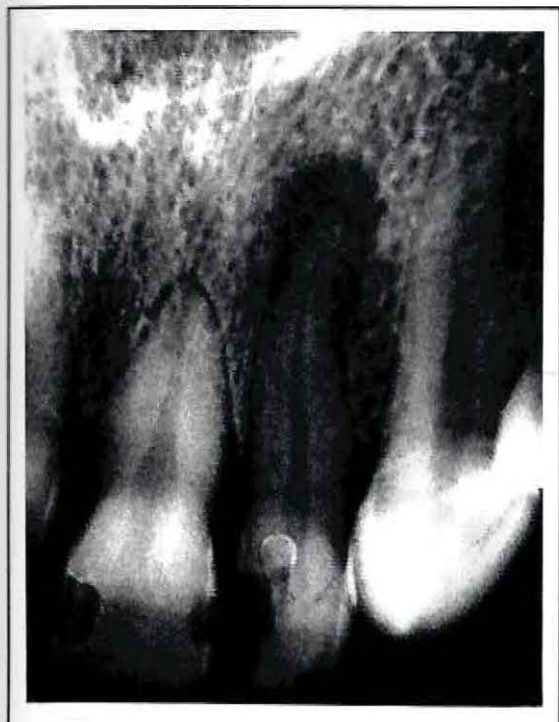


Foto 5.- Cultivo microbiológico de una muestra de agua obtenida directamente de la unidad dental.

## ANEXO 5. Casos clínicos



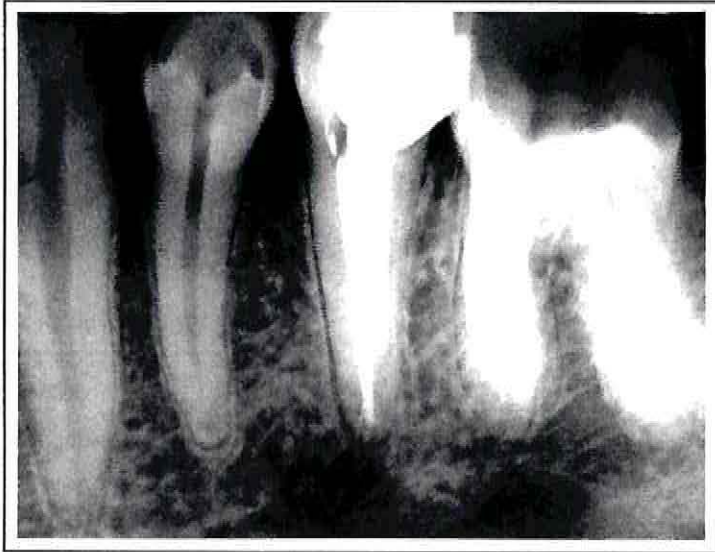
Fotos 6 y 7.- Caso clínico n°5, Técnica Manual



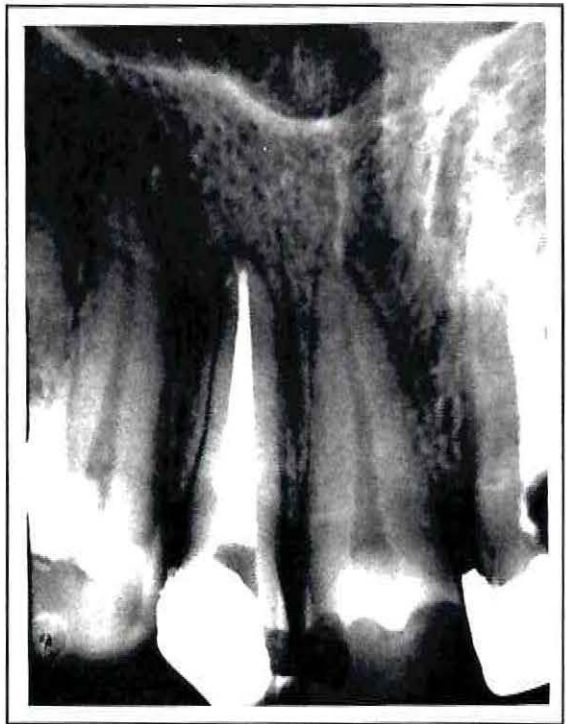
Fotos 8 y 9.- *Caso clínico n° 7, Técnica Manual*



Fotos 10 y 11.- *Caso clínico n° 2, Técnica Sónica*



Fotos 12 y 13.- *Caso Clínico n° 9, Técnica Sónica*



Fotos 14 y15.- *Caso clínico nº11, Técnica Sónica*

## ANEXO 6. Glosario de Términos Técnicos

**Absorción acústica:** Reducción en la potencia de los sonidos al atravesar éstos un medio al cual ceden parte de su energía o bien al disiparse sobre la superficie que separa dos medios diferentes.

**Divergencia.** Acción y efecto de divergir. La onda acústica se separa a medida que se aleja de su fuente de origen.

**Hertzio:** Unidad de frecuencia de los fenómenos periódicos, equivalente a un ciclo por segundo (símbolo Hz.)

1 KHz- 1000 Hzs.

**Magnetostricción:** Fenómeno consistente en un aumento de volumen que experimentan los cuerpos al hallarse sometidos a la acción de un campo magnético. Esto se aprovecha para producir vibraciones, a partir de la aplicación de campos magnéticos.

**Pascal:** Unidad de presión del sistema internacional (S.I), cuyo símbolo es Pa., equivalente a la presión que ejerce una fuerza de 1 Newton sobre una superficie de  $1 \text{ m}^2$ .

1 Mega Pascal:  $10^6$  Pascales

**Piezoelectricidad:** Producción de electricidad por ciertos cristales sometidos a presiones o a deformaciones mecánicas. Este fenómeno se aprovecha para producir vibraciones en los cristales, a partir de la aplicación de energía eléctrica.

**Reflexión:** Cambio de dirección que experimentan los cuerpos, partículas, ondas o rayos cuando chocan con un cuerpo o con una superficie reflectora.

**Refracción:** Cambio de dirección que experimentan las ondas sonoras, al pasar de un medio a otro o, en el mismo medio, de una zona a otra de densidad diferente.