

J. Basilio Monné<sup>1</sup>  
M. Roig Cayón<sup>1</sup>  
C. Canalda Sahli<sup>2</sup>  
E. Brau Aguadé<sup>3</sup>

## Instrumentación de conductos radiculares mediante técnicas ultrasónicas: revisión de la última década

1 Profesor asociado  
2 Profesor titular  
3 Catedrático

Universidad de Barcelona,  
Facultad de Odontología  
Patología y Terapéutica Dental.

### RESUMEN

En este artículo, los autores realizan una revisión de la última década sobre las técnicas ultrasónicas de instrumentación en endodoncia. Tras comentar los mecanismos de acción de los ultrasonidos en endodoncia, las diferentes técnicas ultrasónicas de instrumentación y analizar las investigaciones realizadas sobre ello, los autores llegan a la conclusión de que los ultrasonidos no han demostrado ser superiores a la instrumentación convencional en algunos aspectos (no mejoran la conformación del conducto, no producen efecto "cavitación", no disminuyen las molestias postoperatorias del paciente ni el tiempo de trabajo, y las limas se fracturan con facilidad). En aspectos como el de la limpieza del conducto los resultados son contradictorios necesitándose más estudios con una metodología mejor estandarizada. Pero también en otros aspectos los ultrasonidos presentan sus ventajas (mayor volumen de irrigante, utilidad en eliminación de cálculos pulpares y cuerpos extraños en el interior de los conductos) lo que indica plenamente su uso en la endodoncia actual.

### PALABRAS CLAVE

Terapia del conducto radicular; Instrumentación; Irrigantes del conducto radicular

### ABSTRACT

*This is a review of the ultrasonic technics in endodontic instrumentation during the last ten years. After having done the commentary about the mechanisms of the ultrasounds in endodontics, the different ultrasonic instrumentation techniques and analyse the researchs done about them, the authors conclude that ultrasounds are not superior than the conventional instrumentation in many aspects (ultrasounds don't give a better canal shape, they don't produce a "cavitation" effect, they don't decrease postoperative discomfort of the patient neither working time, and the files have a high incidence of fracture). In other aspects, as the root canal cleansing, the different results are contradictory needing more studies with better standardized methods. But also in some aspects, the ultrasounds have some advantages (more irrigant*

514 *volume, pulpar calculus and foreign bodies removal from the inside of the root canal) which strongly indicates the use of the ultrasounds in actual endodontics.*

### KEY WORDS

*Root canal therapy; Instrumentation; Root canal irrigants.*

### INTRODUCCION

En un artículo anterior<sup>(1)</sup> ya analizamos la importancia de la instrumentación como etapa básica del tratamiento de conductos radiculares, así como los requisitos que debe satisfacer una instrumentación ideal. Para realizar la preparación biomecánica, se disponía únicamente de la instrumentación manual simultaneada con la irrigación, o sistemas mecánicos que trataban de emular los movimientos manuales mediante contraángulos (canal finder, etc). En los últimos años ha aparecido una nueva línea de investigación en técnicas de instrumentación basada en las vibraciones ultrasónicas o sónicas. La introducción de esta nueva técnica tenía como objeto: mejorar la limpieza del conducto radicular ya que combina instrumentación e irrigación y facilitar la tarea del operador haciéndola más rápida, cómoda y efectiva.

El uso de ultrasonidos lo describió por primera vez Richman en 1957<sup>(2)</sup>, y diversos autores lo utilizaron posteriormente. Sin embargo, no ha sido hasta la presente década en que se ha popularizado y ello gracias, fundamentalmente, a los trabajos de Martin y Cunningham. Estos autores, en múltiples trabajos afirman obtener mejores resultados con técnica ultrasónica que con técnica convencional<sup>(3-7)</sup>, con menos molestias postoperatorias para el paciente<sup>(8)</sup> y con un tiempo de trabajo menor.

### OBJETIVO

En el presente trabajo nos ceñiremos a la revisión y discusión de la literatura sobre las técnicas ultrasónicas, sin comentar ni comparar éstas con las técnicas sónicas ni mecánicas, ya que no es finalidad de este estudio.

### MATERIAL Y METODO

Para efectuar la siguiente revisión bibliográfica hemos utilizado como fuentes, los trabajos publicados fundamentalmente en la presente década en las principales revistas españolas y extranjeras (en lengua francesa e inglesa), así como los textos de endodencia más relevantes.

Naturalmente, la realización de este trabajo requería la utilización de artículos y textos anteriores a las fechas señaladas, sin los cuales sería imposible comprender el sentido de muchos de los enfoques y opiniones mostrados por los diferentes autores en el período analizado.

Para la búsqueda bibliográfica se ha utilizado el sistema informatizado del "Index to dental literature" a través del CDROM del programa Medline.

### RESULTADOS

Haciendo una síntesis de la información obtenida se expone a continuación en los siguientes apartados:

- Mecanismo de acción de los ultrasonidos en endodencia.
- Técnica de instrumentación ultrasónica.
- Análisis de las investigaciones con instrumentación ultrasónica.

### Mecanismo de acción de los ultrasonidos en endodencia

El interés suscitado por los ultrasonidos, ha provocado la aparición en el mercado de múltiples modelos<sup>(10)</sup>. Los aparatos de ultrasonidos de aplicación endodónica constan de una unidad central que genera energía para ser transmitida en forma de vibraciones de mayor o menor frecuencia al instrumento de endodencia. Según sea esta frecuencia hablaremos de sistemas sónicos (50 a 20.000 Hz en teoría, si bien en la práctica están entre los 1.500 y los 6.500) o ultrasónicos (por encima de los 20.000 Hz, máxima frecuencia perceptible por el oído humano, comercializándose en realidad entre los 18.000 y los 30.000 Hz). La producción de la vibración a lo largo del instrumento se puede lograr por dos mecanismos fundamentales, mediante un conjunto de laminillas (ej. Cavi-Endo de Dentsply, USA) o me-

diante fenómenos piezoeléctricos (ej. Enac de Osada, Japón o Piezotec de Satelec, Francia). Estos tienen una mayor eficacia en la conversión electromecánica. Los equipos ultrasónicos para endodoncia poseen un sistema para la irrigación del conducto, simultáneo a la instrumentación que transmite la solución irrigadora a lo largo de la lima, a razón de hasta 45 ml/min. La solución irrigadora es activada por el contacto con la lima oscilante. El efecto principal que se produce en la solución irrigadora es el de la corriente acústica (generación de una circulación unidireccional de fluido en las proximidades de un pequeño objeto vibrátil). Se ha hablado también de la importancia del fenómeno de "cavitación" como efecto de los ultrasonidos endodóncicos<sup>(12, 13)</sup>. La cavitación consiste en que al vibrar la lima en un medio líquido la "agitación" de la solución determina una dispersión de energía en sentido radial que puede tener efectos antibacterianos al lesionar las estructuras celulares bacterianas. Sin embargo, según Ahmad<sup>(14)</sup>, el fenómeno de "cavitación" no se produce durante una instrumentación ultrasónica endodóncica, por falta de espacio en el interior del conducto para la adecuada vibración de la lima. Dicho fenómeno puede de todos modos provocarse en conductos muy anchos, si bien los resultados de conductos instrumentados con ultrasonidos en los que se produjo cavitación y otros donde ésta no se produjo, revelan que la cavitación no debe ser considerada como un mecanismo importante en la limpieza del conducto.

Para Ahmad<sup>(14)</sup> los factores que influyen en la intensidad de la corriente acústica son:

La zona a lo largo de la lima: mayor cerca del ápice.

La potencia fijada (del mando): mayor con más potencia.

El tamaño de la lima: mayor con limas más finas

Para lograr el máximo de corriente acústica, según este autor, debemos utilizar limas finas, al máximo de potencia que podamos, y evitando el contacto de la lima con las paredes del conducto. Los puntos donde más corriente acústica se genera, quedarán más limpios, pues a más corriente acústica mayor tensión hidrodinámica.

### Técnicas de instrumentación con ultrasonidos

No están totalmente tipificadas las técnicas para efectuar la preparación biomecánica mediante ultrasonidos, en cuanto a la secuencia de limas de distinto

diámetro, el tiempo de actuación de cada instrumento, el volumen de solución irrigadora a emplear, y la intensidad de los ultrasonidos

Los fabricantes de aparatos de ultrasonidos proponen técnicas que son modificadas por los diversos autores que los utilizan en clínica o con finalidad investigadora.

Inicialmente, las técnicas propuestas se basaban en utilizar limas progresivamente de mayor diámetro de forma parecida a la secuencia empleada con las técnicas manuales. Tras una permeabilización del conducto con limas manuales 8-10-15 se iniciaba la instrumentación con limas ultrasónicas del 15 hasta alcanzar las del 25 o más, según los aparatos empleados. En algunas técnicas se complementaba la preparación del conducto en su tercio coronario con instrumentos adiamantados. En otras se alternaba el paso de instrumentos manuales hasta la constricción apical para verificar el diámetro alcanzado. Hay que tener en cuenta, como demostraron Misenredino y cols.<sup>(15)</sup>, la mayor capacidad de corte de los instrumentos sónicos y ultrasónicos, por lo que no hay que activarlos hasta que alcancen la longitud de trabajo determinada previamente.

Ahmad<sup>(14)</sup> propuso una modificación de la técnica secuencial ultrasónica (15-20-25) consistente en reinstrumentar al final de la preparación del conducto con una lima 15 que quedará holgada y que podrá mejorar la limpieza del conducto.

Chenail y Teplistsky<sup>(16, 17)</sup> constataron que la instrumentación con limas ultrasónicas superiores al número 15 determinaba la existencia de escalones y deformaciones de la porción apical del conducto por lo que preconizan emplear limas 15 y no superar este diámetro.

Krell y cols.<sup>(18, 19)</sup> estudiaron los patrones de irrigación con ultrasonidos. Pusieron de manifiesto que la existencia de obstáculos a la vibración de la lima impedía el paso de la solución irrigadora hasta la porción terminal del conducto. Sólo cuando la lima oscila libremente puede la solución irrigadora alcanzar a la totalidad del conducto. Llegaron a la conclusión de alargar el tiempo de actuación de las limas dentro del conducto, preconizando el uso de las limas 15 durante unos 2 minutos y no durante unos 30 segundos como era más habitual.

### ANÁLISIS DE LAS INVESTIGACIONES SOBRE INSTRUMENTACIÓN CON ULTRASONIDOS

Para una más fácil comprensión agrupamos el análisis

**516** lisis de las investigaciones realizadas acerca de la instrumentación con ultrasonidos en función de los siguientes parámetros:

1. Morfología del conducto tras la instrumentación
2. Limpieza de las paredes del conducto
3. Efecto antibacteriano
4. Extrusión de detritus hacia periápice
5. Irrigación

### Morfología del conducto tras la instrumentación

Tang y Stock<sup>(20)</sup> evaluaron la morfología de los conductos curvos instrumentados con técnicas manual, sónica y ultrasónica de acuerdo con una metodología propuesta en dientes naturales<sup>(21)</sup>. Con todas las técnicas observaron deformaciones del conducto siendo éstas menos manifiestas con las ultrasónicas. Cuanto más curvado era el conducto, mayores eran las deformaciones con instrumentación manual y sónica; sin embargo, no apreciaron esta relación cuando utilizaron los ultrasonidos.

Calhoun y Montgomery<sup>(22)</sup> compararon los defectos producidos en las paredes del conducto con dos técnicas manuales (limado circunferencial y step-back con limas K-Flex y técnica de Roane con limas Flex-R) y dos ultrasónicas. Las deformaciones de la morfología del conducto eran semejantes a nivel del tercio apical con todas ellas. Con la técnica de Roane la luz del conducto era más circular que con las otras técnicas que mostraban una sección más ovalada.

Krelt y Montgomery<sup>(23)</sup> estudiaron la morfología obtenida tras diversas técnicas de instrumentación sónica, ultrasónica y una manual. Hallaron la menor cuantía de deformaciones con el sistema sónico MM 3000 (Micro-Mega, Francia) seguidos de los sistemas ultrasónicos Cavi-Endo (Dentsply, USA) y Enac (Osada, Japon) a nivel de la porción apical del conducto, mientras que los sistemas ultrasónicos producían mayores deformaciones en el tercio medio.

Goldman y cols.<sup>(24)</sup> compararon tres técnicas de instrumentación: limado manual con limas K y H, limado manual con limas Unifile y limado ultrasónico. La mejor conformación del conducto se consiguió con la primera de estas técnicas y la peor con la ultrasónica. Tampoco observaron una mejor limpieza de las paredes del conducto con ultrasonidos.

Reynolds y cols.<sup>(25)</sup> compararon sobre dientes naturales *in vitro* las técnicas sónicas, ultrasónicas y manual

con step-back. Hallaron las mayores diferencias en cuanto a la morfología obtenida a nivel medio y coronario. Con la técnica manual consiguieron una mayor eliminación de dentina y unas paredes del conducto más lisas.

Pericord y cols.<sup>(26)</sup> evaluaron la conformación del conducto y el tiempo de trabajo empleado mediante una instrumentación manual y una ultrasónica. Respecto a ambos parámetros hallaron mejor la instrumentación manual.

Yamaguchi<sup>(27)</sup> observa *in vitro* usando el aparato de ultrasonidos Enac (Osada, Japon) que obtiene más deformaciones apicales (ZIP) y escalones que con la instrumentación manual.

Apap<sup>(28)</sup> observa que con instrumentos mayores de 15 los ultrasonidos tienen más facilidad de deformar el conducto que con las limas manuales.

### Limpieza de las paredes del conducto

Para Stamos<sup>(29)</sup> la instrumentación mediante ultrasonidos con una solución de hipoclorito sódico al 2,5% proporciona una limpieza del conducto a 1 mm del ápice significativamente superior a la que se obtiene mediante técnicas manuales, sónicas o ultrasónicas, en las que en vez de hipoclorito sódico se empleó agua. No obstante, a 3 mm del ápice con todas las técnicas la limpieza era semejante.

Goodman y cols.<sup>(30)</sup> observaron resultados semejantes a nivel del último milímetro apical del conducto comparando la instrumentación manual con step-back seguida de una instrumentación con ultrasonidos con la simple instrumentación manual e irrigación clásica. A pesar de ser algo mejor la limpieza del último milímetro del conducto aplicando ultrasonidos, tampoco se obtuvo una limpieza total, apreciándose en las paredes restos de la capa de barro dentinario o "smear layer".

Yamaguchi<sup>(27)</sup> en un estudio *in vitro* encuentra que el uso de ultrasonidos con el aparato Enac remueve mejor que la técnica manual los restos del conducto.

Bottero y Cornillac<sup>(31)</sup> en dientes permanentes encuentran mayor limpieza usando el aparato de ultrasonidos "piezón endo" (C.E.M.S, Francia) que con la instrumentación manual.

Goldberg y Massoné<sup>(32)</sup> compararon la instrumentación manual y la ultrasónica empleando como solucio-

nes irrigadoras hipoclorito sódico al 5% o EDTA. Encontraron una mejor limpieza, aunque no total, del interior del conducto con ultrasonidos.

Ahora bien, un gran número de investigaciones no muestran diferencias significativas respecto a la limpieza del interior de los conductos radiculares ni de sus paredes entre las técnicas manuales, sónicas y ultrasónicas. Los estudios de Cymerman y cols.<sup>(33)</sup> coinciden con ello.

Lev y cols.<sup>(34)</sup> evaluaron la limpieza de las paredes del conducto a 1 mm y a 3 mm del ápice una vez instrumentado, mediante técnicas manuales y ultrasónicas, empleando combinaciones de ambas y aplicando los ultrasonidos en períodos de tiempo de 1 y 3 minutos. Se realizó en conductos mesiales de molares inferiores. No observaron diferencias de limpieza a los dos niveles descritos entre las diversas técnicas; en cambio sí hallaron una mejor limpieza a nivel del istmo entre ambos conductos cuando la técnica manual fue seguida de la aplicación de ultrasonido durante 3 minutos que la técnica manual exclusiva o la técnica combinada durante 1 minuto.

Ciucchi y cols.<sup>(35)</sup> estudiaron la remoción de la capa de barro dentinario utilizando técnicas manuales y ultrasónicas y soluciones irrigadoras de hipoclorito sódico y EDTA. Con ninguna de las técnicas se consiguió eliminar totalmente la capa de barro dentinario. Irrigando posteriormente con EDTA se mejoró la limpieza de las paredes, pudiendo visualizar en ellas la entrada de los túbulos dentinarios mediante microscopio electrónico de barrido. Ello se consiguió con ambas técnicas de instrumentación.

Baker y cols.<sup>(36)</sup> investigaron la eliminación de la capa de barro dentinario utilizando una técnica manual y otra ultrasónica, pero ambas con altos volúmenes de irrigación. Con ninguna de ellas se consiguió la limpieza completa del tercio apical del conducto, no siendo las diferencias entre ambas significativas.

Biffi y Rodríguez<sup>(37)</sup> y Walker y Del Río<sup>(38)</sup> obtuvieron resultados similares.

### Efecto antibacteriano

Se pensó que la cavitación y las ondas acústicas que generaban los ultrasonidos podían facilitar la destrucción de las bacterias presentes en los conductos radiculares. Ahmad<sup>(35)</sup> estudió este efecto y concluyó que la

corriente acústica no puede provocar la asepsización del conducto. Afirmó que para ello sería preciso que se produjera cavitación, lo cual, a juicio del autor, no puede ocurrir en un conducto estrecho.

Cunningham y Balekhian afirman que la energía de los ultrasonidos provoca un calentamiento de la solución de hipoclorito sódico, con lo que aumenta su actividad antibacteriana y se puede conseguir el mismo efecto con concentraciones menores de la solución. Por ello, el efecto tóxico sobre el conectivo periapical será menor, lográndose una mejor disolución de los restos tisulares<sup>(39)</sup> y una mayor eliminación de bacterias en el interior del conducto<sup>(40)</sup>.

### Extrusión de detritus hacia periápice

Un aspecto a considerar al instrumentar conductos, especialmente de dientes necróticos, es la posibilidad del paso a periápice de exudados, gérmenes y productos tisulares que pueden contribuir a una mayor irritación del tejido periapical.

Fairbourn y cols.<sup>(41)</sup> evaluaron la extrusión de detritus a periápice en un estudio *in vitro*, empleando técnicas manuales, sónicas y ultrasónicas. Obtuvieron una menor extrusión con las técnicas sónicas y ultrasónicas, señalando que *in vivo* los resultados podrían haber sido diferentes ya que los tejidos periapicales pueden frenar dicha extrusión.

Jahde y cols.<sup>(42)</sup> estudiaron en animales la respuesta histológica tras limado con técnica manual y ultrasónica, utilizando como soluciones irrigadoras suero salino e hipoclorito sódico al 2,5% con sobreextensión de las mismas a periápice. No hubo diferencias significativas en cuanto a la respuesta inflamatoria en el tejido periapical entre ambas técnicas de instrumentación. La inflamación resultante fue calificada de baja a moderada intensidad.

### Irrigación

Teplitsky y cols.<sup>(43)</sup> comentan que las jeringas sólo pueden llevar el irrigante hasta el tercio apical cuando se ha instrumentado ya hasta la lima del 30, mientras que con los ultrasonidos el irrigante llega hasta el tercio apical desde el primer momento.

Druittman y Stock<sup>(44)</sup> comparan el reemplazamiento

**518** del irrigante (agua) en conductos finos con tres diámetros distintos de agujas y el método ultrasónico. Observan que la irrigación, cualquiera que sea el método usado, tiene menor efectividad a medida que nos acercamos a la zona apical. En la irrigación con aguja depende del volumen de irrigación empleado, mientras que en los ultrasonidos depende del tiempo de trabajo. En la manual irriga profusamente cada vez que cambia de lima. Sus resultados en cuanto a mejor irrigación apical son que la aguja de 0,3 mm de diámetro es la que mejor irrigación consigue, le siguen los ultrasonidos, luego las agujas de 0,6 mm y por último las del 0,5 mm.

## DISCUSION

Nos hallamos ante unas técnicas nuevas que han levantado una gran controversia con resultados contradictorios según los distintos autores. Por ello queremos en esta discusión analizar dichos resultados clarificando algunos conceptos y también destacar qué campos o cuestiones siguen sin esclarecer.

Uno de los puntos en que la mayoría de los autores coinciden sobre las técnicas ultrasónicas en endodoncia es que hay que usar limas del número 15 (Ahmad<sup>(45)</sup>, Chenail y Teplitsky<sup>(16,17)</sup>, Krell<sup>(18,19)</sup>) ya que la lima más fina es la más flexible y la que mejor propulsa el irrigante. Las limas de números superiores tienen el riesgo de producir deformaciones en el conducto (Apap<sup>(28)</sup>, Yamaguchi<sup>(27)</sup>, Goldman<sup>(24)</sup>, Reynolds<sup>(25)</sup>, Pericard<sup>(26)</sup>).

Aparte del número de lima a utilizar, sigue sin estar tipificada la técnica ultrasónica. Por ejemplo se desconoce el tiempo idóneo de actuación de las limas. Krell<sup>(18,19)</sup> en su estudio recomienda 2 minutos frente a los 30 segundos de otros autores. Lev<sup>(34)</sup> encuentra mayor limpieza del conducto con 3 minutos que con un minuto. También se desconoce la intensidad ideal de la vibración de la lima.

Tampoco está tipificada la técnica en cuanto a la irrigación. El volumen de irrigante idóneo es desconocido, Druttman y Stock<sup>(44)</sup> hablan de que la irrigación ultrasónica depende del tiempo de trabajo del instrumento y no del volumen de líquido empleado. Cameron<sup>(46)</sup> tras sus estudios sobre la temperatura dentro del conducto y en el periápice después de la activación de la lima ultrasónica, deduce que, con el fin de no dañar las células del periápice por el aumento de temperatura

que los ultrasonidos conlleven, la irrigación ha de ser continua o discontinua sin sobrepasar los 30 segundos sin irrigación.

En cuanto a los irrigantes usados los más preconizados son el hipoclorito sódico en concentraciones de 1 a 5% (Goldberg<sup>(32)</sup>, Stamos<sup>(29)</sup>) alternado con EDTA al 3% (Ciucchi<sup>(35)</sup>, Núñez de Uribe<sup>(47)</sup>).

Refiriéndonos a si se consigue una mejor irrigación con los ultrasonidos que con las técnicas convencionales, el hecho de que las limas ultrasónicas propulsan el líquido irrigante en gran volumen hasta el ápice, es considerado como una ventaja (Teplitsky<sup>(43)</sup>). Pero según Krell<sup>(18)</sup> cualquier contacto de la lima con la pared detiene el paso de la solución irrigadora. Usando una cantidad de irrigante similar y agujas de diámetro muy pequeño, algunos autores no encuentran diferencias (Lev<sup>(34)</sup>) y otros incluso obtienen mejores resultados con la irrigación convencional.

El tema de mayor controversia es si se consigue una mayor limpieza del conducto con las técnicas ultrasónicas que con las convencionales. Vemos que a pesar de los primeros resultados alentadores obtenidos por Martin y Cunningham<sup>(3-7)</sup> y secundados por Stamos<sup>(29)</sup>, Goodman<sup>(30)</sup>, Goldberg<sup>(32)</sup>, Yamaguchi<sup>(27)</sup> y Bottero-Cornillac<sup>(31)</sup>, las investigaciones posteriores realizadas por otros autores no encuentran una diferencia significativa en cuanto a la limpieza del conducto (Cyerman<sup>(33)</sup>, Reynolds<sup>(25)</sup>, Lev<sup>(34)</sup>, Ciucchi<sup>(35)</sup>, Langeland<sup>(48)</sup>, Biffi<sup>(37)</sup>, Baker<sup>(36)</sup>, Goldman<sup>(24)</sup>, Haikel<sup>(49)</sup> y Walker y Del Río<sup>(38)</sup>). Estos últimos creen que la diferencia de los resultados en los estudios afirmando la mejor o peor limpieza de los ultrasonidos podría deberse a múltiples variables como diferencias de curvatura de los conductos, tipo de dientes usados, variabilidad del operador, dispositivo de ultrasonidos utilizado, tipo de irrigante y criterio de evaluación. Es de resaltar el esfuerzo desarrollado por Lim y Weber<sup>(50)</sup> y por Bramante<sup>(51)</sup> que intentan introducir una metodología estandarizada para poder efectuar estudios de instrumentación.

Creemos esclarecedor a este respecto el estudio de Langeland<sup>(48)</sup> y Biffi<sup>(37)</sup> quienes creen que la total limpieza del conducto depende más de la morfología del conducto que no de la técnica utilizada. En conductos rectos y circulares ambas técnicas, ultrasonidos y manual, obtenían una buena limpieza mientras que en conductos curvados y elípticos ninguna de las dos era capaz de limpiar la totalidad del conducto.

Otro punto conflictivo es el de si los ultrasonidos

producen una menor extrusión de detritus hacia el periápice (Cunningham<sup>(39)</sup>, Fairbourn<sup>(41)</sup>) mientras que otros autores no encuentran diferencias *in vivo* (Jahde<sup>(42)</sup>).

Nos quedan por comentar dos de las expectativas levantadas por las técnicas ultrasónicas.

Primero sería el posible efecto de cavitación. Ahmad<sup>(15)</sup> concluye que la corriente acústica es incapaz de provocar la asepsización debido a la estrechez de los conductos. Lo que sí producen los ultrasonidos es un aumento de la temperatura intracanalicular (Cameron<sup>(52)</sup>) que podría aumentar el efecto antibacteriano del líquido irrigante (Cunningham<sup>(40)</sup>).

Segundo y muy importante desde el punto de vista clínico es el menor tiempo de trabajo que preconizaron con las técnicas ultrasónicas Martin y Cunningham<sup>(4, 5)</sup> para la preparación canalicular y una menor fatiga para el operador (Langeland<sup>(48)</sup>). Esta mayor rapidez no ha sido observada por otros autores como Pericord<sup>(26)</sup> para quien el uso de los ultrasonidos significó un mayor tiempo de trabajo. Podemos comprenderlo si tenemos en cuenta los dos o tres minutos de actuación de la lima ultrasónica que recomiendan Krell<sup>(18)</sup> o Lev<sup>(34)</sup> respectivamente.

Una posible desventaja que mencionaremos en el uso de los ultrasonidos en endodoncia es el peligro de fractura de los instrumentos. En efecto, el movimiento longitudinal que transmite un aparato de ultrasonidos a la lima se transforma al llegar a ésta en un movimiento horizontal. Este movimiento horizontal no afecta a toda la lima, sino que hay puntos con desplazamiento (antinodos), y otros que permanecen inmóviles (nodos)<sup>(53, 54)</sup>, lo que hace que estos últimos estén sometidos a un estrés considerable. Ello debería suponer la existencia de una alta incidencia de fracturas en las limas ultrasónicas. Sin embargo, Scott y Walton<sup>(55)</sup> encontraron una baja incidencia de fracturas, lo mismo que Ahmad<sup>(56)</sup>. Este último atribuye la baja incidencia a un muy buen control de calidad del fabricante. Señala asimismo que cuando la fractura se produce, ésta se sitúa a nivel de un nodo (que es precisamente el punto de más tensión teórico), y cerca del extremo del instrumento (que es donde la vibración es mayor). En cambio Apap<sup>(28)</sup> comenta el alto riesgo de fractura. Heuer y Misenredino<sup>(15)</sup> ratifican la existencia de dichas elevadas tensiones, con el riesgo de fracturas por fatiga o bien por grietas o defectos internos del metal. Crean por ello en la necesidad de establecer unos nuevos estándares de fabricación para estos instrumentos. Debemos de todas formas

tener presente que los fragmentos rotos no suelen quedar en el interior del conducto, debido a la irrigación constante y el hecho de estar libres en el seno del mismo.

Hasta ahora hemos comentado los resultados de las investigaciones sobre las técnicas ultrasónicas de instrumentación en endodoncia, sus ventajas, desventajas y contradicciones. Pasaremos ahora a comentar otras indicaciones aparte de la mera instrumentación canalicular.

En efecto los ultrasonidos pueden ser de utilidad en el retratamiento de conductos: Wilcox<sup>(57)</sup> usa cloroformo como irrigante en los ultrasonidos para eliminar la gutapercha y el cemento sellador. Nishiyama<sup>(58)</sup> usa los ultrasonidos también en el blanqueamiento de dientes endodnciados: limpiando la cámara pulpar con hipoclorito de sodio al 1% con una lima ultrasónica durante 3 minutos puede usar luego un agente blanqueante a menor concentración evitando así debilitar la estructura dentinaria como cree que sucede con el empleo de soluciones de peróxido de hidrógeno de 110 volúmenes. Hoen<sup>(59)</sup> usa los ultrasonidos para aplicar el sellador de conductos que según él se esparce mejor por toda la pared canalicular introduciéndolo con la lima ultrasónica que con la lima manual en sentido antihorario.

Otras indicaciones de los ultrasonidos son la eliminación de cuerpos extraños, pernos cementados, conos de plata y otros elementos de relleno del interior del conducto<sup>(58-64)</sup>. Pueden ser también de utilidad para la localización de conductos radiculares<sup>(65)</sup>.

## CONCLUSIONES

Evaluando los resultados de los estudios sobre el uso de los ultrasonidos en endodoncia llegamos a las siguientes conclusiones:

1. No dan una mejor conformación del conducto e incluso las limas superiores al nº 15 pueden producir deformaciones del conducto.
2. No producen cavitación en el interior del conducto.
3. No se observan diferencias en las molestias postoperatorias del paciente.
4. No disminuyen el tiempo de trabajo.
5. Las limas tienen un riesgo elevado de fracturarse.
6. En cuanto a la limpieza del conducto los resultados son contradictorios.
7. Los ultrasonidos han demostrado tener sus venta-

520 jas en cuanto a la utilización de un mayor volumen de irrigación y otras indicaciones aparte de la mera instrumentación como son la eliminación de cuerpos extraños, cálculos pulpares, conos de plata, pernos cementados, cementos de los conductos, etc. Lo cual los convierte en un instrumento valioso para la práctica de la endodoncia actual.

Debemos manifestar, sin embargo, que la obtención de conclusiones, comparando los resultados de las investigaciones descritas puede a veces llevarnos a equívocos debido a la falta de tipificación en los estudios realizados, lo que puede conllevar a discrepancias manifiestas en los resultados.

Pensamos que la mayoría de estudios se han realiza-

do *in vitro* y consiguientemente podrían sistematizarse una serie de parámetros que no han sido tipificados por los diferentes investigadores como por ejemplo: técnica ultrasónica, volumen de irrigación, sustancias irrigantes, intensidad ultrasónica, morfología de las piezas probadas, etc.

Como aplicación clínica de este estudio consideramos que si las nuevas técnicas ultrasónicas no pueden ser sustitutivas de la preparación biomecánica manual, sí que la simultaneidad de ambas puede prestar al clínico mejores resultados en los tratamientos endodóncicos, pero bajo ningún concepto simplificar o disminuir el tiempo de realización de los mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Roig-Cayón M, Basilio-Monné J, Canalda-Sahli C. Instrumentación manual de los conductos radiculares. Revisión de la última década. *Avances Odontostomatología* (en prensa).
- 2 Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Journal of Dental Medicine* 1957;12:12-8.
- 3 Martin H, Cunningham WT, Norris JP. A quantitative comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin. *Oral Surg* 1980;50:566-8.
- 4 Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR. Ultrasonic versus hand filing of dentin. *Oral Surg* 1980;49:79-81.
- 5 Cunningham WT, Martin H, Forrest WR. Evaluation of root canal debridement by endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982;53:401-4.
- 6 Cunningham WT, Martin H. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement with endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982;53:527-31.
- 7 Cunningham WT, Martin H, Pelley BG, Stoops DE. A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg* 1982;54:238-41.
- 8 Martin H, Cunningham WT. An evaluation of conventional root canal therapy. *Oral Surg* 1982;54:74-6.
- 9 Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on amount of root canal material extruded. *Oral Surg* 1982;53:611-3.
- 10 Pacheco Plaza MC, Kessler Nieto F, Orts Rodríguez MT, Ruiz de Temiño Malo P. Ultrasonidos en endodoncia: mecanismo de acción. *Rev Esp Endod* 1989;7:7-12.
- 11 Martin H, Cunningham W. Endosonics. The ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:201-6.
- 12 Martin H. Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg* 1976;42:92-9.
- 13 Martin H, Cunningham W. Endosonics. The ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:201-6.
- 14 Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Walton AJ. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *J Endod* 1988;14:486-93.
- 15 Misenredino LJ, Misenredino CA, Boser JB, Heuer MA, Osetek EM. Cutting efficiency of endodontic instruments. Part III. Comparison of sonic and ultrasonic instrument systems. *J Endod* 1988;14(1):24-30.
- 16 Chenail BL, Teplitsky PE. Endosonics in curved root canals. *J Endod* 1985;11:369-74.
- 17 Chenail BL, Teplitsky PE. Endosonics in curved root canals. Part II. *J Endod* 1988;14:214-217.
- 18 Krell KV, Randall JJ. Irrigation patterns of ultrasonic endodontic files. Part II. Diamond-coated files. *J Endod* 1988;14:535-7.
- 19 Krell KV, Randall JJ, Madison S. Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-type files. *J Endod* 1988;14:65-8.
- 20 Tang MPF, Stock CJR. The effects of hand, sonic and ultrasonic instrumentation on the shape of curved root canals. *Int Endod J* 1989;22:55-63.
- 21 Tang MPF, Stock CJR. An *in vitro* method for comparing the effects of different root canal preparation techniques on the shape of curved root canals. *Int Endod J* 1989;22:49-54.
- 22 Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 1988;14:273-7.

- 23 Kiel LW, Montgomery S. The effect of endosonic instrumentation in simulated curved root canals. *J Endod* 1983;**13**(5):215-9.
- 24 Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JL. A comparison of the three methods of cleaning and shaping the root canal *in vitro*. *J Endod* 1988;**14**:7-12.
- 25 Reynolds MA, Madison S, Walton EW, Krell KV, Rittman BRJ. An *in vitro* histological comparison of the step-back, sonic, and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canals. *J Endod* 1987;**13**:307-14.
- 26 Pericord D, El Deeb ME, Messe HH. Hand versus ultrasonic instrumentation: its effect on canal shape and instrumentation time. *J Endod* 1986;**12**:375-81.
- 27 Yamaguchi. The use of ultrasonic instrumentation in the root canal cleaning and widening. *Oral Surg* 1988;**65**:349-53.
- 28 Apap M, Thoren C. Interêt de la synergie, instrumentation, irrigations et vibrations en endodontie. *Rev Fr Endo* 1987;**6**(1):29-44.
- 29 Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H. An *in vitro* comparison study to quantitate the debridement ability of hand sonic and ultrasonic instrumentation. *J Endod* 1987 Sep;**13**(9):434-40.
- 30 Goodman A, Reader A, Beck M, Melfi R, Meyers W. An *in vitro* comparison of the efficacy of step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod* 1985;**11**:249-56.
- 31 Bottero, Cornillach, Bonin. Etude comparative au microscope electronique de balayage sur l'efficacite du systeme ultrasonore piezo endo sur la preparation canaliculaire contre un methode manuelle. *Rev Fr Endo* 1989;**7**:1.
- 32 Goldberg F, Massone EJ. Instrumentación manual ultrasónica. Evaluación de la eficacia de la limpieza de las paredes del conducto radicular. *Rev Esp Endod* 1985;**3**:61-8.
- 33 Cymerman JJ, Jerome LA, Moodnik RM. A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal. *J Endod* 1983;**9**:327-31.
- 34 Lev R, Reader A, Beck M, Meyers W. An *in vitro* comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique for 1 and 3 minutes. *J Endod* 1987;**13**:523-30.
- 35 Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989;**22**:21-28.
- 36 Baker MC, Ashrafi SH, Van Cura JE, Remeikis NA. Ultrasonic compared with hand instrumentation: a scanning electron microscope study. *J Endod* 14(9):435-40.
- 37 Biffi JCG, Rodrigues HH. Ultrasound in endodontics: a quantitative and histological assessment using human teeth. *Endod Dent Traumatol* 1989;**5**:55-62.
- 38 Walker TL, Del Río CC. Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *J Endod* 15(2):49-59.
- 39 Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980;**49**:175-7.
- 40 Cunningham WT, Joseph S. Effect of temperature on the bacterial action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980;**50**:569-71.
- 41 Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod* 1987;**13**:102-8.
- 42 Jahde EM, Himmel VT, Weir J. A comparison of short-term periapical responses to hand and ultrasonic file overextension during root canal instrumentation in the Macaca fascicularis monkey. *J Endod* 1987;**13**:388-91.
- 43 Teplitsky PE, Chenail BL, Mack B, Machnee CH. Endodontic irrigation: a comparison of endosonic and syringe delivery systems. *Int Endod J* 1987;**20**:233-41.
- 44 Druttman ACS, Stock CJR. An *in vitro* comparison between ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *Int Endod J* 1989;**22**:174-8.
- 45 Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals. acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987 Oct;**13**(10):490-9.
- 46 Cameron J. The endodontic ultrasound's effect on the temperature of the walls of the root canals. *J Endod* 1989;**14**.
- 47 Núñez de Uribe Echevarría N, Badanelli P, Martínez-Berná A, Uribe Echevarría J. Eliminación del barro dentinario con aparatología ultrasónica y distintas soluciones irrigadoras. *Rev Esp Endod* 1987;**5**:1-9.
- 48 Langelad L, Lio K, Pascon EA. Work saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endod* 1985;**11**:49-510.
- 49 Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J* 1985;**18**:240-6.
- 50 Haikel Y, Allemann C. Effectiveness of four methods for preparing root canals: a scanning electron microscopic evaluation. *J Endod* 1988;**14**:340-5.
- 51 Bramante CM, Berbert A, Borges AP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987;**13**:243-5.
- 52 Cameron J. The use of sodium hypochlorite activated by ultrasound for the debridement of infected, immature root canals. *J Endod* 1988;**12**:550-4.
- 53 Walmsley AD. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J* 1987;**20**:105-11.
- 54 Heuer MJ, Misenredino LJ. En: Cohen S, Burns RC, autores. *Endodoncia. Los caminos de la pulpa*. 4ª edición. Buenos Aires, 1988, pág. 576.
- 55 Ahmad M. An analysis of breakage of ultrasonic files during root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 1989;**5**:78-82.

- 522 56 Scott GL, Walton RE. Ultrasonic endodontics: the wear of instruments with usage. *J Endod* 1987;**12**:279-84.
- 57 Wilcox. Endodontic retreatment: ultrasounds and chloroform as a final step in reinstrumentation. *J Endod* 1989;**15**:125-128.
- 58 Nishiyama. Non vital teeth bleaching with ultrasonic help. *Rev Fr Endo* 1989;**8**:43-47.
- 59 Hoen M, Lebounty G, Keller D. Ultrasonic endodontic sealer placement. *J Endod* 1988;**14**:169-74.
- 60 Meidinger D, Kabes B. Foreign object removal utilizing the Cavi-Endo ultrasonic instrument. *J Endod* 1985;**11**:301.
- 61 Stamos DG, Haasch GC, Chenail B, Gerstein H. Endosonics: clinical impresions. *J Endod* 1985;**11**:181-7.
- 62 Gaffney JL, Lehman JW, Miles MJ. Expanded use of the ultrasonic scaler. *J Endod* 1981;**7**:228-9.
- 63 Krell K, Neo J. The use of ultrasonic endodontic instrumentation on the re-treatment of paste-filled endodontic tooth. *Oral Surg* 1985;**60**:100-2.
- 64 Guttmann JL, Dumsha T. Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. En: Cohen S, Burns RC, autores. *Endodoncia. Los caminos de la pulpa*. 4ª edición. Panamericana. Buenos Aires, 1938, pág. 235.
- 65 Wein F. *Comunicación personal*. Junio 1989. Torremolinos (España).