



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

# EL ULTRASONIDO COMO MEDIO DE ESTERILIZACION

por:

Dr. RENATO E. E. ILLARI (1)

## INTRODUCCION:

Cuando un movimiento vibratorio supera los 20.000 ciclos por segundo en su frecuencia de oscilación, recibe el nombre de ultrasonido (16). El ultrasonido tiene propiedades que lo hacen inestimable para usos industriales, medicinales y de investigación.

Entre sus aplicaciones encontramos un campo vastísimo que abarca, entre otros usos: mezcla de sustancias que normalmente no son miscibles (40-36-26-11-22); tratamiento, calentamiento y soldado de metales entre sí, y con cuerpos vítreos y cerámicos (23-5-30); examen de piezas metálicas, controles de calidad de pinturas y espesores de recubrimientos varios (35-33-1-8-6-18); limpiado, desoxidado y decapado de piezas metálicas (37); maquinado de materiales

extraduros (17-24); medición de espesores, flujos, caudales y niveles (29-28-21-9-38-27-25).

En medicina, la aplicación del ultrasonido abarca desde el diagnóstico de diversas enfermedades (39-2-4-20-14-3-31) hasta el tratamiento de ellas (12-34-15-13).

En odontología, el ultrasonido es usado principalmente para la limpieza de instrumental, y la remoción del tartaro, tareas ambas que cumple con gran eficiencia.

En el momento actual los usos del ultrasonido han sobrepasado a los conocimientos teóricos, con resultados que son, muchas veces, caóticos. A pesar de que un conocimiento mayor sobre los factores que conciernen a la onda supersónica y el medio en que actúa, pensamos que hay efectos que merecen ser investigados en forma experimental y práctica.

(1) Jefe de Clínica de Operatoria Dental. Buenos Aires 1213, Córdoba, Rep. Argentina.

Es conocido el efecto que produce la irradiación ultrasónica en el D. N. A., al que produce degradación, como también los cambios de la permeabilidad del tejido conectivo, y del germen de trigo (19-32-10). También se conoce el efecto que tiene la irradiación en la ruptura de bacterias, propiedad que se usa y aprovecha para la elaboración de vacunas (7). Hay motivos para pensar, por lo tanto, que la limpieza con ultrasonido puede provocar la muerte de las bacterias por lisis.

Para confirmar esta posibilidad se ha planeado y realizado el trabajo experimental que pasamos a describir.

## METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Se planearon tres experiencias, a saber: esterilización de instrumental de conducto; esterilización de caldo de cultivo contaminado; activación de soluciones esterilizantes por ultrasonido.

### \* Esterilización de Instrumental de conducto.

Se seleccionó una serie de cincuenta instrumentos pequeños; limas, escariadores, tiranervios, los que fueron contaminados con el exudado de conductos gangrenados. Con este instrumental contaminado se realizó una primer siembra en un medio de cultivo sólido, en tubos de ensayo, en forma de pico de flauta, formado por eugón agar con tripticasa; medio de

cultivo, muy favorable para el desarrollo de bacterias. El instrumental era montado para practicar la siembra, en un mango metálico esterilizado. Realizada la primer siembra, con el mismo mango el instrumento fue suspendido en un recipiente que contenía agua destilada (400 c.c.) en la cual se vibró durante cinco minutos. Transcurrido este lapso se retiró del agua destilada, se dejó escurrir y se practicó una segunda siembra, repitiendo las operaciones y practicando una tercer siembra.

Los tubos de ensayo de cultivo se llevaron a estufas a 37 grados y se controlaron a las 24-48 horas.

### \* Esterilización de caldo de cultivo contaminado.

De los tubos de ensayo se recogió material llevándolo a un medio de cultivo líquido similar al anterior, en un matraz de 100 c.c. Se agitó el material mezclándolo bien, se filtró con papel de filtro y se separó en cinco tubos de ensayo estériles.

Estos tubos de ensayo fueron separados en cinco lotes dejando uno de los lotes, de control, en todos los casos, y sometiendo el caldo a vibración ultrasónica durante tiempos de 5, 10, 30 y 60 minutos. Se pusieron en estufas a 37° y se esperaron los resultados.

### \* Activación de soluciones esterilizantes por ultrasonido.

Se buscó cuál era la proporción en que un detergente sintético ideado

como agente esterilizante (Desivon) permitía el desarrollo de bacterias. Luego repitiendo el método de la experiencia anterior se practicaron siembras heterogéneas en un caldo de cultivo adicionado de detergente en la cantidad mínima adecuada. Los tubos se separaron en cinco lotes conservando un lote de control, y sometiendo a ultrasonido a los otros cuatro, durante tiempos de 5, 10, 30 y 60 minutos. Se practicaron posteriormente siembras de control en medio sólido.

#### \* Aparatología usada.

Se eligió, para la realización de las experiencias, un aparato para limpieza ultrasónica destinado a la odontología, marca "Maxson", L & H que posee una entrega, una potencia de ultrasonido de 40 vatios con una frecuencia de oscilación variable mediante una perilla de ajuste entre 80 y 90 mil ciclos por segundo. Este ajuste es indispensable para sintonizar la frecuencia de vibración al volumen de líquido sometido a ella. Un elemento cerámico llamado "transductor" fijo en la parte inferior de un tanque de acero de un litro de capacidad transforma las oscilaciones de corriente en movimientos mecánicos.

El equipo de que se trata ha sido diseñado especialmente para limpieza del instrumental odontológico.

## RESULTADOS:

### \* Esterilización de instrumental de conducto.

En las cincuenta primeras siembras realizadas con el instrumental contaminado con el exudado se manifestaron colonias bacterianas de gran crecimiento. Se realizó la identificación de estas colonias encontrándose gérmenes gram positivos, gram negativos, estreptococos, estafilococos, neumococos y hongos. En todos los casos el crecimiento de la colonia estaba limitado a la línea trazada con el instrumento contaminado. La segunda siembra colocada en una línea paralela en el mismo tubo y la tercer siembra, podían entonces, separarse entre sí directamente y sin errores. Al realizar las tres siembras en un mismo tubo se eliminó la posibilidad de variables en el medio de cultivo y en el tiempo y temperatura del mismo.

La segunda siembra realizada después de haber sometido al instrumento a cinco minutos de vibración dió como resultado 36 casos negativos y catorce positivos, pero aún estos con cultivos más limitados y escasos. Después del segundo lavado con agua destilada y vibración ultrasónica por otros cinco minutos todas las siembras dieron resultado negativo.

### \* Esterilización de caldo contaminado.

El caldo de todos los tubos preparados mostró una gran proliferación

de bacterias. Al cabo de 24 horas de cultivo ya tenía una turbidez manifiesta, sin presentarse diferencias entre los tubos de control y los tubos vibrados durante una hora. La siembra en medio sólido de caldo de cultivo permitió identificar a idénticas colonias bacterianas que las originales.

\* **Activación de soluciones esterilizantes.**

Poniendo una gota de detergente Desivon en 40 c.c. de caldo de cultivo contaminado se producía en el caldo el crecimiento de las bacterias, las que, demoraban unas horas más en enturbiar el caldo, pero que al cabo de 48 horas no tenían diferencias con el caldo de cultivo contaminado sin detergente. Se realizaron con un caldo de esta naturaleza cinco lotes, similares al anterior, que fueron vibrados tiempos de 5, 10, 15 y 30 minutos.

Con esta cantidad mínima de detergente y menos de cinco minutos de vibración se producía alguna turbidez, pero cuando la vibración superaba los 10 minutos el caldo permanecía límpido.

Por otra parte el agregado de mucho detergente producía con el ultrasonido la separación del detergente que se alteraba y quedaba como un cordón en suspensión en el líquido. Siembras de control en todos los casos permitieron confirmar estos resultados.

**CONCLUSIONES:**

Del análisis de los resultados de las tres experiencias realizadas se desprenden resultados contradictorios.

De las tres, la segunda de las experiencias es la más demostrativa y la más definitiva. De ella se desprende con claridad que el ultrasonido, en la forma, intensidad y frecuencia que es usado en el equipo que se probó, es incapaz de producir la lisis de los microorganismos contaminantes. Cuando se intenta inhibir la proliferación de bacterias con el uso de este medio exclusivamente, el resultado que se obtiene es nulo si bien en las experiencias del Laboratorio Casasco se obtiene un índice de ruptura del 100 % a los dos minutos de vibrado, sobre *Escherichia Coli*, y existe también la ya citada experiencia de degradación del DNA de los *Bacillus Subtilis*, estos resultados deben atribuirse a las condiciones particulares de las experiencias; estas condiciones incluyen a los tipos de bacterias, la frecuencia de vibración y la intensidad usada.

Ya se ha mencionado el gran número de variables que se pueden presentar en este tipo de experiencias. De aquí los resultados tan contradictorios obtenidos.

A la luz de estos resultados, podemos analizar los obtenidos en la primera experiencia: la aparente esterilidad del instrumental. Las primeras siembras fueron todas positivas. Las segundas, sólo fueron positivas en un tercio de los casos, mientras que des-

pués del segundo vibrado ninguna dio cultivos positivos.

Creemos que estos resultados son debidos exclusivamente a la dispersión microbiana producida por el vibrado ultrasónico. La pequeña cantidad de exudado que puede quedar retenida entre las barbas del instrumental es desalojada por la cavitación, factor presente en la fenomenología de la agitación ultrasónica. El movimiento del fluido, agua destilada en este caso, con sus presiones y descompresiones que se suceden a una frecuencia de 80 a 90 mil veces por segundo, produce vacuolas de vapor, que crecen y estallan alrededor de puntos heterogéneos, tales como partículas de suciedad, bacterias, etc. Al estallar las burbujas, lo que hacen bruscamente cuando llegan a tener un tamaño tal que entran en resonancia, originan una onda de choque, que "siembra" nuevos núcleos de crecimiento, origen de otras burbujas, cavidades y estallidos. Estas ondas de choque, sumadas al vacío existente en las burbujas, ayudan a desprender las partículas de suciedad de las superficies sobre las que actúan. En este caso, han ayudado a eliminar las bacterias de esta superficie, y lo han logrado con una eficiencia tal, que ningún otro tipo de lavado mecánico puede dejar una limpieza semejante. La baja concentración de bacterias en el medio líquido ayudó a obtener los resultados expuestos.

La tercera experiencia es también de resultados interesantes. Hemos visto ya como el ultrasonido movilizó al fluido sobre el que actúa. Esta movilización o agitación resulta semejante a la que se produce cuando se calienta la solución. En la práctica puede decirse que es semejante a un "hervido" en frío. La agitación a nivel molecular da como resultado la activación de las soluciones empleadas. Así, una dosis de solución detergente que no es suficiente para impedir el desarrollo de las bacterias, cuando es sometida a un campo de ultrasonido, cumple con su cometido en forma activísima.

#### R E S U M E N :

Se estudia la actuación del ultrasonido como elemento esterilizante, a través de tres tipos de experiencias. En una serie se realizan siembras en medio sólido del exudado recogido con instrumental de endodoncia barbado. Este instrumental es sometido al ultrasonido en agua destilada, y se realizan siembras posteriores. Mientras la primera de las siembras daba cultivos, después de dos lavados con ultrasonido éstos son negativos.

El exudado es sembrado en un caldo, que se somete a ultrasonido, por tiempos variables. Se comprueba que no se obtiene esterilidad de esta manera.

La adición de detergente impide el desarrollo de bacterias, en caldos sembrados. Cuando la concentración

de detergente es suficientemente pobre, las bacterias desarrollan; si con esta concentración pobre de detergente se usa ultrasonido para activar la solución, las bacterias son muertas. Siembras de control en otros medios, dan resultados negativos.

— 0 —

Agradezco al Dr. Oscar Pessat,, Profesor Adjunto de la Cátedra de Microbiología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Córdoba, por la colaboración prestada en la preparación de los medios de cultivo y el control de los resultados.

#### B I B L I O G R A F I A

- 1) ALTHOF, W.: NDT of Metal to Metal Bonds by Ultrasonic Pulse Echo Technique. "Materialprüfung", 6 N° 2, p. 56 (1964).
- 2) AMBROSE, J.: Pulsed Ultrasound-Illustrations of Clinical Applications. "British Journal of Radiology", 37, N° 435, p. 185 (1964).
- 3) ANDREW, D. S.: Ultrasonography in Pregnancy-an inquiry into its safety. "British Journal of Radiology", 37, N° 435, p. 179 (1964).
- 4) ATSUMI, K. y UCHIDA, R.: (Japan Radio Co. Ltd.); KIMOTO, S., OMOTO, R., TUSNEMOTO, M., MUROI, T.: (Department of Surgery University of Tokyo.: Ultrasonic Tomography of the liver and detection of

Heart Atrial Septal Defect with the aid of Ultrasonic Intravenous Probes. (Presentado en la 5ª Conferencia de "Medical Electronics" en Lieja, Julio de 1963).

- 5) BALALAEV, Yu & BOKSHTEIN, S. Z.: Ultrasonic high Temperature Heating and its application to Heat Treatment in the Investigation of Metals. "Fizika Metalov i Metalovedenie", 16 N° 6, p. 872 (1963).
- 6) BROWN, B.: Metallurgical applications of high Intensity Ultrasonics and chemical applications and biological applications of High Intensity Ultrasonics. "Industrial Electronics", 2, Nos. 3 y 4, p. 113 y 191 (1964).
- 7) EL'PINER, I. E.: Ultrasound-Physico-Chemical and Biological effects. Fizinatized, Moscow (1963).
- 8) Estañadores de planchas y aberturas de cierre. ARTRONICS COMPANY, 630 Cleveland Avenue, Riverdale, New Jersey, U. S. A., s. f.
- 9) FLETCHER, E. D. & PARBROOK, H. D.: Some aspects of the Acoustic Interferometer.. "Journal of Sound and Vibration", 1, N° 2, p. 179 (1964).
- 10) GEORGI, N. W. et al.: The influence of Ultrasound on the Impact Strength of grain during water washing. "Izvestia Vyschyr Uczebrych Zevedenii, Pi

- shevaya Technologia", 2, N° 33, p. 55 (1963).
- 11) GOLDAMN, R. G.: Sonic Applications - The cosmetic industry. American Perfumer and Cosmetics, 78 N° 9, p. 34 (1963).
  - 12) GORDON Douglas: "Ultrasound as a Diagnostic and Surgical Tool" 413 p. Livingstone, 1963.
  - 13) GORDON Douglas, M. B., D. M. R., D. M. R. D. E. & Livingstone Ltd.: Ultrasonics as a diagnostic tool. (Edinburgh). s. f.
  - 14) GREATOREX, C. A. & IRELAND, H. J. D.: An experimental Scanner for use with Ultrasonics. "British Journal of Radiology", 37 N° 435, p. 179 (1964).
  - 15) GREGUSS, D.: Ultrasonic Preparation in the Heterodisperive Media of the Eye". [s. d. t.].
  - 16) GRIFFIN Donald, R.: "Echoes of bats and man". Doubleday and Company Inc., New York, 1959.
  - 17) HABELL, H. J. & WILSON, R. N.: Ultrasonic Machining of the Glass. "Mass Production", 40 N° 4, p. 35 (1964).
  - 18) HANSTOCK, R. D.: LUM, R. F. & WALKER, D. C. B.: "Ultrasonic Inspection of Tubes. "U. K. A. E. A., Reactor Materials Laboratory, Culcheth, Warrington, Lancashire (England). s. f.
  - 19) HAWLEY, S.A. et al.: "Degradation of DNA by an intense non cavitating field". J. Acoustical Society of America", 35 N° 8, p. 1285 (1963).
  - 20) HERTZ, C. H.: Ultrasonic Heart Investigation. "Medical Electronics and Biological Engineering", 2, N° 1, p. 39 (1964).
  - 21) LIGUNES, V. et al.: Precision Interferometer for Measurement of Ultrasonic Velocity in Liquids in the frequency Range 1-17. Mc/s. "Akusticheski Zhurnal", 10 N° 1, p. 54 (1964).
  - 22) KORNILOVICZ, Yu, E. & BELOCHVOSTIKOVA, W. I.: Ultrasonics Activation of Suspensions. "Shoitel'nye Materialy", 9 N° 5, p. 3 (1963).
  - 23) LANGENECKER, B. et al.: Ultrasonics: An aid to Metal Forming "Metal Progress", 85 N° 4, p. 97 (1964).
  - 24) LE G G E, P.: Ultrasonics, Drilling of Ceramics. "Industrial diamond Review", 24 N° 278, p. 20 (1964).
  - 25) MARKOV, A. I.: Machining Intractable Materials with Ultrasonic and sonic Vibrations". Gosud. Izd. Machinostroit Literatur", Moscow (1962).
  - 26) MARSHALL, K.: Ultrasonics for Homogenization and Dispersion. "Manufacturing Chemist", 34 N° 12, p. 562 (1963).
  - 27) MASON, W. P.: Ultrasonics in Communications and Production. "Electronics", 36 N° 42, p. 33 (1963).
  - 28) Medición de espesores. M. E. L.

- Equipment Co. Ltd., 207 Kings Cross Road, London, W. C. 1, England, s. f.
- 29) Medida de Nivel: Vacuum Reflex Ltd., 6 Soho Street, London, W. 1, (England), s. f.
- 30) NIPPES, E. & JONES, J. B.: Metals Joining in the Space Age by Ultrasonics. "Journal of Metals", 16 N<sup>o</sup> 3, p. 244 (1964).
- 31) PEEL, R. L.: Ultrasound for routine clinical investigations. (The London Hospital, London, E. I.), s. f.
- 32) POSPISILOVA, J. et al.: Changes in water-permeability in the connective tissue in vitro after Ultrasonics Irradiation. "Rehabilitation", 16, N<sup>o</sup> 2-3, p. 63 (1963).
- 33) RETI, P.: Experimental Studies on the Formation and Propagation of Fatigue Cracks by means of Ultrasonics. "Materialprüfung", 6 N<sup>o</sup> 3, p. 100 (1964).
- 34) Second International Symposium on Ultrasound as a Diagnostics and Surgical Tool. London, 27 May 1964.
- 35) SKRIPRICHENKI, A. L.: Application of Ultrasound in the Investigation of Fatigue. "Zavodskaya Laboratoriya" 30 N<sup>o</sup> 5, p. 598 (1964).
- 36) Sonic Engineering Corp.: "The use of Ultrasound for Blending Chemical Specialities". Soap and Chemical Specialities, 39 N<sup>o</sup> 10, p. 175 (1963).
- 37) SPRING, S.: Ultrasonic Cleaning and Pickling. "Metal Finishing", 67 N<sup>o</sup> 3, p. 66 (1964)
- 38) SRIVASTAVA, S. C. & BERKOWITZ, N.: On the Relationship between Internal Pressure and Ultrasonic Velocity. "Canadian Journal of Chemistry", 41 N<sup>o</sup> 7, p. 1787 (1963).
- 39) TSUTSUMI, Y. et al.: A new portable echo-encephalograph, using Ultrasonic Transducers and its clinical Applications. "Medical Electronics and Biological Engineering", 2 N<sup>o</sup> 1, p. 21 (1964).
- 40) VLADIMIROV, W. I.: The Preparation of Bitumen Emulsions by means of Acoustic Disperser. "Automobil'nie Dorogi", 26, N<sup>o</sup> 6, p. 8 (1963).