

Rompiendo barreras: Cómo las ondas de choque están transformando la medicina y la biotecnología

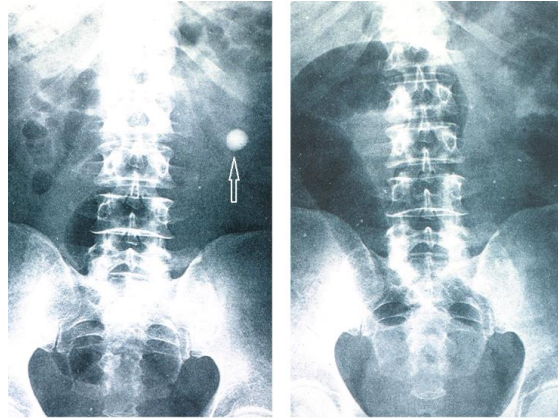
Achim M. Loske

¿Alguna vez imaginaste que burbujas diminutas dentro de nuestro cuerpo podrían contribuir a romper cálculos renales, curar fracturas óseas o introducir genes sanadores en nuestras células? Esto es una realidad gracias a las ondas de choque, que en el aire son esos estruendos intensos que se escuchan cuando un avión supersónico rompe la barrera del sonido. Pero ¿qué es una onda de choque y qué papel juegan las microburbujas?

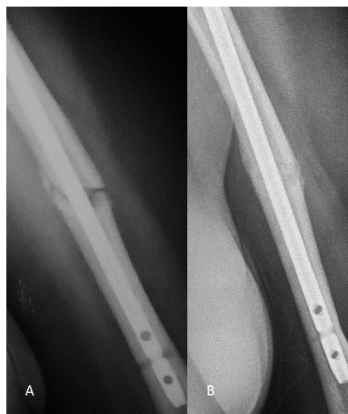
Una onda de choque, del tipo usado en medicina, se genera y propaga en agua u otro medio con densidad similar a la de los tejidos blandos del cuerpo humano, produciendo un aumento de presión de cientos de veces la presión atmosférica, con una duración de unas cuantas millonésimas de segundo, seguido de una reducción de presión (rarefacción), también extremadamente corta. Esta variación de presión, cuyo espesor es del orden de un milímetro, viaja a través de la materia con una velocidad superior a la del sonido en ese medio. Se genera convirtiendo energía eléctrica en energía mecánica, por ejemplo, usando elementos piezoeléctricos, como los que poseen los equipos de ultrasonido. Cada perturbación se transmite al cuerpo a través de una membrana o un cojín con gel.

Un aspecto crucial es que, en la mayoría de los fluidos, e incluso en el tejido blando dentro de nuestro cuerpo, existen microburbujas. Cuando una onda de choque pasa por el sitio en el que se encuentra una de estas burbujas, la comprime, aumentando enormemente la presión en su interior. Un instante después, la diferencia de presiones entre el interior de la burbuja y su exterior es tan grande que la hace crecer súbitamente. Después de algunas decenas o centenas de microsegundos, la burbuja adquiere su tamaño máximo, mucho mayor al original, e inicia un colapso increíblemente violento. Como el colapso no es simétrico, se genera un chorro de fluido minúsculo, denominado microjet, cuya velocidad es similar a la de una bala de rifle. Los microjets pueden aprovecharse para pulverizar cálculos renales dentro del cuerpo humano (litotricia extracorpórea), o abrir pequeños poros en células, para facilitar la entrada de fármacos o genes específicos. En otros ámbitos, este crecimiento y colapso violento de microburbujas, conocido como cavitación acústica, no siempre es deseado. Ejemplo de ello es la erosión de álabes en turbinas y hélices de barcos.

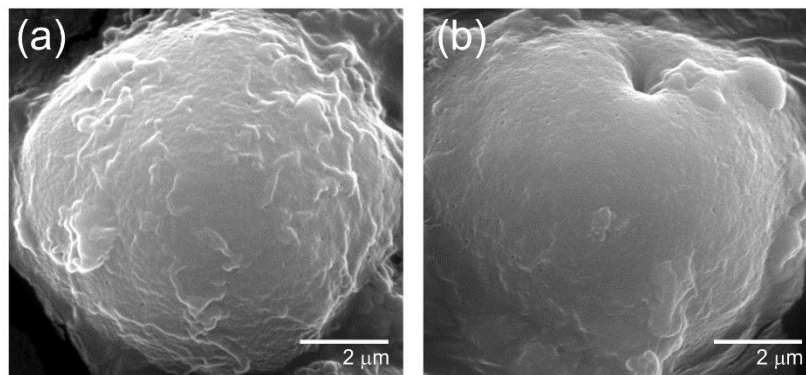
Imaginemos tener una piedra en el riñón. No sólo duele mucho, sino que también puede ser peligroso. Las ondas de choque se utilizan para pulverizar estas piedras sin necesidad de cirugía. Aquí puede verse la radiografía de una persona con un cálculo renal (ver flecha) antes y después de ser tratada con ondas de choque. Es impresionante cómo, prácticamente sin tocar al paciente, los cálculos urinarios pueden ser reducidos a polvo, que es eliminado por vías naturales (orina).



Ahora pensemos en alguien que se fracturó el brazo y, a pesar de haberlo operado para colocarle varillas de fijación, la fractura no cicatriza. Eso sucedió con la persona cuyas radiografías aparecen aquí. La radiografía A muestra el húmero izquierdo 6 meses después de la cirugía. Puede apreciarse que la fractura no había sanado, sin embargo, con apenas dos sesiones de ondas de choque, de menos de media hora cada una y sin hospitalización, el hueso cicatrizó rápidamente (radiografía B)[1].



Finalmente, veamos la tercera figura y comentemos uno de los usos más futuristas de las ondas de choque: la transformación genética. En esta imagen de microscopía electrónica aparece una célula de riñón de embrión humano antes (a) y después (b) de ser expuesta a ondas de choque en una suspensión y ser perforada por un microjet[2]. Poros como este permiten introducir material genético en las células con el objetivo de tratar enfermedades a nivel molecular.



Como podemos ver, la terapia con ondas de choque ha evolucionado de manera sorprendente a partir de la litotricia extracorpórea, abarcando una variedad de aplicaciones clínicas no imaginadas inicialmente. Lo que comenzó como una técnica para pulverizar cálculos renales se ha expandido a tratamientos para tratar fracturas, dolor crónico, artrosis, calcificaciones, celulitis, úlceras cutáneas y varios más.

En el Laboratorio de Ondas de Choque del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM, desde hace más de 30 años se realiza investigación de frontera para mejorar la tecnología existente y encontrar nuevas aplicaciones de ondas de choque a la medicina y biotecnología. Así, por ejemplo, se han desarrollado mejoras a equipos de litotricia y se han creado metodologías novedosas para obtener proteínas con un alto valor para la industria farmacéutica, haciendo pasar ondas de choque por pequeños recipientes de plástico que contienen millones de esporas de hongos microscópicos en suspensión. Un proyecto reciente es la obtención de quitina a partir de un hongo microscópico llamado *Aspergillus niger*. La quitina es un biopolímero que modifica las propiedades eléctricas de los materiales. Actualmente se han producido películas delgadas de quitina, con propiedades no reportadas anteriormente, que podrían ser muy útiles para su uso en componentes electrónicos.

Las investigaciones mencionadas resultan de la colaboración entre físicos, ingenieros, biólogos, químicos y médicos, así como estudiantes de licenciatura y posgrado de la UNAM y de otras universidades.

[1] Journal of Regenerative Science 2022; 2(2): 03-06.

[2] Physics of Life Reviews 2018; 26-27: 1-38.

El doctor Achim Max Loske Mehling es investigador titular C en el Departamento de Ingeniería Molecular de Materiales del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM Campus Juriquilla.