

## "LA ECOSONOGRAFIA DENTRO DE LA ESPECIALIDAD MEDICA RADIOLOGICA"

Dr. Germán Abdo Toma \*

### INTRODUCCION .-

#### NATURALEZA Y ULTRASONIDO

Se ha descubierto que toda la naturaleza que nos rodea está llena de ultrasonidos que escapan a nuestra percepción y que solamente tras el descubrimiento de aparatos especiales ha sido posible determinar su existencia y poner en evidencia el sonido del viento, el estruendo de las cataratas, el oleaje del mar, etc.

A los ultrasonidos de la naturaleza inanimada ha sido posible detectarlos al igual que a los producidos por los seres vivos, desde los mosquitos hasta las ballenas, basándose en este descubrimiento se han fabricado aparatos que emiten ultrasonidos que ahuyentan a las ratas y ratones alejándose del aparato productor del sonido; en la escala inferior se ha detectado que las abejas irradian ultrasonidos mientras forman sus enjambres como al descubrir alimentación.

Las mediciones de las corrientes eléctricas del caracol auditivo, han demostrado que muchos insectos perciben también los ultrasonidos tales como los grillos y las cigarras. En la escala superior de los animales se descubrió que los cobayos por ejemplo perciben ultrasonidos hasta los 100 KHz y esto es posible afirmarlo por los reflejos de contracción que acusan en el pabellón de la oreja y los bigotes.

Un dato significativo es la capacidad de los perros para percibir ultrasonidos lo cual es aprovechado para enviar a estos animales órdenes por medio de señales ultra-acústicas que el resto de personas no escuchan.

Se a descubierto que determinados mamíferos como los delfines y las ballenas pueden emitir y recibir ultrasonidos de una frecuencia de 10 a 30 KHz.

Existen también ultrasonidos perjudiciales por su intensidad, por ejemplo, el que emiten los

aviones, que son dañinos para la tripulación y los pasajeros, razón por la cual para la construcción de estos aparatos deben tomarse medidas especiales para aislamiento acústico.

## EL ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES

Indiscutiblemente ha saltado a la arena de la ciencia una especialidad nueva que día a día presta mayores servicios a la Medicina; y se han planteado las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la naturaleza del Ultrasonido?.

¿Cómo se producen y en qué forma se les aprovecha?.

Entre las múltiples aplicaciones que ofrece esta disciplina interesa a los físicos, a los químicos, a los médicos, a los biólogos, a los ingenieros, etc.

El Ultrasonido es un medio eficaz de investigación, de detección, de medición y de control, cumple las funciones de los Rayos X, y también del radar en los medios y condiciones en que estos resultan ineficaces.

## EL DIAGNOSTICO MEDIANTE ULTRASONIDO

Es indiscutible la importancia que está tomando este procedimiento en el diagnóstico de muchas patologías, convirtiéndose en una nueva subespecialidad gracias a la cual se pueden reproducir estructuras muy finas con gran detalle y en forma totalmente incruenta. Hasta la actualidad no se han reportado datos de morbilidad ni mortalidad alguna y por ello no es sorprendente su vasto campo de aplicación actual.

Es necesario conocer los principios físicos que rigen este procedimiento para comprender las limitaciones y funcionamiento, por ello a continuación elaboramos un resumen de este campo que esperamos en lo posible sea de gran utilidad.

## PRINCIPIOS FISICOS DEL ULTRASONIDO

La ultrasonografía es el procedimiento diagnóstico que permite obtener imágenes por medio de ondas sónicas de alta frecuencia que son analizadas por los instrumentos electrónicos. Esta

técnica es capaz de reproducir estructuras finas sin riesgo para el paciente, y los principios físicos en los cuales se basa son los siguientes:

### SONIDO.—

Es una vibración mecánica que transmitida como ondas da lugar a variaciones de presión, densidad, posición, temperatura y velocidad de las partículas que componen la masa que atraviesa.

Como toda onda posee:

#### Frecuencia.--

Que se refiere al número de veces que se repite la onda en la unidad de tiempo. Se la mide por medio del Gertz (Hz)- un ciclo por segundo. Las frecuencias que percibe el hombre varían entre veinte y veinte mil (Hz) las que sobrepasan éste límite se llaman ultrasonidos.

#### Eco.—

Es el fenómeno acústico producido por la reflexión de las ondas sonoras que al chocar con un obstáculo provocan un segundo sonido de características análogas al primero pero más débil.

La terminología de Ecografía, Sonografía y Ultrasonido sirven para describir los métodos que registran las imágenes producidas por los ecos que se forman al chocar las ondas con los tejidos corporales.

### TRANSMISION DEL SONIDO.—

Esta tiene como base la naturaleza de las partículas del medio que atraviesan, dando lugar con su movimiento a variaciones de presión y posición. La presión del medio es directamente proporcional a la concentración de partículas y por lo tanto varía con éstas.

La distancia cambia entre las partículas durante el paso de las ondas. En las zonas de baja concentración aumentan las partículas y viceversa, pero la distancia es fija. La distancia entre las crestas y valles de las zonas de presión determinan la longitud de onda. La velocidad de la onda depende de la

densidad y la elasticidad del medio por el que se transmite  $V = E/P$ . Es independiente de la frecuencia, en la mayoría de tejidos del cuerpo la velocidad es similar a la existente en el agua a excepción del tejido óseo en el que es tres veces mayor. En los gases es menor y es más accesible a nivel de tejidos blandos.

La velocidad del sonido, la frecuencia y la longitud de onda son determinantes en la resolución del haz ultrasónico y la relación entre ellos se expresa así  $V = F \cdot \lambda$ . A mayor frecuencia más divergencia del haz y más posibilidad de diferenciar dos puntos cercanos entre sí. Para Medicina se requiere una resolución de 1,5 mm. y la velocidad promedio en el tejido blando es de 1.540 m/seg. Es necesario usar frecuencias mayores de 1 MHz = 1.000.000 Hz. Además no pueden detallarse estructuras de menor tamaño que la longitud de onda del haz usado.

**INTENSIDAD.**— La energía sónica al atravesar los cuerpos producen ondas de compresión y descompresión de las partículas y se mide en Watts/cm<sup>2</sup> las usadas en Ultrasonido varían entre 0,001 y 0,05 W/cm<sup>2</sup> o sea, que son cien veces menores que las terapéuticas.

**IMPEDANCIA, ABSORCIÓN Y ATENUACIÓN.**— La propiedad de los tejidos para reflejar el sonido se llama impedancia acústica  $Z$ , depende de la intensidad del medio  $P$ , y la velocidad de la onda  $V$ , relación que se expresa  $Z = V \cdot P$ . La interfase acústica es la diferente capacidad de reflexión entre dos materiales. La cantidad de sonido que se refleja en una interfase es, proporcional a la impedancia acústica entre los medios cercanos. Este es el factor principal en la demostración de diferentes estructuras orgánicas demostradas por ultrasonido. Cuando hay una interfase agua-aire o aire-tejido todo el sonido es reflejado, por esto al explorar a un paciente es indispensable interponer entre la sonda emisora y la piel una substancia (crema o aceite) que elimine el aire y extinga la interfase.

Por esto también, no es posible determinar órganos que contienen aire como los pulmones y los intestinos.

**REFLEXIÓN, REFRACCIÓN Y DISPERSIÓN.**

Al llegar el ultrasonido a una interfase entre dos medios de distinto valor  $Z$ , una parte se transmite y

otra se refleja hacia atrás, esta porción depende del ángulo de incidencia y de la diferente impedancia de los dos medios.

La reflexión que sufre la onda en su dirección inicial se llama refracción. La mejor transmisión se logra cuando el haz sónico es perpendicular a la interfase. Por lo tanto para localizar una estructura el haz debe dirigirse perpendicular a su superficie, de no ser así, los planos situados en planos diferentes no serán detectados.

## GENERACION DEL ULTRASONIDO

Para generar las ondas se requieren aparatos capaces de transformar la energía en otra. Así transformará la energía eléctrica en energía sónica y viceversa. Para esto se requieren de materiales especiales que vibren con frecuencias muy elevadas como el Cuarzo, que tiene además propiedades piezo-eléctricas, gracias a la cual tras el impacto generan vibraciones mecánicas que se transmiten en el medio adyacente dando lugar a la onda. Algunos cristales tienen efecto piezoeléctrico inverso y pueden ser utilizados como receptores y emisores de la señal ultrasónica. El transductor puede operarse de dos formas: El método Doppler que genera ondas continuas y otro que genera ondas discontinuas llamado ECO PULSADO.

Por medio del primero es posible detectar el movimiento de algunos órganos, como el corazón por lo que se aplica en Obstetricia y para evaluar el flujo en los vasos sanguíneos por lo que se utilizan en fisiología, hemodinamia y angiología.

## EFFECTOS INDESEABLES DE LOS ULTRASONIDOS EN LOS TEJIDOS.

Se han observado cavitación y ruptura de membrana cuando se usan intensidades de uno a once Watts/cm<sup>2</sup> pero como en los instrumentos de diagnóstico se utilizan intensidades entre 1 y 50 mW/cm<sup>2</sup> que están muy por debajo del umbral que produce efectos biológicos tiene un amplio margen de seguridad. Sin embargo tras últimas investigaciones se ha mencionado la posibilidad de producir efectos detectables en el DNA y en patro-

nes de crecimiento de células animales. El riesgo es mínimo, sin embargo debemos tenerlo presente y tomarlo en cuenta para solicitar este procedimiento por indicación médica precisa.

### MODALIDADES BASICAS EN LA OBTENCION DE IMAGENES.

**Modalidad A.**— Llamada también modulación por amplitud, el transductor permanece fijo sobre un punto de la piel del paciente y los ecos aparecen como deflexiones verticales a lo largo de la línea basal del osciloscopio. Se lo usa en ecoencefalografía.

**Modalidad B.**— O de brillantez, el transductor permanece fijo y los ecos aparecen como puntos brillantes en la pantalla. Tiene poca aplicación pero es la base para el resto de rastreos.

**Modalidad M.**— O del movimiento, se analizan las superficies reflejantes que están en movimiento continuo, el transductor permanece fijo y el haz ultrasónico se dirige a una estructura móvil, ejem. válvula mitral, el eco aparece al osciloscopio con un punto brillante móvil que se desplaza verticalmente con el cambio de posición de la válvula; es más usada en Cardiología.

**Modalidad B.**— Rastreo O. o Tomografía ultrasónica o B. en la cual la línea basal se mueve en diferentes direcciones y permite obtener cortes bidimensionales de los tejidos que se estudian. El transductor se desplaza a través de la piel es la más utilizada actualmente en exploración de órganos abdominales, mamas, tiroides, etc.

**SISTEMAS DE TIEMPO REAL.**— Es el tipo B. con gran cantidad de cortes entre 15 y 150 en un seg. con la desventaja de su difícil manipulación, posee transductores pulsados electrónicamente a ritmo rápido y permite cambiar el ángulo de 20 a 90 grados. Su uso es más aconsejado en sitios de difícil exploración como espacios intercostales o subcostales como vesícula, hígado.

Sin embargo no logran superar la imagen obtenida por medio del rastreo manual por esto se utilizan en exploraciones en que se quiere demostrar el movimiento y la vitalidad del embarazo en edad temprana.

### EL SISTEMA DOPPLER.—

Con un emisor y un trasmisor es más conveniente aplicarlo en fisiología, hemodinamia.

### CONDUCTA DEL EXAMEN.—

Para realizar el barrido se necesita experiencia, conocer los principios físicos, básicos y dedicar mucho tiempo como realizar buenas imágenes. Para esto debe conocerse el equipo y manejar el enfermo, tener conocimiento de anatomía topográfica normal y patológica y saber de principios de fotografía.

El local para el examen debe tener temperatura agradable, ser limpio.

### PREPARACION DEL ENFERMO.—

Para el examen de la pelvis se requiere de una vejiga llena, por lo tanto se pedirá al enfermo no vaciarla previo el examen.

Para la vesícula se necesita que ésta se encuentre llena, y se indicará ayuno 12 horas previas.

El gas del tubo digestivo obstaculiza una buena exploración especialmente del páncreas por lo que es preferible preparar al enfermo previamente o llenar el estómago de agua, no obstante es mejor prescribir una dieta sin residuos, laxantes y adsorbentes intestinales.

### SEMIOLOGIA ULTRASONOGRAFICA ELEMENTAL.—

En la técnica de barrido se deben identificar tres tipos de imagen: la ecoradiolúcida, la ecodensa y la interfase.

La primera dada por medios que no reflejan las ondas, como líquidos sean estos: bilis, orina o sangre.

La imagen ecodensa indica substancias que producen reflexión de las ondas como tejidos, cálculos, tumores, cuerpos extraños, etc.

Debe tenerse en cuenta que existen lesiones que dan imágenes mixtas como abscesos y pseudoquistes cuyos detritus celulares contenidos en su interior dan imágenes ecodensas.

Imágen de interfase es la producida al pasar la onda de un medio de mayor impedancia acústica a otro de menor, permitiendo reconocer la separación entre dos tejidos por ejemplo el parénquima renal del sistema colector, o la pared del vaso sanguíneo.

## USOS DEL ULTRASONIDO EN OBSTETRICIA

Se ha convertido este método en parte integral de la evaluación diaria del embarazo y del bienestar fetal. El útero grávido proporciona un medio perfecto para el uso de este método, sus aplicaciones más frecuentes son:

- Fecha dudosa de la última menstruación.
- Utero demasiado grande con respecto a la edad gestacional.
- Hemorragia vaginal en gestante.
- Evaluación de embarazo normal.
- Determinación del sexo del producto.
- Placenta y sus anomalías.
- Malformaciones fetales.
- Eritroblastosis fetal.
- Muerte fetal.
- Productos detenidos.

Con todas estas aplicaciones del ultrasonido y tomando en cuenta la inocuidad del procedimiento es indiscutible su gran valor en la aplicación en este campo de la medicina.

## USOS DEL ULTRASONIDO EN GINECOLOGIA

A continuación se exponen algunas de las indicaciones de la exploración de la pelvis mediante el ultrasonido.

**Masa pelviana.**— Confirmación de su presencia, tamaño, quiste o neoplasia, seguimiento exploratorio y evolutivo de las mismas.

**Sospecha de embarazo extrauterino o ectópico.**

**Localización de quistes y masas intrauterinas.**

**Agnesia de útero.**

**Abscesos pelvianos.**— Tratamiento quirúrgico, decisión sobre el sitio de drenaje, extensión y límites del mismo.

**Valoración a la respuesta a tratamiento antibiótico de estos.**

**Detección de hematomas tras descenso del hematocito.**

**Ascitis Abdominal.**

**Exámen de la pelvis no satisfactoria a causa de la obesidad o de la edad.**

**Masas anexiales.**

**Localización de DIU.**

Se ha llegado a mencionar su utilidad en la determinación de procesos malignos pelvianos, sin que esto se haya difundido mayormente ya que no se ha determinado un patrón específico en la presentación de los ecos, sin embargo la imagen si es sugerente de cáncer uterino en pacientes postmenopáusicas que presentan masa quística multiloculada de bordes irregulares.

Cualquier masa sólida ovárica deberá considerarse maligna mientras no se demuestre lo contrario.

Es evidente que la aplicación del ultrasonido en este campo es muy amplia y de apreciable utilidad. Debería existir gran relación entre el Ginecólogo y el Radiólogo para mayor éxito del procedimiento y éste último debe poseer obligatoriamente amplios conocimientos de clínica ginecológica.

## USOS DEL ULTRASONIDO EN OTRAS RAMAS

El ultrasonido actualmente es de invaluable valor para valoración renal.

En la evaluación del páncreas.

En la exploración de glándula tiroides.

En hígado, vías biliares y bazo.

Valoración ocular y orbitaria.

Para planear radioterapia pues a más de demostrar el tumor determina su localización, tamaño, tipo, extensión, adenomegalias, metástasis hepática, esplenomegalias, ascitis.

Fijación de los límites del campo de radiación.

Localización de las estructuras normales y respuestas al tratamiento.

#### PROGRESOS FUTUROS DEL ULTRASONIDO

Se espera grandes progresos en el registro de las imágenes ultrasónicas, se espera proyectar imágenes en planos anatómicos bidimensionales, mejorar los colores en la escala de grises.

Para la elección de un equipo de ultrasonido deberá tenerse en cuenta los grandes avances de este campo y elegir un aparato compacto con unidades modulares acoplables a fin de sustituirlos por otros más perfeccionados, sin tener que cambiar todo el sistema.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Roca, F.: *Ecografía abdominal nefrourológica*. Edit. JIMS, Barcelona 1979
2. Wyman, A.; Lawson, T.; Goodman, L.: *Anatomía del Torax, Abdomen y Pelvis*. Salvat Editores, Barcelona. 1980
3. Snders, R.: *Ultrasonidos*. Clin. Radiológica V - I, No. 3 1977
4. *The Radiologic Clinics of North América: Ultrasound*. 1975, Dic.
5. *The Radiologic Clinics of North América: Advances in Ultrasonography*. 1980 Abril.

---

\* Profesor Principal de Radiología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central Médico Radiólogo Jefe del Hospital Eugenio Espejo.

---