



FORMACIÓN CONTINUADA - METODOLOGÍA Y TÉCNICAS

Curso de ecografía abdominal. Introducción a la técnica ecográfica. Principios físicos. Lenguaje ecográfico

A. Segura-Grau^{a,*}, A. Sáez-Fernández^b, A. Rodríguez-Lorenzo^c y N. Díaz-Rodríguez^d

^a Unidad de Ecografía San Francisco de Asís, Centro de Diagnóstico Ecográfico, Madrid, España

^b Centro de Salud Mar Bático, Madrid, España

^c Ecografía, Hospital Perpetuo Socorro, AR Ecografía, Vigo, España

^d Coordinador Nacional del Grupo de Trabajo de Ecografía de Semergen

Recibido el 30 de julio de 2013; aceptado el 29 de septiembre de 2013

Disponible en Internet el 24 de diciembre de 2013

KEYWORDS

Ultrasound;
Ultrasound images;
Non-invasive
diagnostic technique;
Artefacts

Resumen La ecografía es una técnica diagnóstica no invasiva, asequible y versátil que emplea el ultrasonido para definir los órganos del cuerpo humano, sin radiaciones ionizantes, en tiempo real y con capacidad de visualizar varios planos.

La gran rentabilidad diagnóstica de la técnica, unida a su facilidad de realización, y a las características antes mencionadas, la han colocado en la actualidad como un método de rutina en la práctica médica diaria. Es por esto por lo que, día tras día, se refuerza el carácter multidisciplinario de la técnica.

Para una adecuada realización de la técnica se requiere tener conocimientos de los principios físicos del ultrasonido, del método e instrumental y de la anatomía humana, para así conseguir recopilar la máxima información posible y evitar errores de diagnóstico por mala interpretación u omisión de información.

© 2013 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

PALABRAS CLAVE

Ecografía;
Imágenes de
ultrasonidos;
Técnica diagnóstica
no invasiva;
Artefactos

Abdominal ultrasound course an introduction to the ultrasound technique. Physical basis. Ultrasound language

Abstract Ultrasound is a non-invasive, accessible, and versatile diagnostic technique that uses high frequency ultrasound waves to define outline the organs of the human body, with no ionising radiation, in real time and with the capacity to visual several planes.

The high diagnostic yield of the technique, together with its ease of uses plus the previously mentioned characteristics, has currently made it a routine method in daily medical practice. It is for this reason that the multidisciplinary character of this technique is being strengthened every day.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: anasegura@centrodiagnosticoecografico.com (A. Segura-Grau).

To be able to perform the technique correctly requires knowledge of the physical basis of ultrasound, the method and the equipment, as well as of the human anatomy, in order to have the maximum information possible to avoid diagnostic errors due to poor interpretation or lack of information.

© 2013 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción a la técnica

La aplicación de los ultrasonidos en el diagnóstico médico ha representado un gran avance en el estudio de muchas enfermedades. Las enormes posibilidades de información de la ecografía, unidas a las características propias de la técnica, como son su total inocuidad, el ser una exploración nada agresiva para el enfermo, fácil y cómoda de realizar y el bajo coste de la misma, han hecho que se haya convertido en una técnica de primera línea con amplias aplicaciones en muy diversas enfermedades, tanto en abdomen como en cuello, partes blandas y en la musculoesquelética e indicada por tanto en multitud de procesos.

La gran rentabilidad diagnóstica de la técnica, unida a su facilidad de realización y a las características antes mencionadas, la han colocado en la actualidad como un método de rutina en la práctica médica diaria. Es por esto que día tras día se refuerza el carácter multidisciplinario de la técnica.

Para una adecuada realización de la técnica se requiere tener conocimientos de los principios físicos del ultrasonido, del método e instrumental requerido y de la anatomía humana, para así conseguir recopilar la máxima información posible y evitar errores de diagnóstico por mala interpretación u omisión de información.

Por estas razones, y con la idea de dar a conocer esta técnica tan útil en nuestra práctica clínica, presentamos este primer capítulo de un total de 10 que el Grupo de Trabajo de Ecografía de Semergen va a publicar en esta revista en los próximos meses.

Principios físicos en los que se sustenta la ecografía

Definición del ultrasonido

Los sonidos son ondas mecánicas producidas por la vibración de un cuerpo elástico y propagadas a partir de un medio material a través de compresiones y dilataciones de este.

El sonido humanamente audible son ondas sonoras consistentes en oscilaciones de la presión del aire, son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro. La propagación del sonido es similar en los fluidos, donde el sonido toma la forma de fluctuaciones de presión.

El oído humano tiene capacidad para escuchar sonidos con una frecuencia máxima de 20.000 Hz. Los sonidos con una frecuencia superior se denominan ultrasonidos y no son detectados por el hombre aunque sí por otros animales. Los ultrasonidos que emiten las sondas de los ecógrafos tienen una frecuencia comprendida generalmente entre 2 y 10 millones de Hz (MHz).

Podemos clasificar los sonidos de la siguiente forma:

- Ondas infrasónicas o infrasonidos, cuya frecuencia es menor de 20 Hz.
- Ondas sónicas o sonidos, en los que la frecuencia oscila entre 20 y 20.000 Hz (20 kHz).
- Ondas ultrasónicas o ultrasonidos, cuya frecuencia siempre es mayor de 20 kHz. Son vibraciones de la misma naturaleza que los sonidos cuya frecuencia es superior al límite perceptible por el oído humano.

Características de la onda ultrasónica:

- El *ciclo*, fragmento de onda comprendido entre 2 puntos iguales de su trazado, lo que muestra es la trayectoria entre 2 puntos homólogos.
- La *longitud de onda* determina la distancia en que la onda realiza un ciclo completo.
- Denominamos *periodo* al tiempo necesario para completar un ciclo, en función de la amplitud de la onda, que determina su altura máxima.
- La *frecuencia* es el número de ciclos que pasan por un punto en un segundo (Hz). Lo que hace un sonido audible es la frecuencia. En ecografía se utilizan frecuencias entre 1,6 y 15 MHz.
- La *amplitud* es la altura máxima que alcanza una onda. Está relacionada con la intensidad del sonido y se mide en decibelios (dB).
- La *intensidad* es la cantidad de energía que atraviesa perpendicularmente la unidad de superficie en unidad de tiempo.
- La *velocidad* es la distancia recorrida por la onda por unidad de tiempo (m/s). Se considera constante la velocidad de propagación del sonido en el tejido humano de 1540 m/s

Principio del eco

El eco es un fenómeno acústico que se produce al chocar un sonido contra una superficie capaz de reflejarlo, superficie reflectante.

El sonido reflejado que vuelve y llega al foco emisor, y a otras partes, se denomina eco.

La *reflexión* del ultrasonido ocurre cuando el sonido pasa de un medio con una determinada impedancia acústica a otro con impedancia diferente.

Entre ambos medios existe lo que se llama una interfase acústica.

La *impedancia acústica* es la resistencia al paso de las ondas por un tejido producto entre la densidad de dicho medio y la velocidad de propagación del sonido en él.

Si los 2 medios tienen la misma impedancia acústica, no hay reflexión, progresando el sonido a través de la interfase. Si, por el contrario, la diferencia es grande, la cantidad reflejada es mucha, siendo mínima la cantidad del sonido que progresa más allá de la misma.

Dado que se considera la velocidad de propagación constante en los tejidos, la impedancia acústica está directamente relacionada con la densidad del medio.

Si la reflexión es total se habla de sombra acústica.

El sonido que no es reflejado, es refractado, es decir, cambia de dirección al llegar al medio diferente.

La *atenuación* es la pérdida de energía que experimenta un haz de ultrasonidos al atravesar un medio como consecuencia de su absorción, reflexión, refracción y/o difusión; guarda relación directa con la profundidad y con la frecuencia.

El haz de ultrasonidos, durante su propagación por los distintos medios sufre, además de atenuación, absorción, divergencias y dispersión, por lo que podríamos decir que el sonido se amortigua progresivamente al recorrer un medio, y por tanto que la propagación del sonido es finita.

La *resolución* de un ecógrafo es la habilidad del sistema para producir 2 ecos diferentes y distinguibles entre 2 estructuras o interfases cercanas entre sí. Se expresa como una distancia en milímetros Tipos: axial y lateral.

Manejo práctico del ecógrafo

Para un adecuado manejo del ecógrafo debemos conocer distintos elementos o funciones del mismo:

Transductor o sonda

Transforma energía eléctrica en energía acústica.

Sus cristales son estimulados por los pulsos eléctricos, produciendo ultrasonidos. Los ultrasonidos reflejados, ecos, estimulan nuevamente a los cristales y se convierten en señal eléctrica.

El efecto piezoeléctrico es la propiedad de algunos cristales que, al recibir corriente eléctrica, se contraen y dilatan generando vibraciones, es decir, energía acústica. Y a la inversa, al recibir la presión de ondas acústicas convierten esta energía mecánica en energía eléctrica.

Tipos de transductores (fig. 1):

- **Sonda convex.** Línea curva. Menor frecuencia de onda, menor absorción y mayor capacidad de penetración, luego menor resolución. Se usa para estudios más profundos, normalmente abdomen.
- **Sonda lineal.** Línea recta. Mayor frecuencia de onda, mayor absorción y menor capacidad de penetración, luego mayor resolución. Se usa para estudiar zonas superficiales: tejidos blandos, tiroides y músculo.
- **Sonda anular.** Formando anillos concéntricos (intracavitarias: vaginal, rectal)
- **Sonda sectorial.** Utilizada en ecocardiografía.

Botón de ganancia

Ganancia es la energía que se aplica al cristal piezoeléctrico y se utiliza para la compensación de la pérdida de Intensidad del ultrasonido.



Figura 1 Imagen 1 sondas o transductores de derecha a izquierda.

Sonda convex.

Sonda lineal

Sonda anular.

Botones de curva ganancia según la profundidad

Time gain compensation es la ganancia artificial dada a los ecos más profundos que añade el ecógrafo, atenuando la intensidad de los ecos más superficiales, origina una imagen con una estructura homogénea del órgano explorado.

No todos los órganos atenúan el sonido en la misma proporción, por lo que existen diferentes elementos de regulación:

1. Según el nivel de profundidad: curva de ganancia que ajusta por planos.
2. Curva de ganancia global que amplifica de forma general independientemente de la profundidad (también aumenta el ruido de fondo. Por tanto hay que trabajar con la menor ganancia posible).
3. Foco. Para conseguir mayor calidad de imagen y definición de una zona determinada utilizamos y modificamos la posición del foco.
4. Caliper o calibrador para medir órganos estructuras y distancias.
5. *Freeze*: congela y descongela la imagen en la pantalla.
6. *PROBE*: para cambiar el tipo de sonda.
7. Profundidad permite seleccionar la profundidad máxima del haz de ultrasonidos.

Modos en ecografía. En función del efecto piezoeléctrico, los ecos reflejados en las diferentes interfaces degeneran una corriente eléctrica que es analizada por la unidad de procesamiento y expresada en el monitor.

Modo B. Se obtiene una imagen bidimensional en tiempo real. Es el más habitual.

Modo M. Representa el movimiento de la interfase reflectante.

Modo Doppler. Se basa en el cambio de frecuencia del sonido que se produce cuando una onda acústica choca con una interfase en movimiento.

Se utiliza para captar los flujos de la sangre dentro de los vasos sanguíneos.

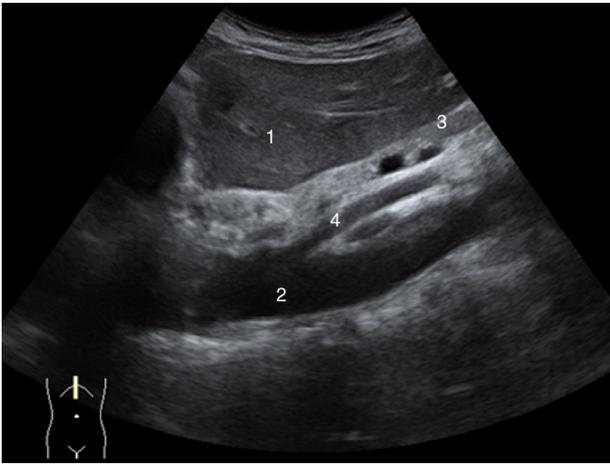


Figura 2 Corte longitudinal: Lóbulo hepático izquierdo (1), Arteria aorta (2), Páncreas (3) y Arteria mesentérica superior (4).

Cortes ecográficos, términos elementales y artefactos

Orientación espacial

Para comenzar la exploración lo primero es colocar al paciente en decúbito supino en la camilla y preparar el campo de exploración, que debe estar perfectamente limpio, por lo que el abdomen debe quedar al descubierto, desde la parte torácica hasta la parte suprapúbica.

Para una correcta realización de la técnica, debemos conocer los distintos tipos de cortes posibles, longitudinales, transversales y oblicuos, así como su orientación en el espacio.

Corte longitudinal

En los cortes longitudinales, la parte craneal debe aparecer a la izquierda en la pantalla y la parte caudal a la derecha. En la parte superior de la pantalla estará la parte anterior del abdomen y en la parte inferior la parte posterior. Es decir, es como si realizásemos cortes tomográficos, cortando al paciente y visualizándolo desde la parte derecha del mismo (fig. 2).

Corte transversal

En este caso, es como si realizásemos cortes tomográficos y nos pusiéramos a los pies del paciente y lo viéramos desde esa posición. La izquierda de la pantalla corresponde a la derecha del paciente y la derecha de la pantalla a la izquierda del paciente. En la parte superior de la pantalla estará la parte anterior del abdomen y en la parte inferior la parte posterior (fig. 3).

Términos ecográficos elementales

Estructura ecogénica

La estructura ecogénica es aquella que genera ecos debido a la existencia de interfases acústicas en su interior. Diferenciamos entre estructura homogénea y estructura heterogénea.

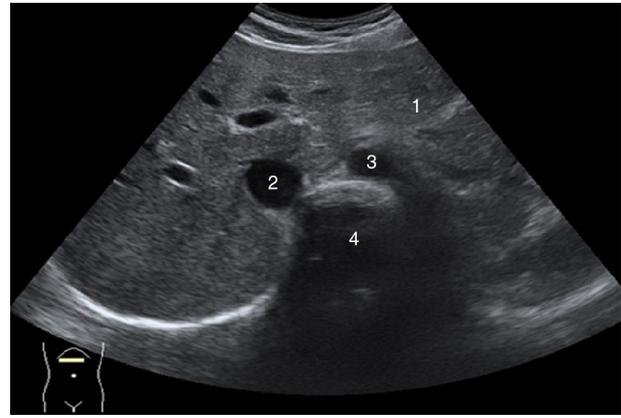


Figura 3 Corte transversal: Lóbulo hepático izquierdo (1), Vena cava inferior (2), Arteria aorta (3) y Cuerpo vertebral (4).

- Estructura homogénea: cuando la distribución de los ecos tiende a ser uniforme.
- Estructura heterogénea: genera ecos con intensidades diversas.
- Estructura hiperecogénica o hiperecoica: es aquella que genera ecos en gran cantidad y/o intensidad.
- Estructura hipocogénica o hipocóica: es aquella que genera pocos ecos y/o de baja intensidad.
- Estructura isoecogénica o isoecoica: es aquella que se da cuando una estructura presenta la misma ecogenicidad que otra.
- Estructura anecogénica o anecoica: es aquella que no genera ecos debido a que no hay interfases en su interior. Típica de los líquidos.

Artefactos

Parasitación electrónica

Consiste en interferencias electrónicas. Aparecen como líneas de puntos brillantes.

Reverberación

Se produce al incidir el haz de ultrasonidos sobre una interfase con 2 medios de muy diferente impedancia acústica.

Refuerzo acústico posterior

Se produce al atravesar el ultrasonido un medio sin interfases en su interior y pasa a un medio sólido. La porción de sonido que pasa por el medio sufre menor amortiguación. Típico: lesiones quísticas.

Sombra acústica posterior

Se produce al chocar el ultrasonido con una interfase que separa 2 estructuras con una diferencia muy alta de impedancia y el haz de ultrasonidos no puede continuar a estructuras más profundas. Queda por tanto una zona sin explorar, una sombra acústica. Típica cuando se incide en hueso, cálculos o calcificaciones.

Imagen en espejo

Se produce al incidir el haz de ultrasonidos sobre una superficie no rectilínea y por tanto el ultrasonido se desvía y se refleja 2 veces. Es una falsa imagen. Elementos tan ecogénicos como los angiomas hepáticos próximos al diafragma lo producen.

Cola de cometa

Se produce al chocar el haz de ultrasonidos contra una interfase estrecha y muy ecogénica. Entonces, detrás de esa interfase, aparecen una serie de ecos lineales, en realidad reverberaciones, que producen una imagen que simula la cola de un cometa. Ejemplos: nódulos coloides tiroideos y adenomiosomatosis de vesícula biliar.

Artefacto de duplicación por la refracción del haz de ultrasonidos

La refracción es la variación en la velocidad de propagación de los ultrasonidos. El sonido se refracta cuando pasa en dirección oblicua a través de la interfase entre 2 estructuras que transmiten el sonido a diferentes velocidades, por ejemplo se puede producir duplicidad de estructuras abdominales profundas (aorta) por la refracción producida en la unión del músculo recto abdominal y la grasa de la pared abdominal.

Imagen de diafragma partido

El haz de ultrasonidos atraviesa una estructura con mayor densidad y por tanto la velocidad de propagación es más lenta.

Artefacto en forma de *v* (*ring down*)

Aparece generalmente debido al gas. Cuando el haz de ultrasonidos alcanza las burbujas de gas, excita el líquido que hay entre las burbujas, generando un nuevo foco de ultrasonidos a ese nivel. También lo produce el metal.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía recomendada

- Segura Cabral JM. Ecografía digestiva. 2.^a ed. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid; 2011.
- Mittelstaedt CA. Ecografía general. Madrid: Marban; 1995.
- SEDIA Sociedad española de diagnóstico por imagen del abdomen [sede web]. Quiroga S. Guías de práctica clínica, 2010 [actualizada SEDIA En 2011; consultada 24 Abr 2012]. Disponible en <http://www.sedia.es/>
- Middleton WD, Kurtz AB, Hertzberg BS. Ecografía. Madrid: Marban; 2006.
- Christoph F. Dietrich CF, editor. EFSUMB Course Book on Ultrasound, London: Ed. Latimer Trend & Company, 2012.
- De Cuenca Morón B, García González M, Garre Sánchez MC, Gil Grande LA, Gómez Rodríguez RA, López Cano A, et al. Tratado de ultrasonografía abdominal. Madrid: Díaz Santos; 2011.
- Rumack CM, editor. Diagnóstico por ecografía. 3.^a ed., Madrid: Marbán, 2006.
- Segura Cabral JM. Ecografía abdominal. 2.^a ed. Madrid: Ediciones Norma; 1996.
- Bolondi L, Gandolfi L, Labo G. Diagnostic ultrasound in gastroenterology. Instrumentation, clinical problems and atlas. England: Piccin/Butterworths; 1984.
- Segura Cabral JM. Ecografía abdominal. 2.^a ed. Madrid: Ediciones Norma; 1996.
- Krishnan S, Li P-C, O'Donnell M. Adaptive compensation of phase and magnitude aberrations. IEEE Trans Ultrasonics Fer Freq Control. 1996.
- Merritt CR. Technology Update. Radiol Clin North Am. 2001;39.
- Merritt CBR. Doppler US: The basic. RadioGraphics. 1991;11:109-19.
- Suramo I, Päivänsalo M, Vuoria P. Shadowing and reverberation artifacts in abdominal ultrasonography. Eur J Radiol. 1985;5:147-51.
- Capote Carassou C. Atlas de Ecosonografía. Venezuela: Ediciones del rectorado Universidad Romulo Gallegos; 1998.
- Kessler C, Bhandarkar S. Ultrasound training for medical students and internal medicine residents—a needs assessment. J Clin Ultrasound. 2010;38:401-8.
- Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. N Engl J Med. 2011;364:749-57.
- Merritt CR, Kremkau FW, Hobbins JC. Diagnostic ultrasound: Bioeffects and safety. Ultrasound Obstet Gynecol. 1992;2:366-74.
- Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF, Fromageau J, Bojunga J, Calliada F, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology. Ultraschall Med. 2013;34:169-84.
- Meola M, Petrucci I. Ultrasound and color Doppler in nephrology. Physical and technical principles. G Ital Nefrol. 2012;29:81-91.
- Zhou Q, Lau S, Wu D, Shung KK. Piezoelectric films for high frequency ultrasonic transducers in biomedical applications. Prog Mater Sci. 2013;56:139-74.
- Govind SC, Kiotsekoglou A, Gopal AS, Brodin LA, Ramesh Saha SK. Principles and clinical applications of strain imaging. Indian Heart J. 2011;63:151-21674.
- Grundmann RT, Petersen M, Lippert H, Meyer F. The acute (surgical) abdomen - epidemiology, diagnosis and general principles of management. Z Gastroenterol. 2010;48:696-706.
- Kremkau FW, Taylor KJ. Artifacts in ultrasound imaging. J Ultrasound Med. 1986;5:227-37.
- Laing FC, Kurtz AB. The importance of ultrasonic side-lobe artifacts. Radiology. 1982;145:763-8.
- Wilson SR, Burns PN, Wilkinson LM, Simpson DH, Muradali D. Gas at abdominal US: appearance, relevance, and analysis of artifacts. Radiology. 1999;210:113-23.
- Sommer FG, Taylor KJ. Differentiation of acoustic shadowing due to calculi and gas collections. Radiology. 1980;135:399-403.
- Barnett SB, Ter Haar GR, Ziskin MC, Rott HD, Duck FA, Maeda K. International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine. Ultrasound Med Biol. 2000;26:355-66.
- Ziskin MC. Fundamental physics of ultrasound and its propagation in tissue. Radiographics. 1993;13:705-9.
- Medical diagnostic ultrasound instrumentation and clinical interpretation. Report of the ultrasonography task force. Council on Scientific Affairs. [No authors listed]. JAMA. 1991;265:1155-9. [Review.](#)