



Seminario: ECOGRAFOS Y ECOENDOSCOPIOS

Autor: Mariano Gonzalez-Haba Ruiz

1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ECOGRAFÍA

La ecografía se fundamenta en el fenómeno de la piezoelectricidad, descubierto en el año 1890 por Pierre Curie. Este fenómeno consiste en la capacidad que tienen algunos cristales de deformarse al ser sometidos a energía eléctrica produciendo oscilaciones en forma de onda, dichas ondas tienen características muy similares a las del sonido, pero presentan frecuencias mucho más altas, inaudibles para el ser humano. Las ondas de ultrasonido (US) se sitúan entre 20.000 (20 KHz) y 1 GHz. Definimos por tanto US como aquellas ondas mecánicas, generalmente longitudinales, cuya frecuencia está por encima de la capacidad de audición del oído humano (1).

El sonido se define como las ondas de vibración mecánica compuestas de compresiones y rarefacciones de moléculas en un medio. Las ondas sonoras se pueden representar como una gráfica senoide de presión con respecto al tiempo (2).

Ciclo de la onda: Es el dibujo de una trayectoria de una onda entre dos puntos homólogos. La longitud de onda es la distancia de un ciclo

Periodo: Tiempo de duración de un ciclo.

Frecuencia: Número de eventos que ocurren un determinado periodo de tiempo. En ultrasonido, la frecuencia de una onda es el número de ciclos que ocurren en un segundo. La medida de la frecuencia son Hertzios (Hz) (1 Hertzio corresponde a 1 ciclo/segundo). La frecuencia de los transductores de ultrasonido varía generalmente entre 1MHz y 15MHz. La frecuencia se relaciona con la profundidad y con la resolución de la imagen. A mayor frecuencia, mayor resolución espacial y menor penetración



PROGRAMA DOCENTE ACADÉMICO
GASTROENTEROLOGÍA
Y HEPATOLOGÍA

Amplitud: Altura máxima de una onda, hace referencia a la intensidad del sonido. Se mide en decibelios (dB).

Longitud de onda (λ): distancia que recorre un ciclo en un medio. En el caso del ultrasonido se mide en milímetros (mm).

Velocidad de propagación: Es la distancia que recorre una onda en la unidad de tiempo. Se mide en m/seg. Las ondas sonoras durante su propagación se encuentran con materiales con los que interactúan y a través de los cuales se propagan. Las velocidades de propagación para los distintos tejidos del organismo son muy parecidas, salvo en el aire y en el hueso. Se considera, a modo de convención, una velocidad constante de 1.540 mm/seg.

Atenuación: Pérdida de intensidad de la onda de forma progresiva en su recorrido. La atenuación es directamente proporcional a la distancia recorrida, la frecuencia de la onda y la densidad del medio. Hay tres causas mayores de atenuación: la reflexión (el principio de la ecografía) la refracción y la absorción.

2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN ECOGRAFO

2.1 Componentes

1) **Generador:** Encargado de generar pulsos de corriente eléctrica. 2) **Sonda o transductor:** contiene cristales piezoeléctricos en una determinada disposición. Es capaz de producir ultrasonidos a partir de energía eléctrica mediante el efecto piezoeléctrico y de recibir sonidos y transformarlos en señales eléctricas que son procesadas para formar la imagen. Dispone a su vez de una lente acústica para focalizar el haz de ultrasonidos. 3) **convertidor analógico-digital:** recibe los pulsos eléctricos de sonda. 4) **Memoria gráfica:** presenta la información recibida en forma de imagen. 5) **Monitor:** a través de la cual se ve la información en tiempo real.



2.2 Funcionamiento de un ecógrafo (1-4)

Cuando la energía eléctrica es aplicada al transductor, los cristales piezoeléctricos vibran produciendo ondas de alta frecuencia (ultrasonidos) del mismo modo estos cristales pueden producir señales eléctricas al detectar los ecos provenientes de los tejidos. Los ultrasonidos emitidos por el transductor se propagan de forma diferente a través de cada tejido, parte de ellos van a ser reflejados cuando tropiezan en su camino con otro medio diferente, produciendo ecos. El límite o zona de contacto entre dos medios se llama «interfase» y es a este nivel, y dependiendo de las diferencias en su capacidad de conducir el sonido, donde se van a producir los ecos que serán convertidos en señales eléctricas. El procesador transformará posteriormente estas señales eléctricas en puntos con diferente brillo (ecogenicidad) y localización según la posición anatómica y las características del eco recibido. La composición de la imagen producidas por todos los cristales se denomina sonograma. Además, estos cristales se activarán múltiples veces de tal modo que se formará una imagen completa aproximadamente 20 veces por segundo, fabricando una secuencia en tiempo real en el monitor.

3. EL MODO B Y EL EFECTO DOPPLER

Una vez recogida la información, los datos son desplegados en el monitor. Hay tres modos principales de representación. El modo A (amplitud), el modo B (brillo) y el modo M (movimiento). Nos centraremos en este último ya que es el más utilizado en nuestro ámbito.

En el modo B (brillo) las diferentes amplitudes se convierten en puntos de diferente intensidad según la amplitud del eco recibido y profundidad según el tiempo comprendido entre la emisión del sonido y la recepción del eco. Produce una imagen en escala de grises en tiempo real.



El efecto Doppler se basa en la diferencia entre la frecuencia emitida y recibida cuando una onda es reflejada desde una partícula en movimiento. Al acercarse, las ondas se acortan, la longitud de onda es menor, y su frecuencia es mayor. Al alejarse, las ondas se espacian, su longitud de onda es mayor y su frecuencia menor (4).

Por convención las partículas que se alejan tienen un color rojo y las partículas que se acercan tienen un color azul. Esto nos va a permitir distinguir los vasos entre otras estructuras adyacentes, valorar el sentido del flujo y realizar una evaluación detallada. Mediante la modalidad de doppler pulsado vamos a obtener además una medida cuantitativa del flujo, lo que nos permitirá el cálculo de determinados índices en tiempo real y mediante el doppler energía una mayor sensibilidad para flujos de menor intensidad (4).

4. TIPOS DE SONDAS DE ECOGRAFIA:

Sonda lineal: Los cristales se disponen de forma lineal en la superficie que entra en contacto con el paciente, que es lisa. Los haces discurren de forma paralela y la imagen desplegada es rectangular. Estas son sondas que utilizan frecuencias altas, lo que aporta mayor resolución y menos penetración por lo que son utilizadas fundamentalmente para valorar estructuras superficiales. Utilizado entre otros en ecografía vascular, musculoesquelético y ecografía intestinal (5).

Sonda convexa: En este caso, los cristales se disponen a lo largo de una superficie curva o convexa, emitiendo las ondas en forma de abanico y, de esta forma, ser capaz de recibir información de los ecos de la periferia del haz en los tejidos profundos, que se perderían con una sonda de morfología lineal la cual sólo obtendría la información únicamente de la zona central del haz de ultrasonidos. Estas sondas están en un rango de baja a media frecuencia. Su principal uso son las exploraciones abdominales y ginecológicas (5).



Sonda sectorial (en fase): Disponen de múltiples cristales (64-128) agrupados en una pequeña superficie (2-3 cm) y pueden ser lineales o convexas en cuanto a su forma. Son sondas de baja frecuencia (1-10 MHz). En este tipo de sondas los cristales son activados secuencialmente, produciendo haces de diferentes orientaciones y distancias focales para explorar estructuras complejas y profundas. La imagen que producen es triangular o trapezoidea, pero con un ángulo mucho más abierto. Se utiliza principalmente para ecocardiografía y exploraciones torácicas, pero pueden usarse en imagen abdominal y pélvica a su vez (5,6).

5. ECOENDOSCOPIOS:

Los ecoendoscopios, pueden dividirse, en función del tipo de sonda y del eje en el que proporcionan la imagen ecográfica en radiales o lineales.

Los **ecoendoscopios radiales** actuales son eléctricos, mientras que los iniciales eran mecánicos, y producen una imagen significativamente más nítida y poseen funciones como el doppler. La disposición de los cristales piezoeléctricos se dispone alrededor de la punta distal en sus 360 grados, por lo que producen una imagen en un plano perpendicular al eje longitudinal del ecoendoscopio (7). Esta imagen es similar a la que se obtiene con la tomografía computerizada por lo que puede ser más fácil de interpretar sobre todo para principiantes. Debido a la disposición del transductor, solo tienen fines diagnósticos y no permiten realizar maniobras como punción o intervenciones terapéuticas.

Los **ecoendoscopios lineales** (curvilíneos) producen una imagen ultrasónica en un plano paralelo al eje longitudinal del endoscopio, generalmente en un ángulo comprendido entre los 100 y los 180 grados. Estas imágenes serían análogas a aquellas producidas por la ecografía transabdominal (7). Esta orientación es sobre todo importante para la realización de punción y para la ecoendoscopia terapéutica, ya que la aguja sale en el



PROGRAMA DOCENTE ACADÉMICO
GASTROENTEROLOGÍA
Y HEPATOLOGÍA

mismo plano que la imagen ecográfica, permitiendo visualizar ambas a la vez y mantener control sobre la profundidad de la punción. A su vez disponen de un elevador que permite modificar el ángulo de salida de la aguja, o en el caso de la ecoendoscopia terapéutica, de los accesorios que utilizamos

Los ecoendoscopios de las diferentes **casas comerciales** difieren en el diseño de la punta, su flexibilidad, el control de inflado del balón y de los puntos de angulación de su extremo distal, así como del tipo de visión.

Los ecoendoscopios radiales de Pentax y Fujinon disponen de visión frontal, mientras que el de Olympus es de visión lateral. En los ecoendoscopios lineales todos los transductores tienen diseño curvo y la cámara del endoscopio, de visión oblicua, está colocada proximal al transductor. Un nuevo modelo de Olympus permite una visión frontal con un transductor convexo de 90º con la sonda y el transductor colocados coaxialmente al canal de trabajo. Este diseño puede facilitar las exploraciones y la adquisición de muestra (8).

La decisión de realizar una exploración con ecoendoscopio radial o lineal dependerá de la naturaleza de ésta y de la experiencia y preferencias del explorador. Clásicamente se realizaban la mayoría de exploraciones con el ecoendoscopio radial para realizar el diagnóstico y sólo se utilizaría el lineal en un segundo tiempo para la toma de muestras o procedimientos terapéuticos. A día de hoy en la mayoría de centros el ecoendoscopio lineal es ampliamente más utilizado para prácticamente todas las indicaciones, quedando el radial para exploraciones concretas. En general se suele utilizar el ecoendoscopio radial para estadiaje de neoplasias del tracto gastrointestinal (estomago, esófago, duodeno, recto) o lesiones subepiteliales y el ecoendoscopio lineal para estadiaje de cáncer de pulmón y para el estudio de la patología benigna y maligna de la región biliopancreática, así como para todas las exploraciones que requieran punción y para la ecoendoscopia terapéutica, cuyas aplicaciones se han multiplicado exponencialmente en los últimos años (9,10).



La realización de Panendoscopia oral junto con ecoendoscopia para el estudio de dispepsia puede tener un papel mucho mayor en los próximos años con la mejora de los ecoendoscopios de visión frontal con alta definición de imagen y mayor flexibilidad.

6. MINISONDAS

Las minisondas son sondas de US flexibles de alta frecuencia que se puede avanzar a través del canal de trabajo de los endoscopios. Tienen un diámetro exterior que varía entre 1,7 y 3,4 mm. Estas minisondas escanean a frecuencia más alta (rango 12-30 MHz) en comparación con el ecoendoscopio estándar. Esta frecuencia más alta permite un mayor escaneo de resolución a costa de una profundidad de penetración limitada. La profundidad de imagen óptima de las minisondas de alta frecuencia está entre 0,07 y 0,18 mm (7). Esto permite una mayor diferenciación de las capas de la pared del esófago, estómago, intestino delgado y colon, así como de vía biliar. Pueden ser especialmente útiles en la estadificación de lesiones subepiteliales, neoplasias superficiales y en lesiones estenosantes (11). Su principal limitación es su coste y fragilidad, pero en un futuro podrían tener un papel importante debido a su precisión y que pueden ser utilizadas durante una exploración endoscópica convencional (12)



REFERENCIAS

- (1) Adán Merino, C. Froilán Torres, J.M. Segura Cabral. Principios físicos de ecografía. Tratado de ultrasonografía abdominal. Editorial Díaz de Santos. 2011
- (2) Aldrich JE. Basic physics of ultrasound imaging. *Crit Care Med*. 2007 May;35(5 Suppl):S131-7.
- (3) Shriki J. Ultrasound physics. *Crit Care Clin*. 2014 Jan;30(1):1-24,
- (4) Sharma M, Hollerbach S, Fusaroli P, et al. General principles of image optimization in EUS. *Endosc Ultrasound*. 2021;10(3):168-184. doi:10.4103/eus.eus_80_20
- (5) Zander D, Hüske S, Hoffmann B, et al. Ultrasound Image Optimization ("Knobology"): B-Mode. *Ultrasound Int Open*. 2020;6(1):E14-E24. doi:10.1055/a-1223-1134
- (6) Nightingale, R., Murphy, A. Phased array. Reference article, Radiopaedia.org. (accessed on 10 Oct 2021) <https://radiopaedia.org/articles/54643>
- (7) ASGE Technology Committee, Murad FM, Komanduri S, et al. Echoendoscopes. *Gastrointest Endosc*. 2015;82(2):189-202. doi:10.1016/j.gie.2015.02.017
- (8) Larghi A, Ibrahim M, Fuccio L, et al. Forward-viewing echoendoscope versus standard echoendoscope for endoscopic ultrasound-guided tissue acquisition of solid lesions: a randomized, multicenter study. *Endoscopy*. 2019;51(5):444-451. doi:10.1055/a-0790-8342
- (9) Dietrich CF, Arcidiacono PG, Braden B, et al. What should be known prior to performing EUS?. *Endosc Ultrasound*. 2019;8(1):3-16. doi:10.4103/eus.eus_54_18
- (10) Dietrich CF, Arcidiacono PG, Braden B, et al. What should be known prior to performing EUS exams? (Part II). *Endosc Ultrasound*. 2019;8(6):360-369. doi:10.4103/eus.eus_57_19
- (11) Kazuya Akahoshi and Masaru Kubokawa. K. Ultrasound Catheter Probe (UCP). Capítulo. Practical Handbook of Endoscopic Ultrasonography, DOI 10.1007/978-4-431-54014-4_1, Springer 2012
- (12) Seifert H, Fusaroli P, Arcidiacono PG, et al. Controversies in EUS: Do we need miniprobos?. *Endosc Ultrasound*. 2021;10(4):246-269. doi:10.4103/EUS-D-20-00252