
4 N. Díez Bru

Dpto. Patología Animal II.
Facultad de Veterinaria de Madrid.
28040 Madrid.

Principios básicos de la ecografía.

RESUMEN

La ecografía es un método de diagnóstico por imagen no invasivo y que no utiliza radiaciones ionizantes, por lo que no produce efectos biológicos adversos. En este trabajo se describen las bases físicas y las condiciones prácticas de la ecografía como método de diagnóstico en pequeños animales.

PALABRAS CLAVE

Ecografía; Principios básicos.

ABSTRACT

Diagnostic ultrasound is a non invasive imaging procedure that does not use ionizing radiation and consequently does not induce adverse biological effects. This paper describes the physics and basic conditions of ultrasound, as a diagnostic aid in small animal practice.

KEY WORDS

Ultrasound; Basic principles.

INTRODUCCIÓN

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen que se utiliza fundamentalmente para evaluar los tejidos blandos. Se trata de un procedimiento seguro, no invasivo y que no utiliza radiaciones ionizantes, por lo que no produce efectos biológicos adversos^(1, 3, 5). Las imágenes ecográficas corresponden al aspecto macroscópico de cortes anatómicos, mostrando la arquitectura interna de los diferentes órganos. Con la suma de cortes se puede obtener una idea tridimensional del tamaño, la forma y la estructura de los órganos. La información obtenida a partir de las imágenes ecográficas puede complementar los resultados obtenidos mediante otros procedimientos diagnósticos, como la radiología.

Los veterinarios prácticos deben familiarizarse poco a poco con la ecografía, tanto para utilizarla en sus propias clínicas, como para poder interpretar las imágenes o los informes realizados en un centro especializado. Posiblemente en poco tiempo, esta técnica de diagnóstico formará parte de la exploración rutinaria de un animal.

En el presente trabajo se pretende ofrecer una introducción a la ecografía abdominal en pequeños animales. En una primera parte se describirán las bases físicas de la ecografía, así como las condiciones prácticas para su aplicación. En una segunda parte se describirán las imágenes fisiológicas de los órganos abdominales, adjuntando ejemplos ilustrativos de diversas patologías que pueden ser detectadas ecográficamente.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Ultrasonidos (US)

La ecografía se basa en la emisión y recepción de ultrasonidos, que son aquellas ondas de sonido cuya frecuencia es superior a la audible por el oído humano, es decir, por encima de los 20.000 Herzios (Hz)^(1, 6). Las frecuencias utilizadas en la práctica clínica varían entre 2 y 10 Megahertzios (MHz)^(2, 5).

Todos los sonidos, ya sean audibles o US, son ondas de presión que se repiten a lo largo del tiempo. Estas ondas longitudinales presentan una serie de características^(5, 10) (Fig. 1).

— Período: tiempo que tarda en completarse un ciclo.

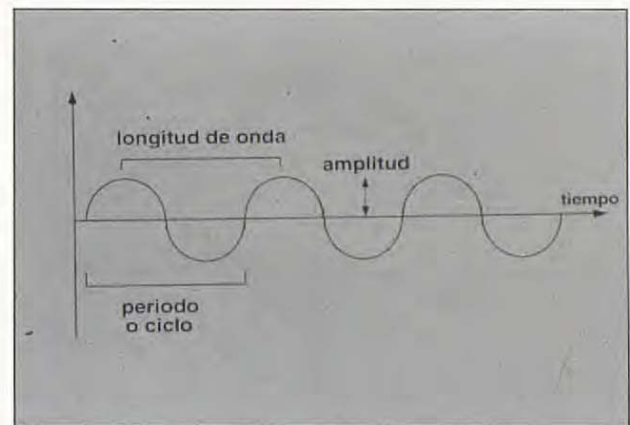


Fig. 1. Propiedades de una onda longitudinal.

— Amplitud: altura de la onda. Se trata de la medición de la intensidad o «volumen» del sonido.

— Velocidad: depende del medio que el sonido esté atravesando (aire 331 m/s; tejidos blandos 1540 m/s).

— Frecuencia: número de períodos o ciclos por segundo.

1 ciclo/seg=1 Herzio (1 Hz)

1 millón de ciclos/seg=1 millón de Herzios (1 MHz)

— Longitud de onda: distancia que recorre la onda durante un ciclo o período.

Efecto piezoeléctrico

Los US diagnósticos son generados en un dispositivo llamado transductor, el cual contiene uno o más cristales con propiedades piezoeléctricas. Esto quiere decir que, al ser sometidos a una corriente eléctrica alterna, vibran y emiten ultrasonidos de una frecuencia característica. Al aplicar el transductor sobre la superficie de un animal, las ondas de sonido viajan a través de los tejidos. A medida que avanzan, parte de ellas serán reflejadas en forma de ecos. Estos son devueltos al transductor, donde interaccionan con los cristales, produciendo una señal eléctrica que será analizada y transformada en un punto de luz. A esta capacidad de los cristales de transformar energía eléctrica en

6

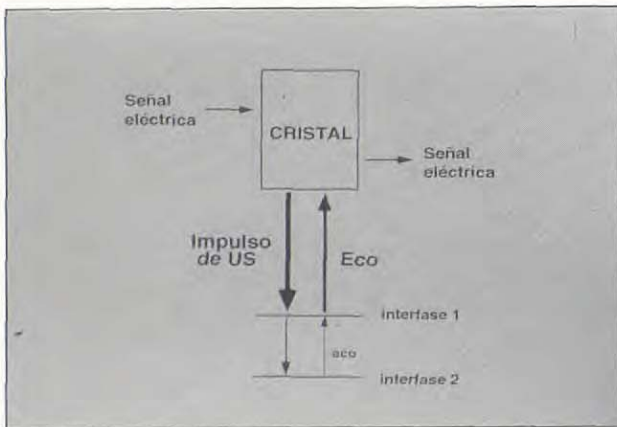


Fig. 2. Efecto piezoeléctrico: los cristales convierten energía eléctrica en mecánica (ultrasonidos) y viceversa.

mecánica y viceversa se le denomina efecto piezoeléctrico^(4, 6) (Fig. 2). Los US no reflejados seguirán avanzando a través de los tejidos para seguir mandando información de zonas más profundas. Los cristales piezoeléctricos actúan por tanto como emisores y receptores de US^(3, 4).

Interacción de los ultrasonidos con los tejidos orgánicos

Los tejidos orgánicos representan un medio complejo y las ondas de US sufren una serie de modificaciones, que conducen a la atenuación del sonido. La atenuación en ecografía se define como la disminución de la intensidad de las ondas de US que se produce a medida que atraviesan los tejidos orgánicos⁽⁴⁾. Esta atenuación se produce a razón de 1 dB/cm/MHz⁽¹⁾, de lo cual deducimos que cuanto mayor sea la frecuencia (más MHz), mayor será la atenuación, lo que limita la profundidad de penetración de los US.

Existen cuatro causas principales de atenuación: reflexión, refracción, dispersión y absorción^(1, 4) (Fig. 3).

— *Reflexión*: Se denomina impedancia acústica a la resistencia que ofrece un tejido al paso de los US⁽³⁾. Esta resistencia viene determinada fundamentalmente por la densidad de ese tejido. La reflexión de las ondas ultrasónicas se produce cuando éstas pasan de un tejido determinado a otro de diferente densidad. La superficie de contacto entre ambos se denomina interfase acústica⁽¹⁾. La diferencia de densidad que existe entre los tejidos a cada lado de la interfase determina

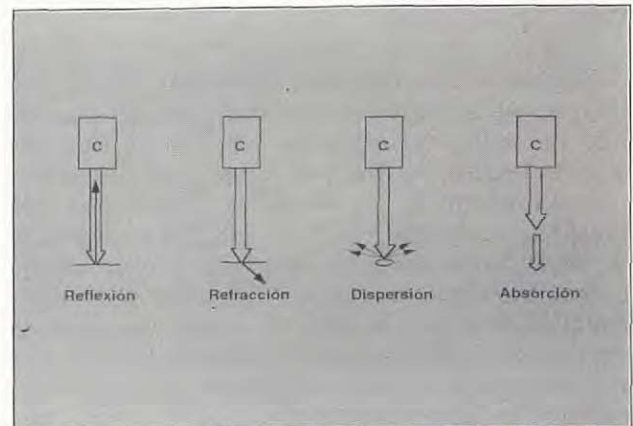


Fig. 3. Causas de la atenuación de los ultrasonidos: reflexión, refracción, dispersión y absorción.

la cantidad de ondas que son reflejadas. Generalmente, los ecos que ofrecen más información se producen en interfases de escasa diferencia de densidad (1 % o menos). Pero existen interfases en las que la diferencia es tan grande que bloquean el paso de los US, como ocurre con el gas y el hueso^(1, 3).

Interfase	Reflexión
Tejido blando/tejido blando	1 %
Tejido blando/hueso	46-70 %
Tejido blando/gas	99 %

— *Refracción*: cambio de dirección de las ondas ultrasónicas. Estas ondas se pierden al no volver al transductor, lo que contribuye a la atenuación.

— *Dispersión*: reflexión de ecos en múltiples direcciones cuando los US chocan con una superficie pequeña e irregular.

— *Absorción*: la energía es absorbida por los tejidos y convertida en calor, produciéndose una pérdida constante de intensidad.

En relación con la atenuación es importante conocer el concepto de TGC o Time Gain Compensation⁽³⁾. Se trata de la capacidad del ecógrafo de compensar la atenuación amplificando los ecos procedentes de interfases lejanas, para poder obtener así imágenes homogéneas. Esto resulta de particular importancia a la hora de valorar órganos voluminosos, como puede ser el hígado.

8

Resolución

La resolución es la capacidad del ecógrafo de distinguir dos interfases cercanas⁽⁴⁾. Si un ecógrafo tiene una capacidad de resolución de 3 mm, querrá decir que dos pequeñas interfases separadas por sólo 3 mm, aparecerán como dos ecos distintos en la imagen. Si están a por ejemplo 2 mm, aparecerán en la imagen como un solo eco.

La resolución presenta dos componentes:

— *Resolución axial*: se denomina así a la resolución en la dirección del haz de US que viene determinada por la longitud de onda de los US. Cuanto mayor sea la frecuencia, menor será la longitud de onda y mejor la resolución^(1, 4).

— *Resolución lateral*: las interfases están situadas perpendicularmente a la dirección del haz de US. En este caso depende de la anchura del haz, es decir, del tamaño de los cristales presentes en el transductor. Cuanto menor sea la anchura del haz, mayor será la resolución. Si las dos interfases se localizan dentro de dicha anchura, aparecerán en la imagen como un solo eco^(1, 4).

Tipos de formatos de imagen

Existen tres formas distintas de representar la información recogida por el ecógrafo^(2, 6) (Fig. 4):

— *Modo A (Amplitud)*: se utiliza un solo haz de US y la información recogida es representada en gráficas. El eje vertical representa la distancia y el eje horizontal la amplitud de los ecos. Ofrece poca información y prácticamente no se utiliza.

— *Modo B (Brillo)*: es el formato más utilizado y conocido. Se utilizan múltiples haces emitidos secuencialmente y se obtienen imágenes bidimensionales en movimiento. El brillo del punto es proporcional a la amplitud del eco y la posición al tiempo de recepción. El conjunto de los puntos reproduce un corte anatómico de la región examinada.

— *Modo M (Movimiento)*: se trata de una variante del modo B en la que se utiliza un solo haz de US. Se obtienen imágenes unidimensionales en movimiento. A lo largo de la línea que representa el haz ultrasónico se observarán los ecos como puntos de brillo de distinta intensidad, siendo la distancia también proporcional al tiempo que tardan en ser recibidos. Esta línea de puntos es presentada en el monitor de forma continua a lo largo del tiempo, avanzando la imagen

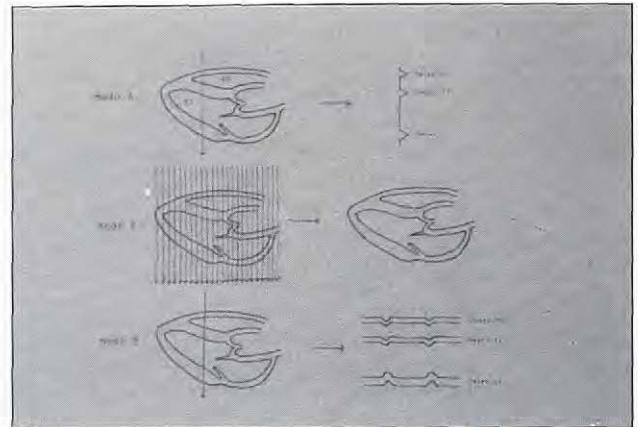


Fig. 4. Tipos de formatos de imagen: modos A, B y M. VD=ventrículo derecho; VI=ventrículo izquierdo.

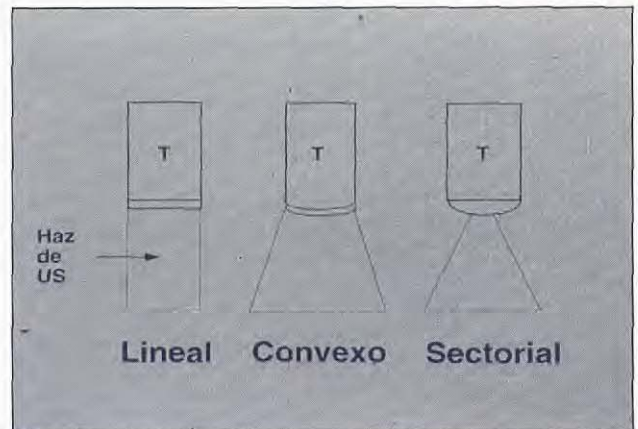


Fig. 5. Tipos de transductores.

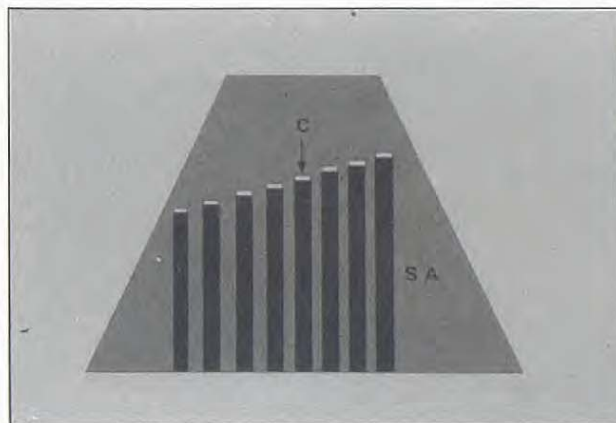
hacia la derecha. Esto significa que se pueden seguir con precisión los movimientos a lo largo del tiempo, por lo que es muy utilizado en ecocardiografía.

Transductores

Para las exploraciones ecográficas es necesario elegir la frecuencia y el tipo de transductor, lo que va a depender esencialmente del tamaño del animal y del órgano a explorar.



Fig. 6. Sombra acústica (SA) producida por costillas fetales (C).



Frecuencia

Cuanto mayor sea la frecuencia menor será la profundidad que alcancen los US (mayor atenuación), pero mayor será la resolución o definición de la imagen⁽¹⁾. Por tanto, los transductores de alta frecuencia se utilizarán para el estudio ecográfico de estructuras superficiales o de animales de pequeño tamaño, mientras que para poder valorar estructuras profundas habrá que emplear frecuencias más bajas, incluso a costa de una disminución de la resolución.

Algunas de las frecuencias más utilizadas en la práctica clínica son:

- 3 MHz: Razas gigantes de perros.
- 5 MHz: Razas grandes, medianas y pequeñas.
- 7,5 MHz: Razas miniatura de perros, gatos, estructuras superficiales.
- 10 MHz: Ecografía de ojos.

Tipos de transductores (Fig. 5)

Los transductores lineales presentan cristales piezoeléctricos en línea que emiten haces paralelos de US, por lo que se obtiene una imagen rectangular. Presentan la ventaja de ofrecer una imagen amplia del campo cercano, pero la importante desventaja de necesitar un gran área de contacto. Una variante del transductor lineal es el convexo, que presenta también cristales en línea pero curvada, siendo la superficie de contacto convexa, por lo que es mucho más sencilla de acoplar sobre la superficie del animal.

Los transductores sectoriales emiten haces divergentes de US, obteniéndose una imagen en abanico. La ventaja es que la superficie de contacto es mínima, siendo de gran utilidad para dirigir los US p. ej. a través de los espacios intercostales. La desventaja es que el campo es muy reducido.

Patrones ecográficos

En los modos B y M, las imágenes ecográficas están formadas por puntos de diferente brillo. Cuanto más intenso sea el eco reflejado por una determinada estructura, más brillante aparecerá en la imagen. A esta intensidad de brillo se le conoce con el nombre de ecogenicidad^(1, 2, 5), utilizándose para describir las imágenes ecográficas los siguientes términos:

— *Hiperecogénico, hiperecoico*: se produce una gran reflexión de US (escasa o nula transmisión). Los puntos en el monitor aparecen con una intensidad de brillo máxima, es decir, blancos (gas, hueso).

— *Hipoecogénico, hipoecoico*: se produce una reflexión media (transmisión media), teniendo los puntos distinta intensidad de gris según la cantidad de ecos producidos (tejidos blandos). Para comparar la ecogenicidad de los tejidos entre sí, se utiliza esta terminología de forma comparativa, es decir, que un tejido puede ser hiper, hipo o isoecogénico con respecto a otro.

— *Anecogénico, anecoico*: ausencia de ecos por no producirse reflexión de US (transmisión completa). Los puntos aparecerán de color negro (líquidos).

10

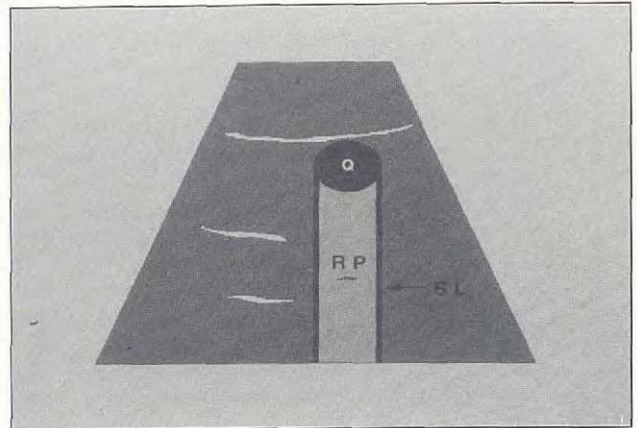


Fig. 7. Refuerzo posterior (RP) y sombra lateral (SL) producida por una estructura quística (Q).

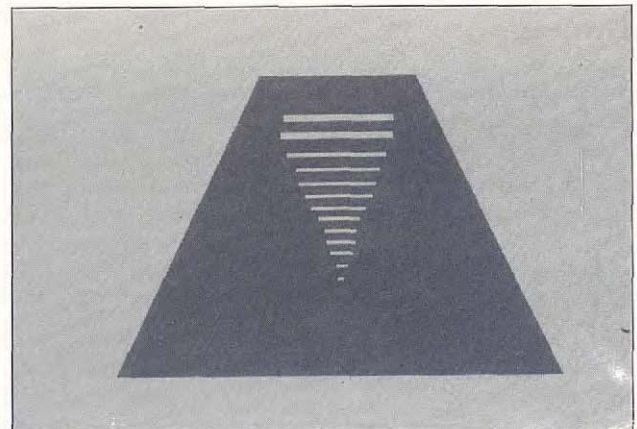


Fig. 8. Reverberación producida por gas intestinal.

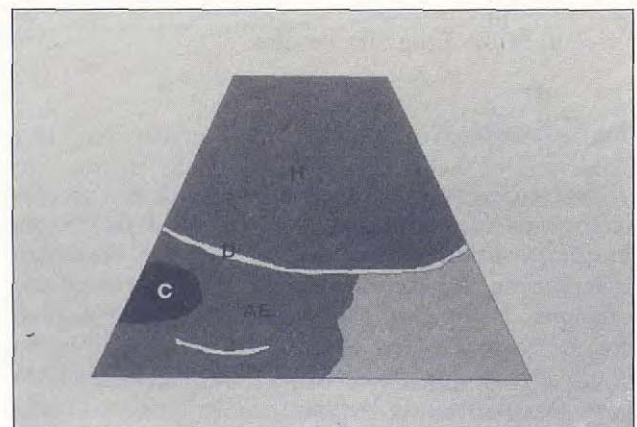


Fig. 9. Artefacto especular (AE); H=hígado; D=diafragma; C=corazón.

12

Artefactos

Los artefactos son aquellas imágenes que aparecen en el monitor, que no se corresponden con ecos generados por estructuras reales. Es fundamental conocerlos, ya que pueden representar entre un 30 y un 90 % de los ecos observados⁽¹⁾. Los más importantes son:

— *Sombra acústica* (Fig. 6): se forma por detrás de una estructura que bloquea el paso de los US como el gas y el hueso. En la imagen aparece una línea hiperecogénica representando la superficie de la estructura reflectante, y detrás una sombra anecogénica, ya que no han podido pasar US que puedan ser reflejados a partir de interfases más profundas. Este artefacto es de valor diagnóstico p. ej. para la detección de cálculos^(3, 8).

— *Sombra lateral* (Fig. 7): se puede observar lateral y distal a estructuras llenas de líquido (vesícula biliar, estructuras quísticas). Se produce por el cambio de dirección (refracción) del haz de US, de forma que en esa zona no hay ecos que vuelvan al transductor^(1, 9).

— *Refuerzo posterior* (Fig. 7): se produce cuando los US pasan a través de una estructura que los transmite perfectamente. Detrás de ésta, los ecos tendrán mayor amplitud que en zonas vecinas a igual profundidad, ya que no se ha producido atenuación del sonido⁽⁴⁾. Ocurre, por ejemplo, detrás de la vesícula biliar y de las estructuras quísticas.

— *Reverberación* (Fig. 8): se produce cuando ecos de gran amplitud son reflejados de nuevo a nivel del transductor y vuelven a entrar en el paciente. Esto produciría un segundo eco que en la imagen aparecerá al doble de la distancia del primer eco o eco real. Este proceso puede repetirse sucesivamente y en la imagen aparecerán líneas hiperecogénicas paralelas que van disminuyendo de intensidad a medida que aumenta la atenuación^(1, 8). Se produce en interfases tejido blando/gas.

— *Artefacto especular* (Fig. 9): en ocasiones, al dirigir el haz de US a través del hígado hacia el diafragma, se observa una proyección del hígado dentro del tórax. Esto se debe a que la interfase diafragma-pulmones actúa como «espejo» debido a la gran diferencia de impedancia. Los ecos vuelven hacia el hígado, donde pueden encontrarse con otras interfases que los reflejan debido a un proceso de reverberación interna. La señal en el ecógrafo se recibirá más tarde y por tanto se verá parénquima hepático en zonas más profundas⁽²⁾. Es importante no confundir este fenómeno con hernias diafragmáticas.

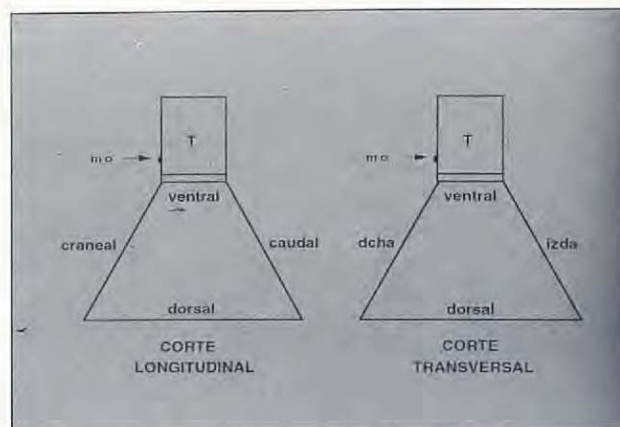


Fig. 10. Orientación en el monitor en los cortes longitudinal y transversal. mo=marca orientativa.

CONDICIONES PRÁCTICAS

Protocolo y preparación del animal

Antes de realizar una ecografía es recomendable conocer los datos obtenidos a partir de la anamnesis, exploración clínica, laboratorial y radiológica. El animal debe ser presentado en ayunas de 12-24 horas para disminuir la cantidad de gas gastrointestinal, así como con la vejiga llena, principalmente si es necesario valorar el abdomen caudal⁽⁷⁾. Nunca se deben realizar previamente contrastes de bario porque esta sustancia bloquea completamente el paso de los US. Los contrastes iodados no tienen este efecto⁽¹⁾.

En general no es necesario anestesiarse a los animales para poder realizar una exploración ecográfica⁽³⁾, y la única preparación que se requiere es depilar la región que se desea explorar, para después aplicar un gel acústico que permita un contacto perfecto entre el transductor y la piel del animal, minimizando la cantidad de aire que pueda existir entre ambas superficies, con el fin de obtener una buena imagen^(2, 7).

Orientación en el monitor

Las ecografías de abdomen se realizan en general en decúbito supino, por lo que el transductor se coloca sobre la superficie ventral del animal. Los transductores suelen tener una marca orientativa que en los cortes longitudinales debe siempre dirigirse en dirección

craneal, en los transversales hacia la derecha del animal. La parte superior de la imagen será en todos los cortes ventral y la inferior dorsal del animal. En los cortes longitudinales la izquierda de la imagen será craneal y la derecha caudal, en los transversales la izquierda será la derecha y la derecha la izquierda⁽⁷⁾ (Fig. 10).

Interpretación

Para poder interpretar las imágenes ecográficas es fundamental saber diferenciar los ecos reales y los artefactos⁽¹⁾. Al realizar una ecografía se deben valorar la situación, el tamaño, la forma y la estructura de los diferentes órganos. La situación y el tamaño de los órga-

nos varía según los individuos y es generalmente valorable mediante radiología. En cuanto a la forma, el contorno de los órganos es fisiológicamente liso y regular. Hay que tener cuidado con el gas intestinal, que en ocasiones puede hacer parecer que un contorno liso aparece abombado. La posibilidad de valorar la estructura de los órganos es lo que le da a la ecografía su gran valor dentro de los métodos diagnósticos. Cada órgano y tejido presenta una ecogenicidad característica, por lo que al realizar una ecografía se deben analizar detenidamente la intensidad y la distribución de los ecos, valorando las posibles alteraciones difusas de la ecogenicidad (hiper, hipo o normoecogenicidad), así como las alteraciones focales, estudiando la forma, el contorno, el tamaño, el número y la ecogenicidad de dicha alteración con respecto al resto de parénquima^(7, 9).

13

BIBLIOGRAFÍA

1. Bartrum, R.J., Crow, H.C. (Ed.). Gray-scale ultrasound: A manual for physicians and technical personnel, pp. 1-101. W.B. Saunders, Philadelphia, 1977.
2. Barr, F. (Ed.). Diagnostic ultrasound in the dog and cat, pp. 1-20. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1990.
3. Gerwing, M.F. Sonographische Darstellung von Milz und Prostata des Hundes unter besonderer Berücksichtigung der Messung ihrer Lage und Größe sowie des sonographischen Bildes der pathologischen Veränderung. Das Hydroperitoneum zur besseren Differenzierung abdominaler Organe. Tesis Doctoral, pp. 2-20. Giessen, Alemania, 1989.
4. Ginther, O.J. (Ed.). Ultrasonic imaging and reproductive events in the mare, pp. 1-64. Equiservices, Cross Plains, 1986.
5. Herring, D.S., Bjornton, G. Physics, facts, and artifacts of diagnostic ultrasound. *Vet. Clin. North Am. (Small Animal Practice)*, 15: 1107-1122, 1985.
6. Lohss, E. Abdominelle Sonographie beim Kleintier. Teil I: Physikalische Grundlagen, Gerätetechnik. *Tierärztl. Prax.* 16: 423-426, 1988.
7. Lohss, E. Abdominelle Sonographie beim Kleintier. Teil II: Untersuchungstechnik. *Tierärztl. Prax.* 17: 313-318, 1989.
8. Meier, H. Artefakte in der Ultraschalldiagnostik. *Tierärztl. Prax.* 4: 36-46, 1989.
9. Park, R.D. et al. B-mode gray-scale ultrasound: imaging artifacts and interpretation principles. *Vet. Rad.* 22, 5: 204-210, 1981.
10. Wessels, G., Weber, P. Physikalische Grundlagen. In: Braun, B., Günther, R., Schwerk, W. (ed.): *Ultraschalldiagnostik, Lehrbuch und Atlas*. Ecomed, Augsburg, 1983.



ORDENADOR

- Procesador INTEL 80286.
- Velocidad de reloj de 16 Mh.
- 1 mega memoria RAM.
- Disco duro de 40 megas.
- Disco flexible 5 1/4.
- Disco flexible 3 1/2.
- Monitor VGA (color opcional).
- Sistema operativo MS-DOS 4.01.

PROGRAMAS

- Programa Windows 3.0.
- Programa de gestión **MEDICINA VETERINARIA.**

IMPRESORA

- Impresora OKI 192/193