

Recomendaciones para la Optima Utilización de la Ecocardiografía en Modo M

Elaborado por el Comité de Ecocardiografía designado por la Sociedad Argentina de Cardiología.

Dres.: RICARDO J. ESPER, LUIS E. ALDAY, OSCAR BAZZINO, CARLOS A. BRUNO, MANUEL CUESTA SILVA, EDUARDO MOREYRA y RODOLFO SIRITO

DEFINICION

Ultrasonografía o ecografía es el método de diagnóstico médico basado en la reflexión de pulsos de ultrasonido, reservándose la denominación de **ecocardiografía** a su utilización específica en el terreno de la cardiología.

Es una técnica totalmente inofensiva, fácilmente repetible, que ofrece información anatómica y fisiológica del corazón y los grandes vasos por la evaluación de tamaño, posición, configuración, movimiento y relación anátomo-funcional de las diversas estructuras.

Los sistemas actuales de ecocardiografía, con las frecuencias utilizadas, generan un nivel de energía que no llega a producir efectos biológicos demostrables, y han sido utilizados por más de 20 años sin consecuencias comprobables.

BASES FISICAS

El método se basa en la emisión de ultrasonidos que, reflejados en las interfases de los tejidos con distintas impedancias acústicas, regresan a su sitio de origen constituyendo los llamados ecos ultrasónicos o simplemente **ecos**.

Los ecos se amplifican y, para su análisis, se representan en diagramas con una o dos dimensiones de profundidad, constituyendo los sistemas uni y bidimensionales.

Sistemas unidimensionales

Modo A (Modulación de amplitud): presenta los ecos según su distancia del transductor en el eje x, y su amplitud en el eje y. (Fig. 1-A).

Modo B (Modulación de brillo): Transforma los ecos del modo A en puntos que brillan con distintas intensidades según la amplitud, manteniendo la misma ubicación de las distancias en el eje x. (Fig. 1-B).

Modo M (Modulación de movimiento): El desplazamiento de los puntos del modo B en razón del tiempo, mediante el barrido electrónico en el osciloscopio o registrando sobre papel fotosensible, los transforma en líneas que permite graficar el movimiento de las estructuras cardíacas detectadas por el ultrasonido. Es el sistema más utilizado en

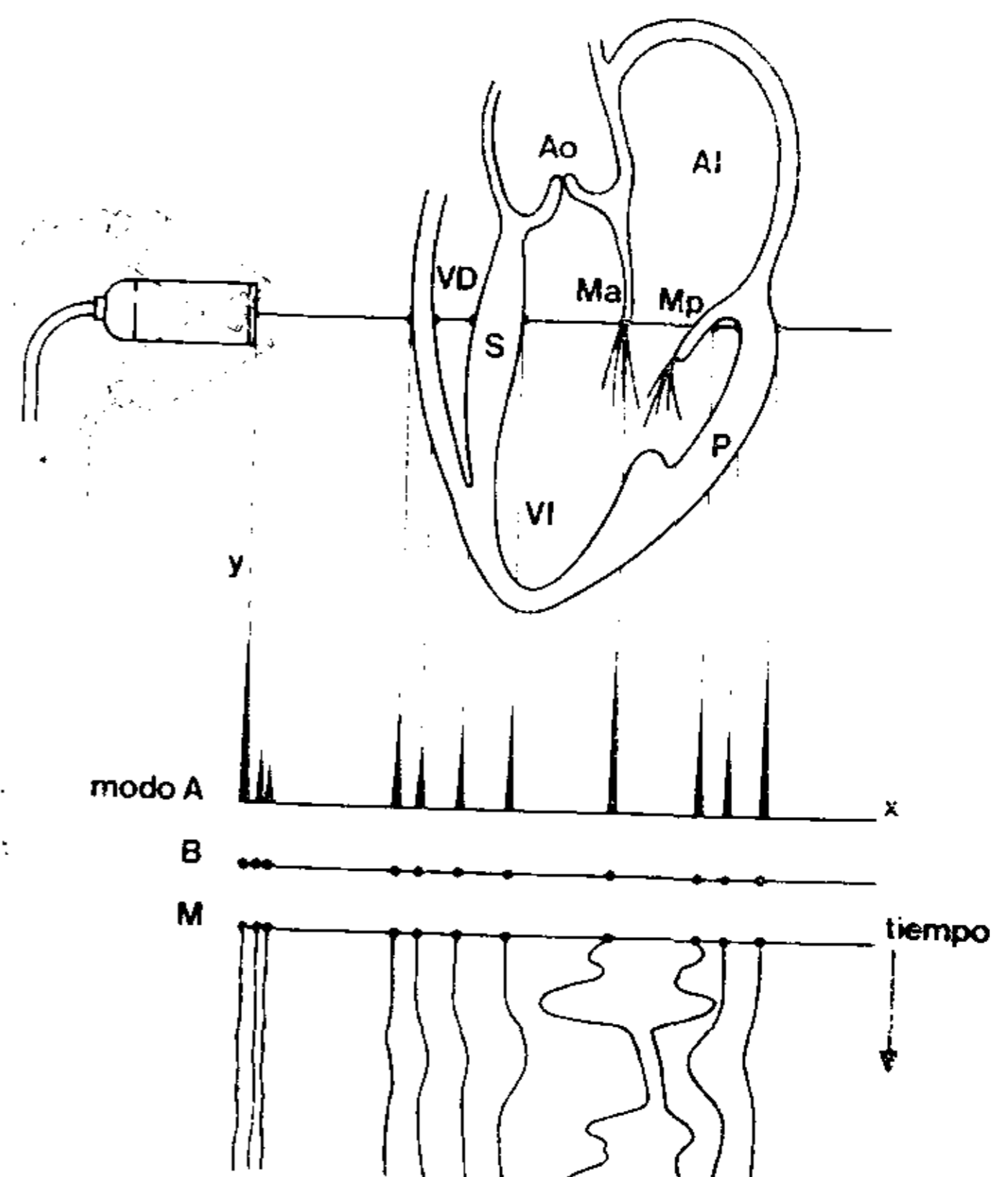


Figura N° 1: Distintas representaciones del ecocardiograma. Modo A: modulación de amplitud. Modo B: modulación de brillo. Modo M: modulación en razón del tiempo. Ao: Aorta. AI: Aurícula Izquierda. VD: Ventrículo Derecho. VI: Ventrículo Izquierdo. S: Septum Interventricular. P: Pared posterior del ventrículo izquierdo. Ma y Mp: valvas anterior y posterior de la mitral

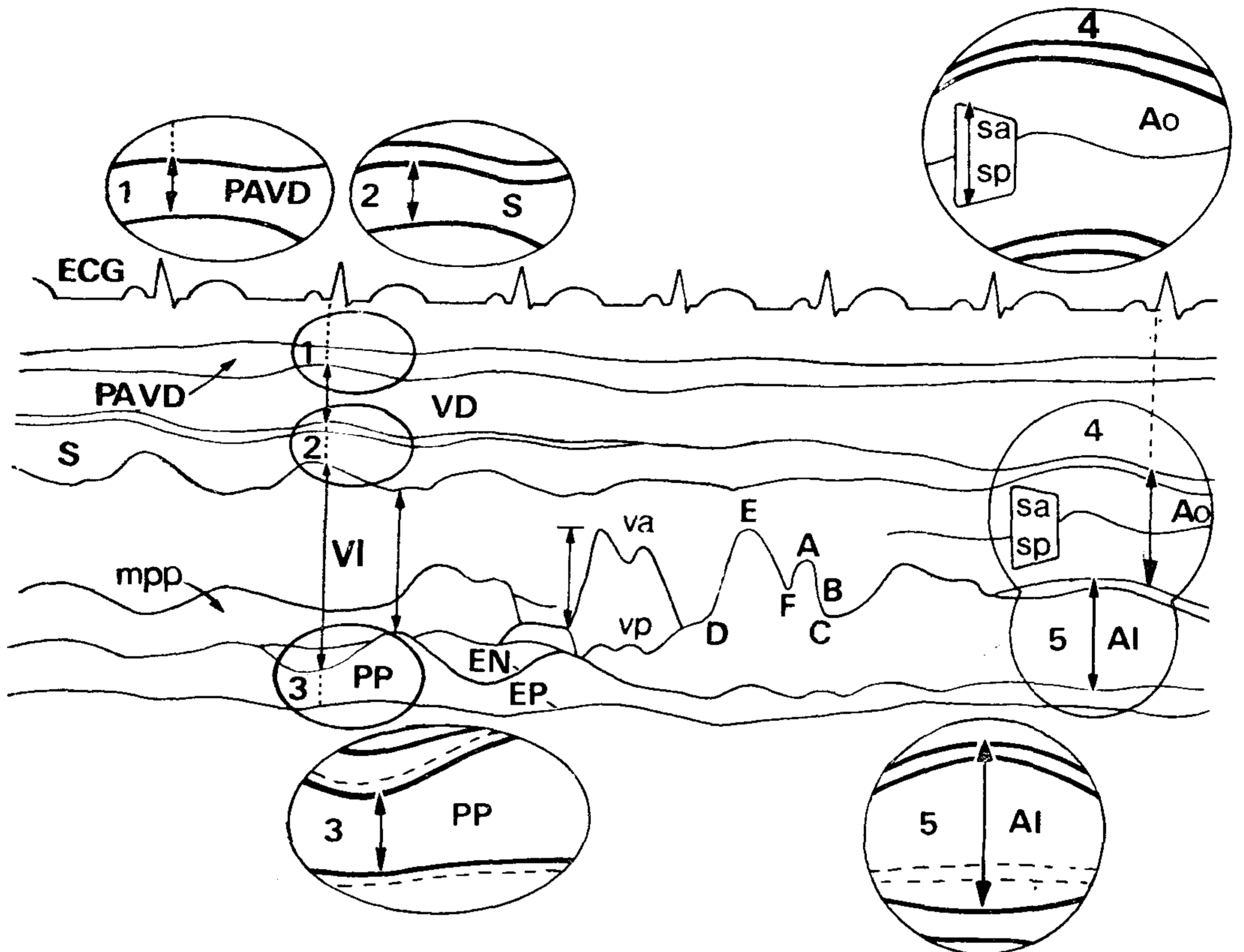


Figura N° 2: Diagrama de un ecocardiograma exploratorio del Ventriculo Izquierdo con las recomendaciones para las mediciones. VI: Ventriculo Izquierdo. VD: Ventriculo Derecho. Ao: Aorta. AI: Auricula Izquierda. PAVD: pared anterior del ventriculo derecho. S: septum interventricular. PP: pared posterior del ventriculo izquierdo. EN: endocardio. EP: epicardio. ECG: electrocardiograma. va: valva anterior de la mitral. vp: valva posterior de la mitral, con D, E, F, A, B y C, reparos para el movimiento de la válvula mitral. sa: sigmoidea aórtica anterior y sp: sigmoidea aórtica posterior. mpp: músculo papilar posterior. Las eclipses 1, 2, 3, 4 y 5 amplifican las técnicas de medición de pared anterior de VD, septum interventricular, pared posterior de VI, Aorta y Auricula Izquierda respectivamente

ecocardiografía en el momento actual. (Fig. 1-M).

Sistemas bidimensionales

Se producen en todos los casos por el disparo sucesivo del modo B que se desplaza rápidamente en el eje y. Los puntos se añaden ópticamente trazando líneas que dibujan un corte tomográfico del área que atraviesan. Se logra con uno o varios transductores que se desplazan mecánicamente en ángulos que varían entre 30° y 90° (Sector-scann), o por cabezuelas de varios transductores que se descargan sucesivamente en línea (linear array) o en ordenamiento de fase (phase-array) obteniendo cortes tomográficos de hasta 180°.

EQUIPOS PARA ECOCARDIOGRAFIA

1) Osciloscopio u osciloscopios donde se pueda visualizar simultánea o alternativamente los modos A y M.

2) Capacidad de registro de por lo menos 20 cm de profundidad, con posibilidad de expandir o acortar la escala para adecuarla al tórax del examinado.

3) Calibraciones de profundidad y de tiempo con error menor del 1 %.

4) Control de amplificación o atenuación general.

5) Control de rechazo de ecos débiles.

6) Compensador de ganancia de profundidad que permita su visualización en una escala (rampa) junto al modo A.

7) Capacidad de utilizar transductores con frecuencias de por lo menos 1 a 5 MHz.

8) Incluir en el modo M una derivación electrocardiográfica de reparo.

9) Posibilidad de registrar el modo M por uno de los siguientes métodos:

a) Fotográfico, con sistemas convencionales o de revelado instantáneo;

- b) De registro continuo sobre papel fotosensible, videotape, registro electromagnético o filmación.

Es preferible, aunque no imprescindible, que los equipos dispongan de:

- I) Controles de ganancia proximal y distal independientes.
- II) Escala de grises o escala de tonalidades de grisados, o tonos de grises, que permitan la intensificación de las interfases con mayor definición de las mismas.
- III) La factibilidad de ingresar canales de fonocardiograma, pulsos, curvas de presión o sistemas Doppler, que en algunos casos resultan de inestimable utilidad diagnóstica.
- IV) Registro continuo en cualquiera de sus formas, que permite mayores posibilidades respecto del fotográfico.

No resulta impropio recordar que los equipos deben poseer los requerimientos básicos de seguridad (conexión a tierra y otros) especialmente si se utilizan en laboratorios de hemodinamia o en unidades de cuidados intensivos, donde la multiplicidad de equipos puede crear la posibilidad de descargas de energía eléctrica que afecten al paciente.

Los equipos deben controlarse periódicamente, en especial la fidelidad de los reparos de profundidad, lo cual se puede lograr enfocando con el transductor un bloque de cristal o plástico de dimensiones conocidas mientras se observa a qué distancia se registran las interfases de ambos extremos del cristal. Dicho tipo de evaluación es prudente realizarlo al instalar el equipo y en lapsos prudenciales según el uso del mismo.

Existen equipos multipropósito para el estudio ultrasonográfico de diversos órganos. Si bien pueden parecer más útiles para un centro asistencial, por lo general no ofrecen gran variedad de posibilidades para ecocardiografía en especial, reduciendo la facilidad de obtención y calidad de los estudios. Además dificultan la estrecha conexión con las demás secciones de un servicio de cardiología retardando el intercambio de información y la proposición de otros estudios.

Transductores

Los transductores más utilizados en los adultos son de 13 mm de diámetro y 2,25 MHz de frecuencia, pudiendo necesitarse en algunos pacientes con grandes tórax y enfisema pulmonar otros de 18 mm de diámetro y 1,8 MHz. En pediatría se emplean habitualmente

transductores de 3,5 a 5 MHz y 7,5 mm de diámetro.

Es aconsejable, aunque no imprescindible, que sean focalizados entre 2.5 y 10 cm según las estructuras que se deseen investigar

NECESIDADES MINIMAS PARA UN LABORATORIO DE ECOCARDIOGRAFIA

Para realizar ecocardiogramas no se necesitan más elementos que los indispensables de un consultorio clínico, es decir una camilla para recostar al paciente, un asiento cómodo para el operador y una fuente de energía para alimentar el equipo.

Es aconsejable, pero no imprescindible, un ambiente amplio y cómodo para poder ubicar un escritorio, archivo y lugar suficiente para instalar otros equipos de diagnóstico como fonocardiógrafo, ergómetros, etc., que completen el ecocardiograma incrementando sus posibilidades. Asimismo la posibilidad de cambios de intensidades de la luz ambiente para mejor observación del osciloscopio, aire acondicionado y otros elementos de confort.

No es necesario instalaciones especiales para protección de radiaciones ni equipos para resucitación cardiopulmonar.

No se requiere ninguna ubicación física especial dentro del diagrama de un servicio de cardiología, aunque es aconsejable el fácil acceso para estudiar emergencias que provengan de otros sectores como hemodinamia, internación, unidad de cuidados intensivos, servicios de guardia, etc. Procurar siempre su cercanía a todas las secciones en relación con cardiología por la proximidad del mayor caudal de pacientes, la capacidad de completar el diagnóstico de otras técnicas o la facilidad de acceso a otros estudios complementarios.

TECNICA DEL EXAMEN

El ecocardiograma permite: 1) confirmar el diagnóstico de referencia con imágenes específicas, como por ejemplo en la estenosis mitral reumática; 2) detectar datos inespecíficos que completen el diagnóstico de referencia y contribuyan a su mejor valoración, como sucede en la insuficiencia aórtica, y 3) corregir el diagnóstico de referencia por el hallazgo de elementos insospechados por los otros métodos diagnósticos, como en el caso de los mixomas auriculares. Por esta razón el examinador no debe realizar el estudio sólo para responder al interrogante clí-

nico sino estar preparado para descubrir padecimientos insospechados. Luego el examen debe ser siempre completo, intentando explorar todas las estructuras posibles y desde todas las áreas accesibles.

Se comienza por la exploración desde el área precordial donde se rastrea todo el corazón, desde la raíz de aorta hasta el ápex, para luego continuar con las válvulas tricúspide y pulmonar. Se completa con el mismo examen desde las áreas subxifóidea, supraesternal o supraclavicular, que no deben considerarse de alternativa sino de rutina. Cuando el caso lo requiera se repetirá el examen en diversos decúbitos y desde otras vías.

Quien realiza un examen ecocardiográfico debe poseer conocimientos más que suficientes para reconocer inmediatamente las estructuras que van apareciendo y sus patrones de movimiento, mientras maneja los controles para lograr una alta calidad de imagen con la precaución de que la ganancia no sea demasiado alta que enmascare estructuras, o tan baja que las borre. Estos hechos hacen que la clave de un buen ecocardiograma lo constituya la capacidad del operador.

Otras técnicas, como la electrocardiografía y la radiología simples, están lo suficientemente regladas como para que un operador con poco entrenamiento pueda obtener registros correctos y comparables. En el momento actual de la ecocardiografía, con los equipos y sistemas a su disposición, el operador debe adecuar los controles permanentemente según las características del tórax del paciente y lo que desee estudiar. Por esta razón, errores de técnica por una preparación incompleta puede fácilmente sobre o subdiagnosticar patología. Un registro ecocardiográfico correcto es en general difícil de obtener pero relativamente fácil de interpretar.

PERSONAL TECNICO

El operador ideal para obtener ecocardiogramas es el médico cardiólogo especializado en ecocardiografía. Para su capacitación es necesario, además de la instrucción teórica, un tiempo de entrenamiento práctico variable según su conocimiento previo del tema y el volumen de pacientes estudiados.

Los médicos cardiólogos que se adiestren solos en esta técnica, deberán realizarlo en centros de alta complejidad cardiológica,

donde se efectúen estudios hemodinámicos, cirugía cardiovascular, anatomía patológica, para contar con elementos de control de sus hallazgos.

Es posible entrenar personal paramédico capacitándolo para la obtención de ecocardiogramas constituyendo técnicos en ecocardiografía. Los técnicos deberán poseer una formación integral que incluya:

- 1) Instrucción en anatomía, fisiología, hemodinámica y patología, con el suficiente nivel como para concebir la relación tridimensional espacial de las estructuras cardíacas y su función.
- 2) Habilidad para el pronto reconocimiento e interpretación de patrones normales y patológicos del ecocardiograma.
- 3) Conocimientos básicos de física y técnica de los equipos, así como su correcta utilización.
- 4) Conocimientos de Electrocardiografía y Fonocardiografía, para conocer su correlación y utilizarlos convenientemente.
- 5) Formación humanística para el conocimiento y comprensión de los problemas que surgen de la atención del paciente.

En todos los casos el desarrollo de la capacidad técnica y de interpretación de los ecocardiogramas dependerá de:

- a) Entrenamiento previo;
- b) Volumen de pacientes estudiados;
- c) Habilidad del instructor para la capacitación.

Los técnicos deben entrenarse siempre bajo la supervisión de un médico competente en Ecocardiografía, que permanentemente los asistan en la obtención de trazados técnicamente difíciles, les instruyan en la selección o rechazo de información para mejorar el diagnóstico y que asuma la responsabilidad de los estudios.

El tiempo de entrenamiento es variable y en estrecha relación con el volumen de pacientes estudiados, pero en último término dependerá del criterio del médico instructor.

Todo médico o técnico que trabaje en ecocardiografía deberá mantener permanentemente su entrenamiento realizando personalmente ecocardiogramas con cierta asiduidad. Es aconsejable que cumpla con períodos de reentrenamiento en centros especializados o que se controle periódicamente con tests de autoelevación

INDICACIONES DEL ECOCARDIOGRAMA

Por tratarse de una técnica inofensiva, fácilmente repetible y sin ningún riesgo, la ecocardiografía no presenta contraindicaciones. No hay terreno de la cardiología que no se haya visto beneficiado con el advenimiento de la ecocardiografía, y a diario crecen sus indicaciones con nuevos hallazgos y más posibilidades.

El ecocardiograma no sólo provee diagnósticos definitivos sino, que en otros casos procura datos que los confirman, apoyan o descubren hallazgos insospechados. Asimismo su repetibilidad lo transforma en el método por excelencia para el seguimiento de la evolución natural de una enfermedad o el resultado de la terapéutica médica o quirúrgica.

MEDICIONES ECOGRAFICAS EN MODO M

Aorta

Las mediciones de la aorta se deben considerar en el nivel donde se registran las sigmoideas, y si éstas no se pueden visualizar en forma completa, al menos cuando se observe su eco central diastólico. Debe tomarse la precaución de corregir los controles para lograr paredes aórticas de bordes definidos, aunque ello implique atenuar los ecos de las sigmoideas. (Fig. N° 2)

El diámetro Aórtico se estima desde el borde anterior de la pared anterior hasta el borde anterior de la pared posterior en la telediástole, a la altura del comienzo del complejo QRS del electrocardiograma. La apertura de las sigmoideas se mide desde el borde anterior de la sigmoidea anterior hasta el borde anterior de la sigmoidea posterior en el momento de máxima apertura en la protosístole (punto E).

Aurícula izquierda

Es importante lograr una buena definición de la pared posterior de la aurícula izquierda y de la pared posterior de la Aorta, borrando los ecos parásitos que impiden su correcta determinación.

Las mediciones se realizarán en el nivel donde se registran simultáneamente las sigmoideas aórticas. Se debe considerar la mayor distancia entre el borde anterior de la pared posterior de la Aurícula Izquierda hasta el borde anterior de la pared posterior de la Aorta—considerada pared anterior de la Aurícula Izquierda— en la protodiástole, des-

pués del cierre de las sigmoideas aórticas. (Fig. N° 2)

Ventrículo izquierdo

En el adulto se deben realizar las mediciones por debajo de la válvula mitral y antes de la aparición de los músculos papilares, es decir a nivel de las cuerdas tendinosas. En los niños se pueden considerar a nivel de la válvula mitral, pero cuando se visualizan simultáneamente las valvas anterior y posterior.

El diámetro diastólico se mide a la altura del comienzo del complejo electrocardiográfico QRS, aunque incluya el aumento que produce la contracción auricular, y el sistólico como la menor distancia del septum y pared posterior en la telesístole, trazando las tangentes de esos puntos cuando no coincidan en tiempo. (Fig. N° 2)

El espesor diastólico del septum interventricular se considera desde su borde derecho hasta su borde izquierdo sobre el origen del QRS, aunque esté algo más adelgazado por la contracción auricular, y el sistólico como el mayor espesor de la telesístole.

El espesor diastólico de la pared posterior se mide desde el endocardio hasta el borde anterior del epicardio, teniendo la precaución de realizar reducciones de la ganancia del equipo para lograr su correcta identificación y a nivel del origen del QRS. El sistólico de igual manera pero a la altura de su mayor espesor en la telesístole.

Ventrículo derecho

Los diámetros se miden igual que los del ventrículo izquierdo y en el mismo momento del ciclo cardíaco, es decir el diastólico sobre el comienzo del QRS y el sistólico en la telesístole. (Fig. N° 2)

Para considerar el espesor de la pared anterior del Ventrículo Derecho debe de contarse con un registro que permita identificar claramente ambos bordes, imagen que se logra con relativa facilidad desde el área subxifoidea

Válvula mitral

Todas las mediciones de la válvula mitral, altura D-E, pendiente E-F y otras, deben realizarse cuando se enfoquen simultáneamente ambas valvas de la mitral, teniendo precaución de que no se traten de cuerdas tendinosas. (Fig. N° 2)

Indicaciones prácticas

Todas las mediciones deben realizarse durante la espiración y, preferiblemente en va-

rios latidos, promediando los resultados cuando fueran distintos.

Es necesario considerar el origen real del QRS, para lo que se debe tratar de obtener una derivación electrocardiográfica que permita visualizar el inicio real del complejo y tomar debida nota de la misma si se quieren realizar trazados sucesivos que soporten una comparación valedera.

Es preferible no intentar realizar mediciones cuando el trazado es de mala calidad y no permita una buena definición de las estructuras.

VALIDEZ DE ESTAS RECOMENDACIONES

El desarrollo de la Ecocardiografía es asombroso y a diario surgen nuevos equipos con mayores posibilidades, por lo que es posible que estas recomendaciones deban ser ampliadas o quizás modificadas en un futuro muy próximo, para el mejor aprovechamiento del modo M y su combinación con los sistemas bidimensionales.

BIBLIOGRAFIA

1. Chang, S.: M-mode echocardiographic techniques and pattern recognition. Lea y Febiger, Philadelphia, 1976.
2. Cuesta Silva, M.; Boskis, P. F.; Lerman, J.; Binello, M. M.; Torino, A.; Scattini, M. C.; Boskis, B. y Perosio, A. M.: Ecocardiografía clínica. El Ateneo, Buenos Aires, 1977.
3. Esper, R. J.: Ecocardiografía. Folia Cardiol. 1: 7, 1975.
4. Esper, R. J.: Introducción a la Ecocardiografía. Stilcograf, Buenos Aires, 1977.
5. Esper, R. J.: Evaluación ecocardiográfica de la contractilidad miocárdica en sujetos sanos y bajo efectos de un B bloqueante. Medicina (Buenos Aires) 37: 243, 1977.
6. Esper, R. J.: Ecocardiografía. Rev. Asoc. Méd. Arg. 92: 19-24, 1979.
7. Esper, R. J. y Maodery, R. J.: Progresos en Auscultación y Fonomecanocardiografía. López Libros Editores, Buenos Aires, 1974.
8. Feigenbaum, H.: Echocardiography. Lea y Febiger, Philadelphia, 1976, 2ª Ed.
9. Goldberg, S. J.; Allen, H. D. y Sahn, D. J.: Pediatric y adolescent echocardiography. Year Book Medical Publishers Inc., Chicago, 1975.
10. Gramiak, R.: Echocardiography. Unirad Co. Denver, 1972.
11. Gramiak, R.; Fortuin, N. J.; King, D. L.; Popp, R. L. y Feigenbaum, H.: Optimal resources for ultrasonic examination of the heart. Amer. J. Cardiol. 35: 388, 1975.
12. Henry, W. L.; Clark, C. E. y Epstein, S. E.: Asymmetric septal hipertrophy (ASH). Echocardiographic identification of the pathognomic anatomic abnormality of IHSS. Circulation 47: 225, 1973.
13. McLoughlin, R. P. y Guastavino, G. N.: LUPAM, Localizador ultrasonoscópico para aplicaciones médicas. Rv. Asoc. Méd. Arg. 63: 421, 1949.
14. Moreyra, E.: Ecocardiografía. Tesis de Doctorado. U.N. Córdoba, 1968.
15. Popp, R. L. y Harrison, D. C.: Echocardiography. In: Weissler, A. M. (Ed). Noninvasive Cardiology. Grune y Stratton, New York, 1974, pag. 149.
16. Popp, R. L.: Echocardiographic assessment of cardiac disease. Circulation. 54: 538, 1976.
17. Powis, R. L.: A short course in diagnostic ultrasound for Metrix Inc. employées. Metrix Inc. Colorado, 1977.
18. Shah, P. M. y Gramiak, R.: Clinical usefulness of echocardiography. In: Yu P. N., Goodwin, J. F. (Ed): Progress in Cardiology-3. Lea y Febiger, Philadelphia, 1974, pag. 293.
19. Shah, D. J.; De María, A.; Kisslo, J. y Weyman, A.: Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. Circulation 58: 1072-1083, 1978.
20. Yuste, P.: Ecocardiografía. Interamericana, Madrid, 1975.