

## Acta Médica

Grupo Ángeles

Volumen **1**  
Volume

Número **4**  
Number




Octubre-Diciembre **2003**  
October-December

*Artículo:*




### Ecocardiografía: principios y aplicaciones

Derechos reservados, Copyright © 2003:  
Grupo Ángeles Servicios de Salud

**Otras secciones de  
este sitio:**

-  **Índice de este número**
-  **Más revistas**
-  **Búsqueda**

***Others sections in  
this web site:***

-  ***Contents of this number***
-  ***More journals***
-  ***Search***



**Medigraphic.com**



# Ecocardiografía: principios y aplicaciones

Josué Ariel Ángeles Valdés\*

## Resumen

El ecocardiograma es el estudio a través del cual se aplica ultrasonido al corazón para la obtención e interpretación de imágenes. Es el estudio más útil no invasivo de gabinete en la actualidad dadas sus características de inocuidad, factibilidad y reproducibilidad. Puede realizarse por vía transtorácica y transesofágica, tanto en reposo o con estimulación cardíaca. De acuerdo a variaciones en la codificación de su señal se pueden obtener las modalidades de modo M, bidimensional, tridimensional, Doppler pulsado, Doppler continuo, Doppler codificado en color y Doppler tisular. Sus indicaciones principales son la evaluación de soplos cardíacos aun los inorgánicos si no es posible excluir razonablemente enfermedad cardiovascular por otros métodos. También se indica para conocer el espesor de las paredes miocárdicas, la función ventricular izquierda, la masa cardíaca, la movilidad segmentaria del ventrículo izquierdo etc. Durante su realización es conveniente primero realizar la aproximación transtorácica, y seguir las recomendaciones que para la toma de los planos ortogonales dicta la Sociedad Americana de Ecocardiografía, las cuales se consiguen a través de diferentes "ventanas", las cuales también se sugiere sean tomadas de manera metódica y rutinaria.

**Palabras clave:** Ecocardiografía.

## Summary

Echocardiography is a procedure through which ultrasound is applied to the heart in order to obtain and interpret images. At present, it is the most useful non-invasive heart study because of its harmlessness, easiness and reproducibility characteristics. It can be performed through the transthoracic or transesophageal techniques on repose or through cardiac stimulation. According to variation in the signal code, images from M mode, B mode, 3-D, pulse Doppler, continuous Doppler and tissue Doppler can be obtained. The main indications are the heart murmur evaluations, even the inorganic ones, when it is not possible to exclude cardiovascular disease through other methods. Another indications are given by the measurements of the width of myocardium walls, left ventricular function, cardiac procedure, left ventricular segment motion, etc. During the procedure performance, it is convenient to first do the transthoracic approach and follow the American Society of Echocardiology guidelines to obtain the different orthogonal planes through different "windows", which have to be taken in a methodical and routine way.

**Key words:** Echocardiography.

La técnica por medio de la cual el ultrasonido se aplica al corazón para crear imágenes, es denominada ecocardiograma. Estas imágenes se interpretan y ayudan en el diagnóstico del paciente con enfermedades cardiovasculares.<sup>1</sup>

\* Cardiólogo Intervencionista. Hospital Ángeles del Pedregal. Miembro Afiliado del Consejo Mexicano de Cardiología. Certificado por El Consejo Mexicano de Cardiología.

### Correspondencia:

Dr. Josué Ángeles Valdés

Privada Cuauhtémoc No. 15 San Ángel. 01090 México, D.F.

Correo electrónico: drangeles@hotmail.com

Aceptado: 7-11-2003.

Dada la información que brinda la facilidad de su realización, y alta reproducibilidad, es el estudio paraclínico por excelencia del médico que sospecha una alteración estructural o funcional del corazón.<sup>2,3</sup>

Por su forma de realizarse se considera una técnica no invasiva o semiinvasiva, que no tiene efectos secundarios sobre las estructuras de estudio, de fácil realización, rápida interpretación y altamente reproducible, puede hacerse en forma repetida e incluso a la cabecera del enfermo como sucede frecuentemente en las unidades de terapia intensiva.<sup>4</sup>

Hay dos métodos de aproximación más frecuentemente usados. La primera por vía transtorácica no es invasiva, dado que únicamente se aplica un transductor a la piel del paciente. Para su obtención se aplica el transductor en el tórax en ciertas situaciones anatómicas conocidas como

“ventanas” que permitan penetrar al haz de ultrasonido hacia la profundidad de los tejidos, sobre todo tratando de librar las estructuras óseas. La segunda es por vía transesofágica, para realizarlo se debe introducir al esófago una sonda que lleva un transductor en la punta. Es semiinvasivo y requiere de preparación y sedación a pesar de lo cual es altamente seguro, incluso cuando se utiliza en niños.<sup>5</sup> Tiene como ventaja el hecho de que elimina las estructuras del tórax y la sonda penetra mucho más cerca de las cámaras cardiacas. Por esto brinda imágenes de mucho mayor calidad. Se reserva para casos en los que existe duda o bien se requiere complementar la información recogida a través del estudio derivado de la vía transtorácica.<sup>6</sup>

En la actualidad cada vez de manera más frecuente se utiliza en las salas de hemodinámica la aproximación intravascular, es invasiva,<sup>7</sup> y está fuera de los objetivos de este manuscrito.

El ecocardiograma puede realizarse en reposo o bien después de estimulación cardíaca con ejercicio, farmacológica o marcapaso y se denomina entonces ecocardiograma de estrés.<sup>8</sup>

Las modalidades técnicas con las que más frecuentemente cuenta la ecocardiografía son: Modo bidimensional ya sea con imagen fundamental o con segunda armónica, modo M, Doppler pulsado, Doppler continuo, Doppler codificado en color, Doppler tisular. Recientemente se han añadido la cuantificación acústica, ecocardiografía 3-D y el Doppler tisular (*Cuadro I*).

Estas modalidades son frecuentemente combinadas y registradas simultáneamente para obtener mayor información<sup>4,9-12</sup> (*Figuras 1, 2, 3, 4 y 5*).

Aunque de gran utilidad como es el caso de la cuantificación acústica que ayuda enormemente en la cuantificación de volúmenes ventriculares y cálculo de la fracción de expulsión, prácticamente en tiempo real, ésta no es frecuentemente aplicada más que en ocasiones especiales. Su principio se basa en la detección automatizada de los bordes endocárdicos, y para esto requiere imágenes que visualicen de manera óptima la interfase tejido-sangre<sup>12</sup> (*Figura 6*).

#### Cuadro I. Modalidades en ecocardiografía/Doppler.

Modo M  
Modo bidimensional  
Modo tridimensional  
Doppler pulsado  
Doppler continuo  
Doppler codificado en color  
Doppler tisular  
Cuantificación acústica (ABD)

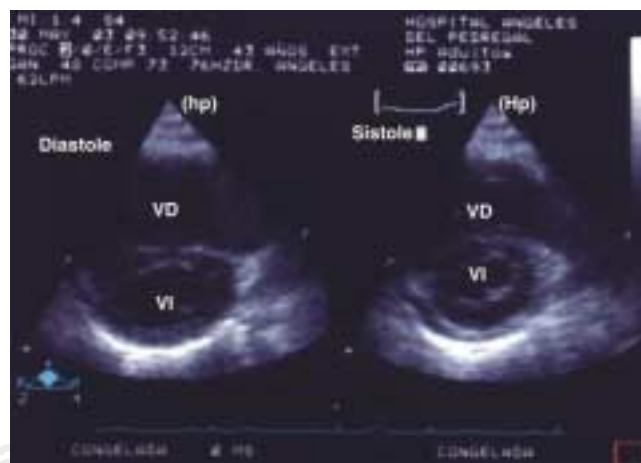
Las diferentes modalidades ecocardiográficas, así como el Doppler se obtienen con el mismo principio de enviar ondas de ultrasonido que rebotan en los tejidos y las cuales se procesan con variaciones en la codificación de la señal ultrasónica por los equipos ecocardiográficos.

Estas ondas de ultrasonido, se encuentran en el orden de los 20,000 hertz y por supuesto son superiores a las que tiene capacidad de registrar el oído humano.

Son enviadas a los tejidos desde un transductor a manera de haces, las que cuando penetran en los tejidos una



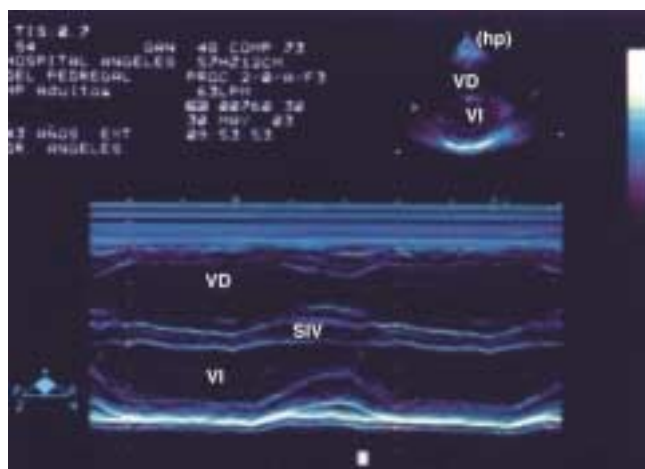
**Figura 1.** Imagen tomada por vía transtorácica, en reposo, en posición paraesternal, eje largo, que muestra al ventrículo derecho (VD) dilatado, y al ventrículo izquierdo (VI) comprimido por éste.



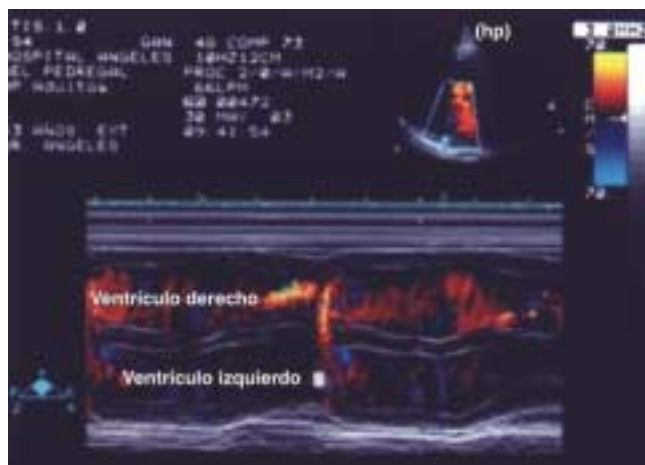
**Figura 2.** Ecocardiograma por vía transtorácica, tomado en reposo, en posición paraesternal, eje corto, que corresponde al mismo caso de la figura 1, y en el que se aprecia en la imagen diastólica la compresión diastólica del septum interventricular traducida por la pérdida de su forma circular.

parte se absorben (atenuaciones) y otras se reflejan (ecos). Para lograr imágenes bidimensionales deben procesarse en el equipo entre 3,000 a 5,000 pulsos de repetición/seg, la señal ultrasónica es cambiada a puntos, los cuales al presentarse uno tras otro adquieren dimensión, la cual es ca-

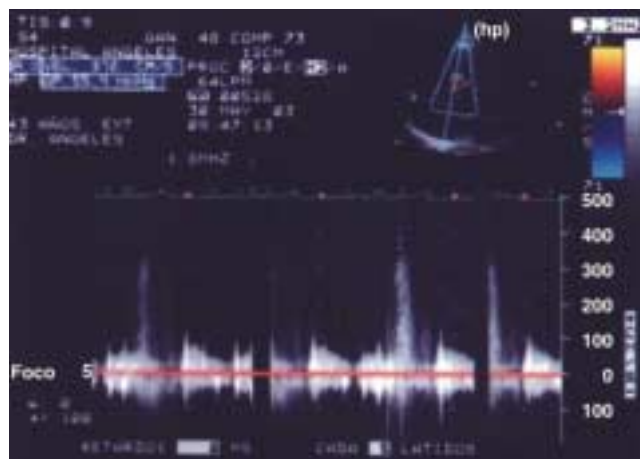
paz de registrarse. Para el modo M los equipos únicamente procesan 1,000 a 2,000 pulsos de repetición/seg y esta señal en lugar de codificarse en puntos se codifica como líneas que al correrse en el papel y con los movimientos en sentido anterior y posterior de la estructura en estudio da



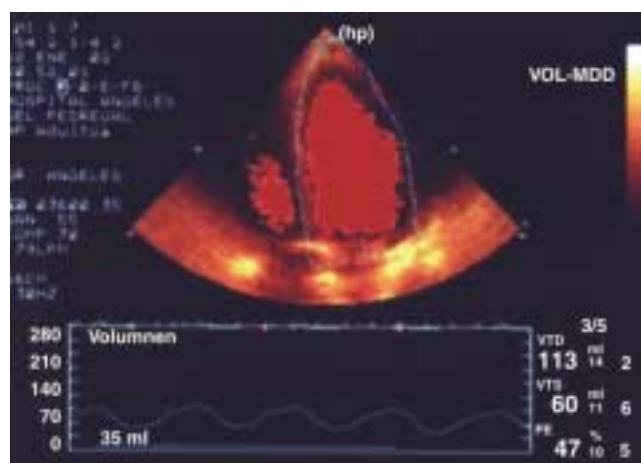
**Figura 3.** Ecocardiograma transtorácico en reposo del mismo caso anterior, en el que se visualiza claramente que al combinar el modo M con la imagen bidimensional, se pueden apreciar mucho mejor los fenómenos morfológicos con respecto a su tiempo de aparición y así podemos demostrar claramente la compresión que sobre el septum interventricular impone la dilatación del ventrículo derecho y que se traduce en un movimiento septal paradójico, es decir el septum interventricular tiene movimiento posterior durante la diástole y anterior durante la sístole.



**Figura 4.** El mismo caso de las *figuras 1, 2 y 3*. En el cual al modo bidimensional y al modo M le hemos agregado la modalidad de Doppler color, que muestra un mosaico de colores del lado correspondiente al ventrículo derecho durante la sístole.



**Figura 5.** Nuevamente el mismo caso. Modo bidimensional paraesternal, paraesternal eje largo. Al aplicar el Doppler continuo donde se apreció el mosaico de color en el modo M, se demuestra un jet sistólico que corresponde a una comunicación interventricular, en este caso con un gradiente máximo instantáneo de 55 mmHg.



**Figura 6.** Otro caso. Ecocardiograma transtorácico en reposo, en posición apical de cuatro cámaras, modo bidimensional con cuantificación acústica. Se aprecia la delimitación automática de los bordes endocárdicos, y el cálculo que por este método se realiza de los volúmenes ventriculares tanto en sístole como en diástole, prácticamente en tiempo real con el respectivo cálculo de la fracción de expulsión (FE).

su morfología característica.<sup>13</sup> Así el modo M nos ofrece una vista unidimensional donde la distancia es puesta contra el tiempo, esto permite situar los fenómenos cardiovasculares temporalmente mejor y permite por tanto realizar las mediciones de su duración con más precisión. La imagen bidimensional nos pone distancia contra distancia, lo que nos da oportunidad de recrear espacialmente la orientación del corazón.<sup>14</sup>

El ecocardiograma tridimensional gracias a una mejoría significativa en los principios de acústica y electromagnética nos permite reconstrucción de imágenes, incluso ya en tiempo real, lo que sin duda nos da una idea mucho más clara de la orientación espacial de las estructuras cardiovasculares.<sup>15</sup>

La obtención del Doppler se basa en referencia al fenómeno en el que, cualquier onda emitida en que tanto emisor y receptor estén en movimiento con respecto al otro, la banda de frecuencia resultante es directamente proporcional a la velocidad relativa entre el emisor y el receptor. Así, cuando la señal ultrasónica es emitida hacia las células sanguíneas en movimiento la onda reflejada tiene una frecuencia diferente a la transmitida, de tal manera que si el flujo se acerca al transductor la frecuencia de la onda reflejada será mayor que la transmitida y si el flujo se aleja, la frecuencia resultante es menor que la transmitida en la banda Doppler, la cual se expresa en Hertz.<sup>16</sup>

Gracias al uso del Doppler es posible determinar la dirección y la velocidad de los flujos sanguíneos dentro de las cámaras cardíacas, y por ende es posible la cuantificación de los flujos, presiones intracavitarias, determinación de cortocircuitos intracardíacos y la graduación de las lesiones estenóticas o regurgitantes.<sup>16</sup>

El Doppler al igual que el resto de las modalidades de la ecocardiografía, es mejor utilizado cuando se combina con imágenes bidimensionales, lo que permite dirigir el haz ultrasónico lo más paralelo posible a la estructura de estudio (aunque en ocasiones ésta y el flujo no están en el mismo plano), de esta manera se consigue lograr el máximo vector de velocidad, el cual tiene variaciones mínimas mientras el ángulo entre el haz de ultrasonido y el flujo no sea mayor a 20 grados, una vez más allá de éste la velocidad del flujo se subestima de manera importante.<sup>16</sup>

Recientemente y gracias a los avances tecnológicos ha sido posible introducir el Doppler tisular, técnica prometedora para evaluar de manera más apropiada la movilidad y acortamiento de los tejidos en base a sus velocidades de desplazamiento.<sup>17,18</sup>

Se consideran indicaciones para solicitar un ecocardiograma:

#### 1. Evaluación de soplos cardíacos en caso de:

- a) Pacientes sintomáticos portadores de un soplo cardíaco.

- b) Pacientes en los que a pesar de estar asintomáticos la auscultación u otros métodos sugieran organicidad.
- c) Cuando haya duda si un soplo es funcional o inorgánico, aun en aquellos que tengan baja probabilidad de ser portadores de cardiopatía, pero en los cuales el diagnóstico de enfermedad cardiovascular no pueda ser razonablemente excluida por las formas convencionales.

2. Cuando sea necesario recabar información anatómica como el espesor y movilidad de las paredes miocárdicas en especial del ventrículo izquierdo o derecho, la masa cardíaca o funcional como la fracción de eyección del ventrículo izquierdo o el patrón de Doppler de las venas pulmonares o la válvula mitral. Informaciones que frecuentemente se requieren en el contexto de la enfermedad isquémica e hipertensiva del corazón.
3. Enfermedad valvular donde ayuda a definir la lesión primaria, su etiología y su severidad. Define la hemodinámica (estenosis, regurgitación o ambas) y su repercusión. Detecta anomalías coexistentes.
4. Detección de masas o tumores intracavitarios en especial el estudio con aproximación transesofágica, con el cual se pueden apreciar estructuras como la orejuela izquierda, la que prácticamente no es posible observar desde la aproximación transtorácica.
5. Cortocircuitos intracavitarios frecuentes en caso de cardiopatía congénita pero en ocasiones adquiridos, como en el caso de ruptura miocárdica después de un infarto del miocardio. Ayuda a definir el tipo y situación anatómica del defecto, así como a cuantificar el grado y su repercusión hemodinámica.
6. Derrame pericárdico donde con facilidad corrobora su presencia, y permite su cuantificación, así como repercusión hemodinámica.
7. Enfermedades de los grandes vasos como aneurismas de senos de Valsalva.
8. Aún incluso para detectar problemas de la aorta ascendente como la presencia de aneurismas.
9. Disección aórtica o ruptura donde el ecocardiograma, en especial el transesofágico, ha mostrado ser sumamente útil, sobre todo en aquellos pacientes que no pueden ser movilizados a salas de resonancia magnética nuclear por encontrarse inestables hemodinámicamente<sup>19</sup> (Cuadro II).

En todos los casos es importante hacer notar que un estudio de ecocardiografía no sólo nos ayudará a definir una lesión, sino más allá nos dará un punto de referencia para evaluaciones ulteriores y poder así dar seguimiento a los estados evolutivos de determinadas condiciones, en especial después de intervenciones terapéuticas médicas o quirúrgicas.<sup>19</sup>



**Cuadro II.** Indicaciones para solicitar un ecocardiograma.

1. Evaluación de soplos cardíacos.
  - a) Pacientes sintomáticos.
  - b) Pacientes asintomáticos en quienes se sospeche organicidad.
  - c) No se pueda por otros métodos precisarse si es soplo funcional o inorgánico.
2. Procesos en los que se requiera recabar información anatómica como espesor y movilidad de las paredes, masa cardíaca o funcional como la fracción de eyección del ventrículo izquierdo o el patrón Doppler de las venas pulmonares y válvula mitral.
3. Enfermedad valvular.
4. Masas o tumores intracavitarios.
5. Cortocircuitos intracavitarios.
6. Derrame pericárdico, sospecha cuantificación y repercusión.
7. Enfermedades de grandes vasos: aneurismas senos valsalva o aorta ascendente.
8. Disección o ruptura aórtica

Cuando se indica un ecocardiograma, es aconsejable realizar de primera intención un ecocardiograma transtorácico en reposo; y sólo en caso de duda realizar una aproximación transesofágica o con algún tipo de estimulación.

Durante el estudio es conveniente seguir las recomendaciones en la obtención de los tres planos ortogonales sugeridos por la Sociedad Americana de Ecocardiografía a saber eje largo (del arco aórtico hacia el ápex), eje corto (perpendicular al eje largo), y cuatro cámaras (atraviesa ambas aurículas y ambos ventrículos a través de las válvulas auriculo-ventriculares). Estos planos se pueden visualizar utilizando cuatro "ventanas" por las cuales aplicar el transductor que son: la paraesternal, apical, supraesternal y subcostal.

Estas ventanas en ocasiones no siempre brindan una óptima visualización, sobre todo cuando se trata de pacientes obesos o enfisematosos, o bien aquellos que se encuentran intubados o con heridas en el tórax.

Durante la realización del ecocardiograma en los adultos habitualmente conseguimos la toma de estas ventanas en forma metódica, mediante una rutina en la cual iniciamos nuestras tomas por las imágenes paraesternales, y continuamos con las apicales, subxifoideas y supraesternales.<sup>20-22</sup>

**REFERENCIAS**

1. Vargas-Barrón J. *Ecocardiografía de modo M, bidimensional y Doppler*. México. Salvat Mexicana de Ediciones, 1985: 3.
2. Krumholz HM, Douglas PS, Goldman L, Waksmonski C. Clinical utility of transthoracic two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24(1): 125-131.
3. Tam JW, Nichol J, MacDiarmid AL, Lazarow N, Wolfe K. What Is the Real Clinical Utility of Echocardiography? A Prospective Observational Study. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 689-697.
4. Ángeles-Valdés J, Castañón-González A, Bucay-Chouchleb M, Miranda-Ruiz Rogelio, Gómez-Velázquez AG. Utilidad de ecocardiografía en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Inten* 1993; 7(5): 172-177.
5. Stevenson JG. Incidence of Complications in Pediatric Transesophageal Echocardiography: Experience in 1,650 Cases. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 527-532.
6. Ángeles-Valdés J, Bucay-Chouchleb M, Castañón-González A, Fuentes-Pintado E. Ecocardiografía transesofágica en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Inten* 1993; 7(2): 70-73.
7. Lopez-Palop R, Botas J, Elizaga J, Garcia E, Ramon RJ, Soriano J, Abeytua M, Fuentes ME, Perez DE, Delcan JL. Feasibility and safety of intracoronary ultrasound. Experience of a single center. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52(6): 415-421.
8. Attenhofer JCH, Jenni R. Stress echocardiography-principles, methodology, results and indications. *Ther Umsch* 1997; 54(12): 698-710.
9. Moran CM, McDicken WN, Hoskins PR, Fish PJ. Developments in cardiovascular ultrasound. Part 3: Cardiac applications. *Med Biol Eng Comput* 1998; 36(5): 529-543.
10. Mele D. Echocardiography with tissue harmonic imaging: basic principles. *Cardiologia* 1999; 44(5): 455-458.
11. Kisslo J, Firek B, Ota T, Kang DH, Fleishman CE, Stetten G et al. Real-time Volumetric Echo: The Technology and the Possibilities. *Echocardiography* 2000; 17: 773-779.
12. Spencer KT, Bednarz J, Mor-Avi V, DeCara J, Lang RM. Automated endocardial border detection and evaluation of left ventricular function from contrast-enhanced images using modified acoustic quantification. *J Am Soc Echocardiogr* 2002; 15: 777-781.
13. Ortiz J. Echocardiography-Part I: Basic principles. *Arq Bras Cardiol* 1979; 33(2): 145-151.
14. Kisslo J. Comparison of M-mode and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1979; 60(4): 734-736.
15. Daniel FL, Brad M, Bolson EL, Kraft C, Martin RW, Otto CM, Sheehan FH. Quantitative three-dimensional echocardiography by rapid imaging from multiple transthoracic windows: *in vitro* validation and initial *in vivo* studies. *J Am Soc Echocardiogr* by rapid imaging from multiple transthoracic windows: *in vitro* validation and initial *in vivo* studies. *J Am Soc Echocardiogr* 1997; 10: 830-839.
16. Nishimura RA, Miller FA Jr, Callahan MJ, Benassi RC, Seward JB, Tajik AJ. Doppler echocardiography: theory, instrumentation, technique, and application. *Mayo Clin Proc* 1985; 60(5): 321-343.
17. Veyrat C, Pellerin D, Larrazet F. Myocardial Doppler tissue imaging: past, present and future. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1997; 90(10): 1391-1402.
18. Sutherland RG, Bijmens B, McDicken WN. Tissue Doppler Echocardiography: Historical Perspective and Technological Considerations. *Echocardiography* 1999; 16(5): 445-453.
19. Cheilin MD, Armstrong WE, Aurigemma GP, Beller GA, Bierman FZ, Davis JL et al. ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). 2003. American College of Cardiology Web Site. Available at: [www.acc.org/clinical/guidelines/echo/index.pdf](http://www.acc.org/clinical/guidelines/echo/index.pdf).
20. DeMaria AN, Bommer W, Joye JA, Mason DT. Cross-sectional echocardiography: physical principles, anatomic planes, limitations and pitfalls. *Am J Cardiol* 1980 18; 46(7): 1097-1108.
21. Tajik AJ, Seward JB, Hagler DJ, Mair DD, Lie JT. Two-dimensional real-time ultrasonic imaging of the heart and great vessels. Technique, image orientation, structure identification and validation. *Mayo Clin Proc* 1978; 53(5): 271-303.
22. Ángeles VI. Ecocardiografía. Bases de su interpretación. En: Cárdenas Cejudo A. Editor. *Temas selectos de medicina interna*. México, D.F. Ed. El Manual Moderno., 2003: 59-64.