

Ecocardiografía transesofágica multiplana: técnica, metodología y aplicaciones

M. A. GARCIA FERNANDEZ, G. M. TIZON VAZQUEZ, M. MORENO, R. CARDENAS,
D. SAN ROMAN, E. TORRECILLA, J. L. DELCAN

Laboratorio de Ecocardiografía, Departamento de Cardiología, Hospital General Universitario "Gregorio Marañón", Madrid, España

Trabajo recibido para su publicación: 12/94 Aceptado: 10/95

Dirección para separatas: M. A. García Fernández, M.D. Laboratorio de Ecocardiografía, Departamento de Cardiología, Hospital General Universitario "Gregorio Marañón", calle Doctor Esquerdo 46, PB, 28007 Madrid, España

Antecedentes

El objetivo de este estudio fue analizar la experiencia con ecocardiografía transesofágica multiplana, describir su metodología, técnica, aplicaciones, análisis del costo-beneficio y utilidad, comparando con las técnicas monoplanea y biplanea.

Material y método

Se analizan los primeros 1.000 ecocardiogramas transesofágicos realizados con sonda multiplana en enfermos hospitalizados o ambulatorios, la mayoría con patología de válvulas nativas, o con prótesis valvulares, para buscar una fuente embolígena. Se describen las complicaciones, ventajas y desventajas de la utilización de este tipo de sonda.

Resultados

La sonda multiplana proporciona una mejor capacidad diagnóstica al permitir el análisis de estructuras que difícilmente se estudian con la monoplanea o biplanea. Ello mejora el estudio del tracto de salida del ventrículo izquierdo y de la raíz de la aorta y permite valorar la insuficiencia mitral en válvula nativa o protésica y el análisis segmentario de ambos ventrículos. La ventaja principal de la técnica multiplana es la obtención de cortes específicos del corazón y la transición entre los diferentes planos de manera continua, así como la obtención de distintas secciones que hacen poco necesaria la movilidad de la cabeza de la sonda, con un confort mayor para el paciente. A pesar del tamaño mayor del transductor no se han registrado dificultades, salvo el alto costo del equipamiento (en relación al mono y biplano) y el esfuerzo mayor en la formación y entrenamiento del ecocardiografista.

Conclusiones

Esta innovación proporciona una mejoría en la capacidad diagnóstica del método, manteniendo sin embargo un nivel de complicaciones bajo. REV ARGENT CARDIOL 1996; 64 (4): 345-353.

Palabras clave Ecocardiografía transesofágica multiplana - Transductor - Válvula nativa - Fuente embolígena

La ecocardiografía transesofágica permite estudiar el corazón y los grandes vasos desde el esófago. La alta calidad de la imagen de las estructuras cardiovasculares proporciona en ocasiones una información única en el análisis de la patología cardíaca. Su uso se incrementó debido a que puede realizarse prácticamente en todos los casos, por la tolerancia de los pacientes, la escasez de complicaciones y la alta calidad de la información obtenida.

Side y Goslin, del Guy Hospital de Londres, (1) introducen una sonda de Doppler por el esófago por primera vez para estudiar flujos intravasculares y concretamente el flujo de la aorta descendente. El primer transductor transesofágico bidimensional lo desarrolló Matsuzaki (2) en Japón, quien diseñó una sonda transesofágica con un cristal único que rota a alta velocidad en el extremo distal de un gastroscopio. El desarrollo de la electrónica permitió sumar a

la técnica transesofágica el Doppler pulsado, el continuo, el color, transductores de alta frecuencia (7,0 Mhz) y transductores multifrecuencia.

Inicialmente las sondas de ecocardiografía transe-sofágica incorporaban sectores de corte en una sola dirección del espacio (monoplanas); posteriormente se diseñaron las biplanas y recientemente las multiplanas, que por un procedimiento electrónico o mecánico permiten rotar el haz de corte en un arco de 180°, a lo largo del eje de los ultrasonidos.

Presentamos la experiencia del Laboratorio de Ecocardiografía del Hospital General Universitario "Gregorio Marañón" con la técnica multiplana, estableciendo las ventajas e inconvenientes de la misma en comparación con la técnica monoplanea y la biplana.

MATERIAL Y METODO

Técnica multiplana

La ecocardiografía monoplanea (3-6) se basa en la emisión ultrasónica de un solo plano de sección, habitualmente horizontal, que permite cortes de planos de eje corto y cuatro cámaras. La movilización de la sonda con giros de la misma o retroflexiones-anteflexiones y lateralizaciones permite aumentar las distintas secciones de estudio del corazón. Existen dos diseños de sonda biplana: la matricial, que obtiene dos secciones de corte con planos ortogonales y la biplana, con cristales independientes, que proporciona dos planos perpendiculares de sección no ortogonales, la que por facilidad de diseño es la más empleada.

La sonda multiplana ha recibido diferentes nombres, como varioplana, omniplana y multiplana, siendo ésta la acepción más utilizada. En ella el giro del transductor Pashed-Array, situado en la

cabeza de la sonda, permite obtener infinitos planos de sección (Figura 1) de manera continua y sin transición entre las secciones transversas y longitudinales. (7-10) Esta continuidad en el estudio facilita la obtención de las diferentes áreas de sección, evitando la manipulación con los controles externos, lo que se traduce en un confort mayor para el paciente. La cabeza de la sonda (Figura 2) presenta un tamaño superior al de la sonda monoplanea y biplana (11,9 mm x 16 mm x 12 mm). Su diseño trapezoidal, más ergonómico, facilita la introducción en el esófago. El sector ecocardiográfico se desplaza por medio de un motor eléctrico que se controla con un interruptor instalado en el mando de la sonda. En la pantalla, el ecocardiógrafo registra continuamente un esquema que indica en qué sector entre los 0 y 180 grados está en cada sección continua de corte.

Método

El protocolo seguido en el estudio con sonda transesofágica multiplana es similar al de la técnica monoplanea o biplana:

1. Antes de iniciar el estudio es importante excluir enfermedades del esófago. Una explicación detallada de la prueba y de las razones de su indicación es esencial para obtener una colaboración correcta del paciente.

2. El paciente debe permanecer cuatro horas en ayunas antes de la exploración para evitar la aspiración del contenido gástrico.

3. Para reducir al máximo las molestias se utiliza un anestésico faríngeo de uso tópico.

4. Sedación ligera con diazepam sublingual 5 mg.

5. En un 0,2% de los casos la tolerancia a la prueba no es buena y es aconsejable la sedación intramuscular con midazolam hasta 10 mg, sobre todo en pacientes jóvenes, en los que se prevé que deberá repetirse la exploración.

6. Colocación de guardabocados que evite lesiones de la sonda.

7. Un aspecto ampliamente debatido es la necesidad de establecer profilaxis antibiótica para la en-

SONDA OMNIPLANA

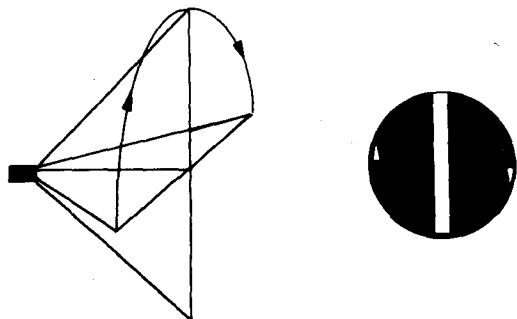


Fig. 1. Sonda omniplana. El giro del transductor Pashed-Array, situado en la cabeza de la sonda, permite obtener infinitos planos de sección de manera continua y sin transición entre las secciones transversales y longitudinales.



Fig. 2. Cabeza de sonda omniplana.

docarditis infecciosa. Existen trabajos discordantes y actualmente se considera que el riesgo de bacteriemia es prácticamente nulo.

8. Intubación del paciente.

Con el paciente en decúbito lateral izquierdo y la cabeza en máxima extensión (en cerca de un 90% de los casos) se introduce la cabeza de la sonda en la cavidad bucal y se la hace progresar, indicándole al paciente que efectúe movimientos de deglución.

Seward publica que con la sonda multiplana es preciso realizar intubación digital en la mayoría de los casos, en tanto que con la sonda monoplanea o biplana la técnica digital la realiza en el 60% de los casos. Nuestra experiencia es la opuesta y no hemos encontrado grandes dificultades en la intubación no digital de esta sonda, con las monoplaneas o biplaneas.

El porcentaje de casos en que la intubación no es posible (1,6%) no es estadísticamente diferente de los casos en que se utilizan sondas monoplaneas o biplaneas.

La duración media del estudio es de 10 a 15 minutos, similar a la de las técnicas estándar.

RESULTADOS

Planos de estudio

Los diferentes planos se obtienen mediante:

A) Avance y retroceso de la sonda a diferentes niveles de corte esofágico.

B) Rotación global de la sonda en sentido horario o antihorario.

C) Anteflexión o retroflexión de la cabeza de la sonda.

D) Desplazamiento lateral externo o interno de la cabeza de la sonda.

E) Rotación del plano de corte entre 0 y 180 grados mediante un sistema electrónico situado en el mando del aparato.

Habitualmente con la sonda multiplana los movimientos básicos que nos permiten modificar los planos de corte son el A, B y E. Las maniobras de flexión y lateralización son menos empleadas. La

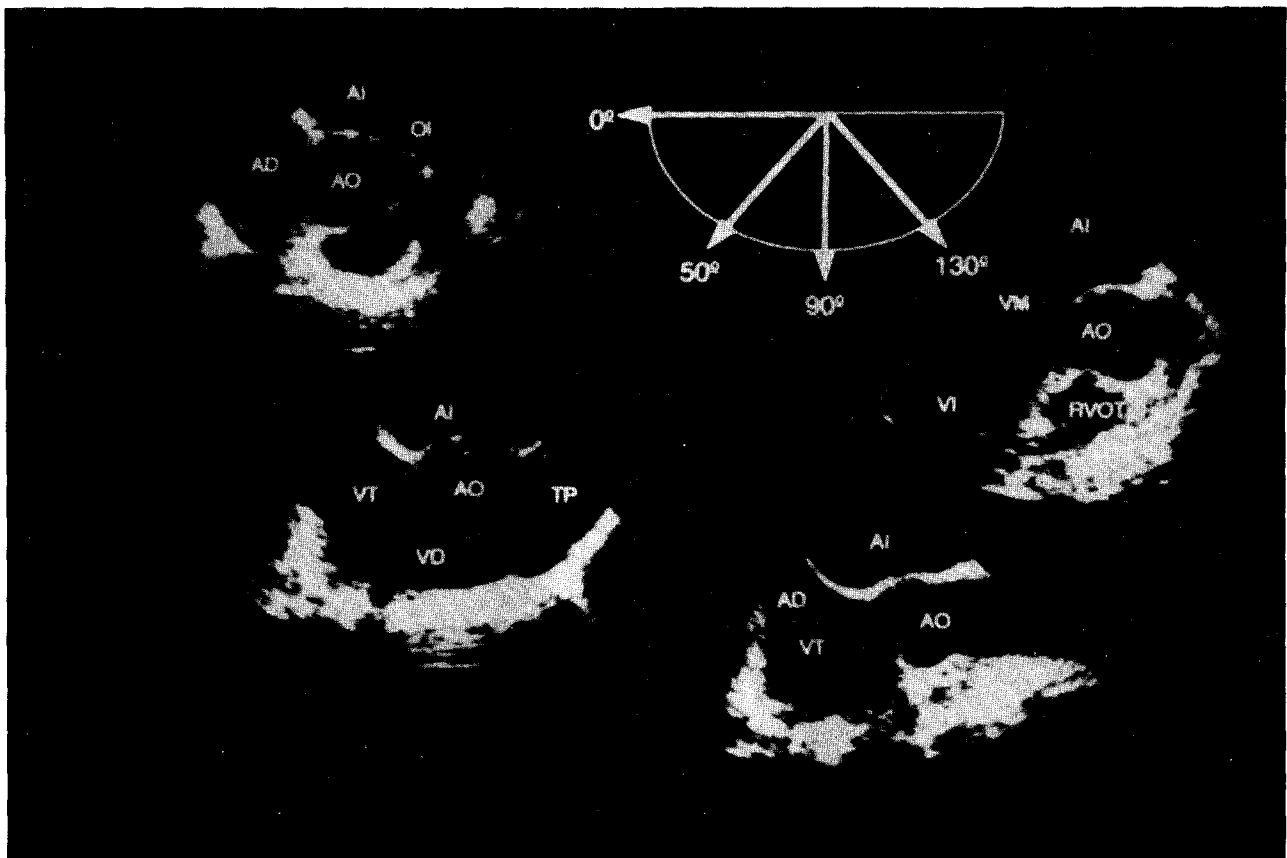


Fig. 3. A) Sección a 0° de aorta. Se identifica el corte que permite visualizar la orejuela izquierda. B) Sección a 30° que permite analizar la válvula tricúspide y tracto de entrada derecho. C) Sección a 77°. Con esta sección se analiza el tracto de salida del ventrículo derecho. Válvula pulmonar (p) y tronco pulmonar (Tp). D) Sección a 125°. Las secciones oblicuas entre 110° y 140° permiten obtener una perfecta alineación del tracto de salida del ventrículo izquierdo. AD: aurícula derecha. AI: aurícula izquierda. VD: ventrículo derecho. VT: válvula tricúspide. VM: válvula mitral.

orientación de las imágenes sigue la misma metodología y sistemática que los planos con sondas monoplanares y biplanares. (11) Existen discrepancias importantes en la literatura y Seeward (12) propone representar las imágenes con la misma orientación espacial del eco transtorácico y por tanto invertir la representación del sector espacial de corte.

La descripción de los múltiples planos de corte obtenidos con la técnica multiplana es compleja, dada la gran cantidad de posibilidades. Para la sistematización de los mismos partimos de la obtención del plano de referencia 0° , similar al obtenido con la técnica monoplanea o biplanea. A partir de este punto de referencia se describe la familia de planos que se genera en la modificación del ángulo de corte entre 0° y 180° .

Planos de corte a partir del plano de eje corto de raíz aórtica (Figura 3)

La cabeza de la sonda avanza hasta el esófago medio (30 cm) tratando de obtener a 0° el plano transversal a la altura de los grandes vasos, oblicuo a las sigmoideas aórticas; desde este punto la modifica-

ción a 30° - 45° permite realizar un corte transversal a las sigmoideas aórticas. En la zona más posterior y desarrollándose hacia la aurícula derecha se ven las cámaras de entrada y salida del ventrículo derecho y el tronco de la arteria pulmonar.

El corte a 90° proporciona una sección oblicua al eje mayor del corazón y siguiendo el eje mayor de la raíz aórtica permitirá obtener un plano de corte adecuado de la misma. Por último, el desplazamiento del sector a 130° - 140° alinea el haz de corte al eje largo del ventrículo izquierdo, poniendo de manifiesto las características del tracto de salida del ventrículo izquierdo.

Planos de corte en cuatro cámaras (Figura 4)

A partir de las secciones anteriores, y volviendo el haz a 0° , obtendremos el plano básico de cuatro cámaras. Para esto introducimos muy ligeramente la sonda, con una leve retroflexión de la cabeza de la misma. La movilización del ángulo de sección permite obtener múltiples planos de corte siguiendo el eje mayor del ventrículo izquierdo. De este modo, a 90° se obtiene el plano de dos cámaras, que permite

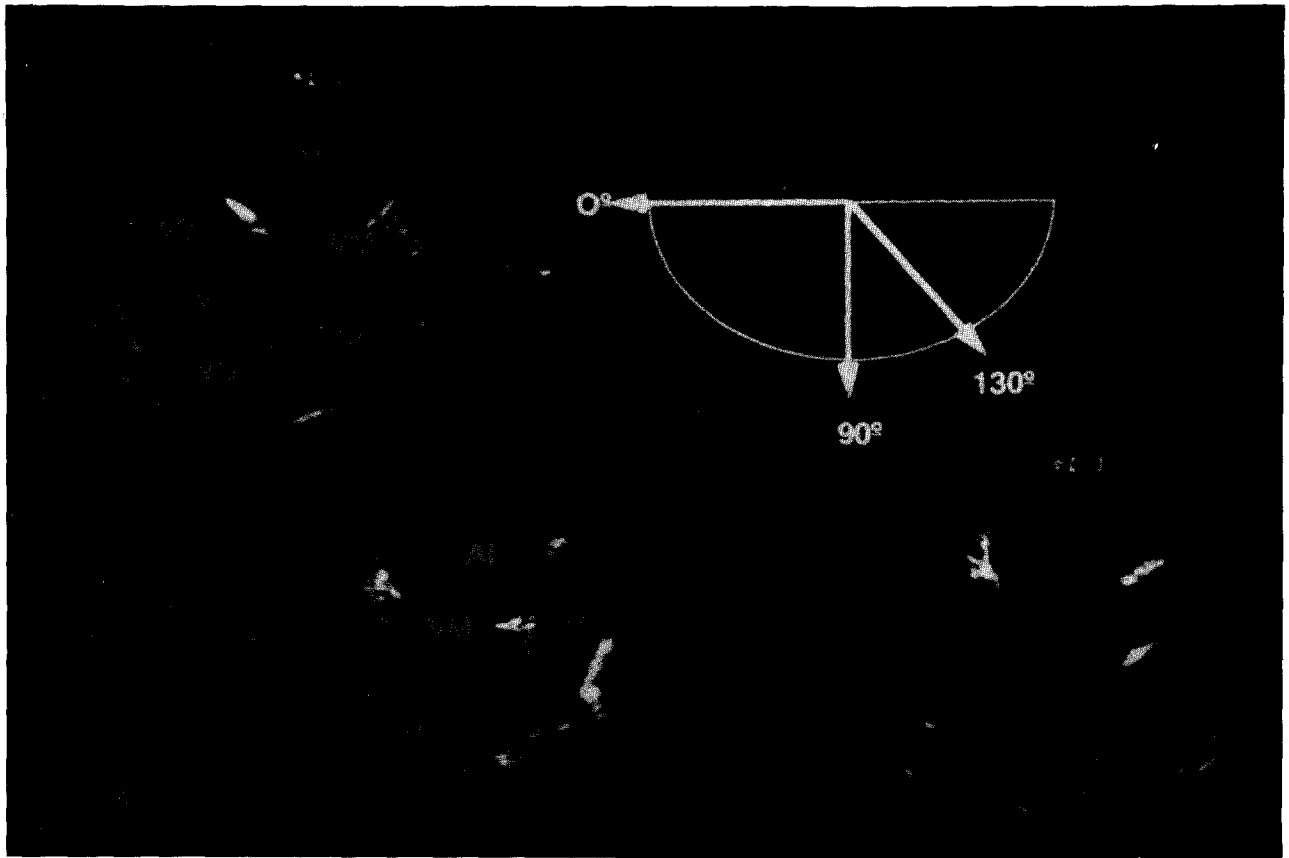


Fig. 4. La modificación continua de la sección de corte desde un plano de cuatro cámaras (0°) a su sección especular (180°). La transición continua del plano de corte permite establecer una interrelación anatómica de las estructuras cardíacas. AD: aurícula derecha. AI: aurícula izquierda. VD: ventrículo derecho. VI: ventrículo izquierdo. VM: válvula mitral.

analizar la cara anterior e inferior del ventrículo izquierdo, así como la orejuela izquierda. El desplazamiento del haz a 130°-140° muestra el plano de tres cámaras, consiguiendo una perfecta alineación con el tracto de salida del ventrículo izquierdo y aorta. El desplazamiento a 180° efectúa una sección espejular del plano de cuatro cámaras obtenido a 0°.

Planos de corte a partir del eje mayor de aurícula derecha (Figura 5)

Situando el ángulo de orientación a 90°, con la cabeza de la sonda a 30-35 cm en el interior del esófago, rotamos la totalidad de la sonda hacia la derecha, tratando de obtener el plano básico de corte definido por la desembocadura de ambas cavas en la aurícula derecha, registrándose el septum interauricular y la aurícula izquierda. Desde aquí la sucesión de planos va a permitir obtener secciones sagitales de corte ligeramente oblicuas al eje mayor del ventrículo izquierdo. La obtención de la misma se lleva a cabo manteniendo el ángulo de orientación a 90° y rotando la totalidad de la sonda progresivamente hacia la izquierda, obteniendo sucesivas secciones longitudinales. Un primer paso será la obtención de un plano longitudinal de aorta descendente.

Un giro más importante hacia la izquierda permite analizar el tracto de salida del ventrículo derecho y el tronco pulmonar. Por último, con desplazamientos más importantes de la sonda hacia la izquierda, seccionamos longitudinalmente un plano de dos cámaras del ventrículo izquierdo.

Planos de corte transgástricos a partir del corte transversal del ventrículo izquierdo (Figura 6)

Con el ángulo a 0° se introduce la sonda en la cavidad gástrica. Una anteflexión de la misma permite un plano transversal del ventrículo izquierdo. El desplazamiento entre 60° y 100° analiza un plano de dos cámaras, registrando en una situación anterior la pared inferior del ventrículo izquierdo y en una situación posterior la cara anterior del mismo. El desplazamiento del ángulo a 130°-140° permite alinear el tracto de salida del ventrículo izquierdo y la raíz aórtica.

Planos de aorta torácica

Situando el transductor en la parte media del esófago, con el sector a 0°, se rota toda la sonda a 180° para detectar el corte transversal de aorta torácica. La introducción o extracción de la sonda permite se-

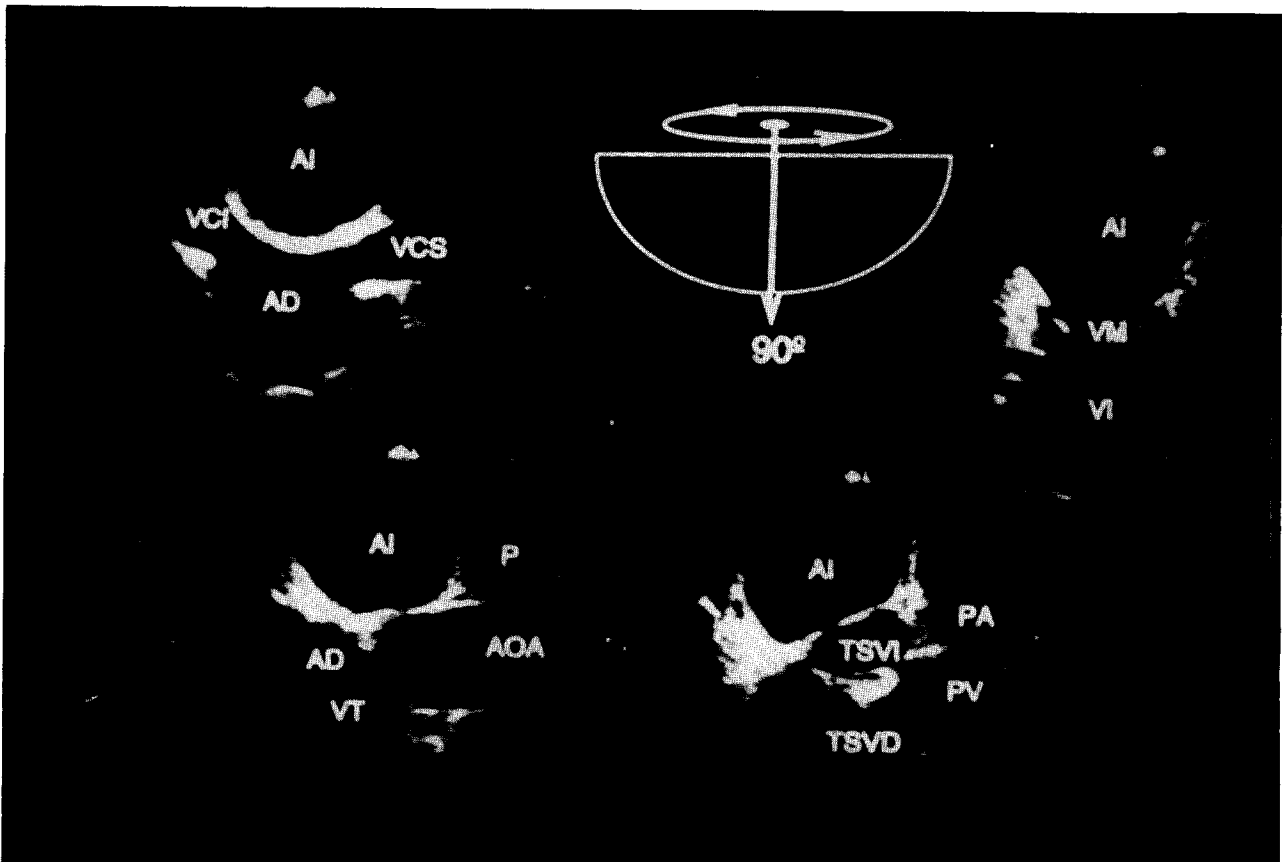


Fig. 5. Planos de corte a partir del eje mayor de aurícula derecha.

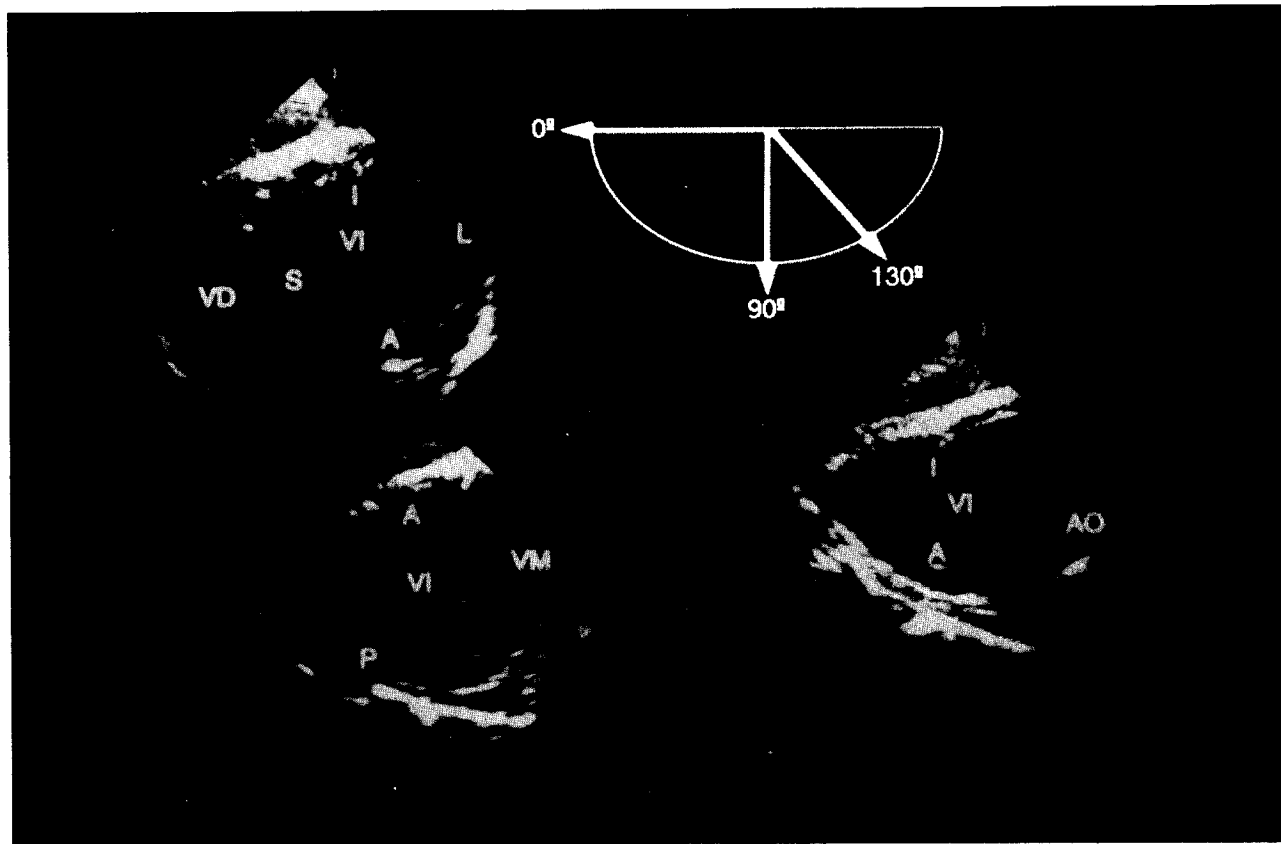


Fig. 6. Planos de corte transgástricos. El desplazamiento de la sonda desde 0° a 140° permite analizar un plano transversal (A), un plano de dos cámaras (B), el tracto de salida del ventrículo izquierdo y la raíz aórtica (C). A: anterior. P: posterior. VI: ventrículo izquierdo. VM: válvula mitral. AO: aorta. VD: ventrículo derecho.

guir las características anatómicas en cortes transversales de la misma. El movimiento del ángulo de corte a 90° pondrá de manifiesto secciones longitudinales de la misma.

APLICACION BASICA GENERAL

La ecocardiografía transesofágica multiplana tiene indicaciones similares a las de la ecocardiografía transesofágica.

A) Visualización del tracto de salida del ventrículo izquierdo (Figura 7)

Un aporte básico de la técnica multiplana es la obtención de planos longitudinales del tracto de salida del ventrículo izquierdo, a partir de cuatro cámaras con desplazamientos del haz de 130° - 140° . Las imágenes obtenidas permiten caracterizar el tracto de salida del ventrículo izquierdo de manera óptima, sin comparación con las técnicas transesofágicas biplana y monoplane. La posibilidad de adaptarse a la anatomía, con pequeñas variaciones del sector de corte, hace que prácticamente en la totalidad de los casos se obtengan imágenes adecuadas.

Esta visión puede ser básica en el estudio del tracto de salida del ventrículo izquierdo. Teniendo en cuenta que gran parte de la teoría de cuantificación de la insuficiencia aórtica se basa en obtener una adecuada definición del chorro en su origen, y su com-

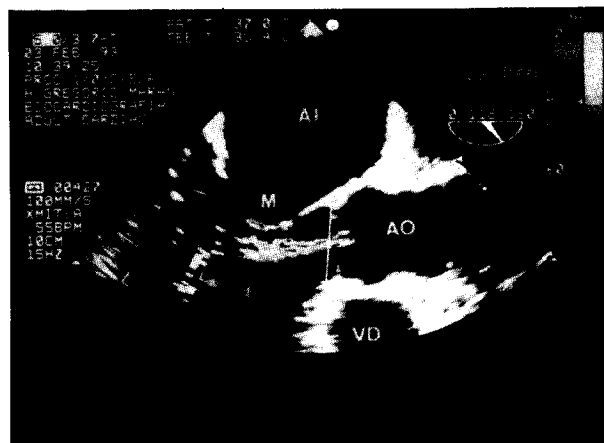


Fig. 7. Una de las aplicaciones básicas de la técnica multiplana con análisis del tracto de salida del ventrículo izquierdo con los planos oblicuos. La alineación perfecta de la anatomía nos permite estudiar con gran precisión los chorros de regurgitación.



Fig. 8. Visualización de corte transversal de sigmoideas aórticas.

paración con el tracto de salida del ventrículo izquierdo, se comprenden las ventajas que la técnica multiplana debe aportar en este sentido. Igualmente, la valoración de las regurgitaciones protésicas, (13, 14) endocarditis aórtica y obstrucciones del tracto de salida del ventrículo izquierdo se verá incrementada por la utilización de este plano de corte.

B) Visualización de cortes transversales de sigmoideas aórticas

Desde el plano de corte del eje corto de la raíz aórtica, y realizando angulaciones del haz a 30°-40°, se registran correctamente las sigmoideas aórticas transversalmente y se define el área valvular aórtica (Figura 8). Las imágenes obtenidas de las características de las sigmoideas aórticas en el movimiento de apertura son muy superiores a las obtenidas con las técnicas monoplana o biplana. Uno de los trabajos de Hoffmann confirma que fue posible la planimetría del área valvular aórtica en el 93% de 41 pacientes consecutivos con estenosis aórtica. (15) La correlación entre las áreas calculadas con eco transesofágico multiplano y *dorling* fue excelente ($R = 0,95$). La estenosis aórtica severa con área valvular inferior a 0,75 cm² se predecía con eco transesofágico multiplano y esta incidencia tiene una sensibilidad del 97% y una especificidad del 88%.

C) Valoración de la regurgitación mitral

Gran parte de la teoría de la cuantificación de las regurgitaciones mitrales con Doppler color se basa en la definición del área del chorro de color. La faci-

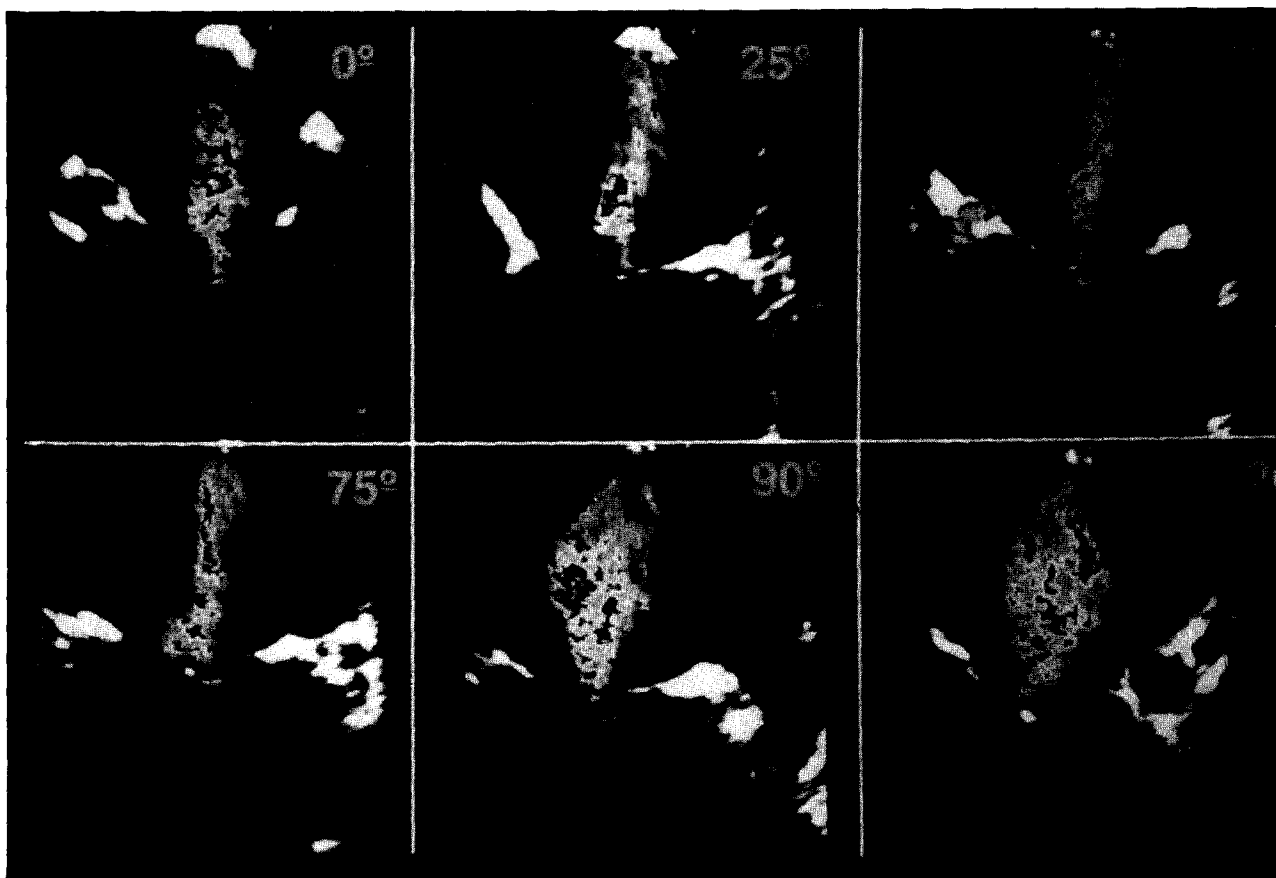


Fig. 9. Plano de cuatro cámaras transesofágicas durante la sístole. La facilidad de modificar el nivel de sección permite buscar el área máxima de regurgitación.

alidad de modificar el nivel de sección permite buscar el área máxima de regurgitación (Figura 9). En este sentido, nuestro grupo ha comprobado que con la técnica multiplanar es posible registrar un área de color del chorro de regurgitación superior a la de los procedimientos estándar. En un 13% de nuestros casos el área de cuantificación del chorro de Doppler color de regurgitación mitral hizo cambiar la cuantificación en un grado de severidad. Básicamente los errores se producían en presencia del chorro excéntrico con direcciones anormales y cuya área de sección máxima se producía fuera de los planos de sección horizontales o sagitales.

D) Valoración de la insuficiencia protésica mitral

La facilidad de la técnica multiplanar en la búsqueda de regurgitaciones patológicas hace que el método sea superior a la valoración de la insuficiencia mitral secundaria a disfunción protésica mitral (16-18) (Figura 10). Así, en una serie de nuestro grupo, sobre 18 regurgitaciones patológicas protésicas

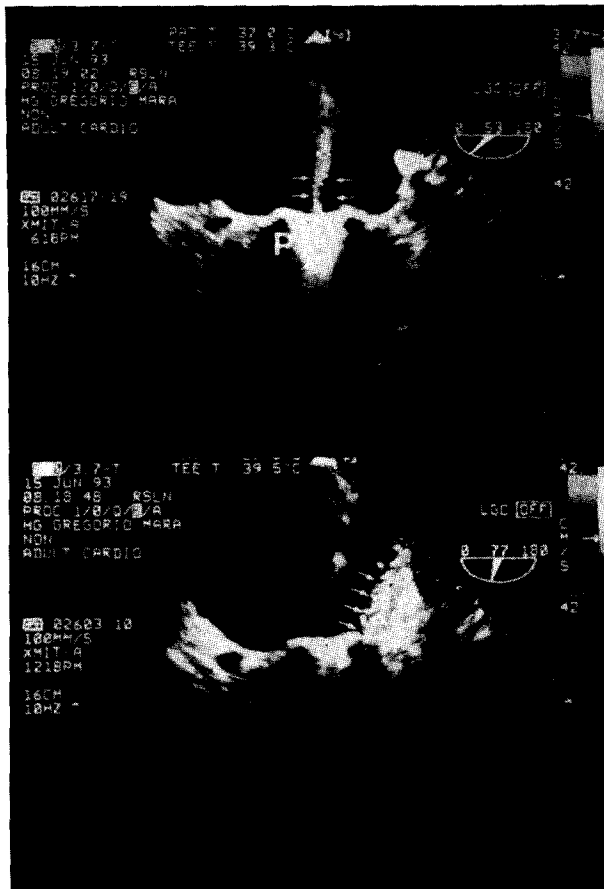


Fig. 10. La superioridad de la técnica multiplanar con respecto a las sondas estándar es puesta de manifiesto en el estudio de las disfunciones protésicas mitrales. En la imagen superior a 53° se registra el chorro de regurgitación fisiológico de la prótesis; a 77° se registra un chorro (flecha) patológico no registrado con la sonda convencional.

mitrales registradas con técnica monoplana, en tres casos (16,6% de los casos) fue posible detectar el chorro de regurgitación con la técnica multiplanar o biplanar, correspondiendo en dos casos a insuficiencias mitrales periprotésicas moderadas. Las insuficiencias mitrales periprotésicas suelen producir chorros anormalmente excéntricos y de pared. En esta situación, el chorro puede localizarse fuera del campo de estudio de la técnica monoplana o biplanar y por lo tanto, aunque corresponden a insuficiencias mitrales no importantes, pueden no ser detectables claramente. El área de regurgitación con Doppler color es superior con la técnica multiplanar que con la monoplana o biplanar. Así, en nuestra serie, el área del chorro de color en el plano de corte horizontal fue de $7,1 \pm 1,9 \text{ cm}^2$, con el plano vertical de $5,2 \pm 1,3 \text{ cm}^2$ y el multiplanar de $10,3 \pm 2 \text{ cm}^2$. La adaptación al plano de corte ideal para una mejor detección de la apertura del disco permite analizar más correctamente el movimiento de apertura de los discos protésicos.

E) Análisis segmentarios del ventrículo izquierdo

La técnica multiplanar permite hacer un análisis correcto de la distribución segmentaria de ambos ventrículos. (19-21) La monoplana presenta limitaciones importantes en la valoración global de la contracción, mientras que la biplanar supera gran parte de las limitaciones, aunque persiste el problema de hacer una transición brusca entre ambas secciones. Por otro lado, la obtención desde el estómago de diferentes planos de corte implica ir modificando la posición de la sonda, con pérdidas de contacto con la pared del estómago, lo que complica la realización del estudio.

F) Masas cardíacas

La visualización completa de todas las estructuras cardíacas y la posibilidad del estudio continuo de la misma, modificando los diferentes planos de sección, permiten hacer una reconstrucción anatómica real y por tanto definir extensión, localización, integración y relación de masas cardíacas y paracardíacas, así como el estudio de imágenes ecocardiográficas que pueden presentar problemas diagnósticos con la técnica estándar.

CONCLUSIONES

Limitaciones y problemas de la técnica multiplanar

Sin duda, la relación costo-beneficio y la utilidad de la técnica multiplanar, así como nuevas aplicaciones, se deben ir definiendo según los diferentes grupos de trabajo. Es preciso conocer algunas limitaciones:

a) Costo de equipamiento, que es un 20% superior al de una sonda biplana.

b) Costo de mantenimiento. La sonda multiplana no electrónica puede presentar un mayor nivel de averías, por la incorporación de sistemas mecánicos de transmisión a lo largo del cable, que facilita la aparición de las mismas.

c) Mayor tamaño del transductor incorporado en la sonda.

d) Mayor esfuerzo en la formación y entrenamiento del ecocardiografista.

SUMMARY

MULTIPLANE ESOPHAGEAL ECHOCARDIOGRAPHY

Background

The main aim of this paper is to analyze the experience with this technique, his methodology, indications, advantages and cost-benefit analysis, compared with monoplane transesophageal echo.

Method

The first 1000 multiplane studies performed in hospitalized and outpatients were included. Most patients had native valve diseases, prosthetic valves or were examined for the search of an embolic source.

Results

The multiplane probe has a better diagnostic capacity mainly because it allows the analysis of structures not easily reached by mono or biplane probes. Such is the case for the left ventricular outflow tract, aortic root, mitral valve apparatus and some segments of both ventricles. Also in native or prosthetic valves the regurgitant jets are better disclosed. In cardiac tumors and other masses as in the diagnosis and complications of bacterial endocarditis, multiplane probes seems to be more informative. The main advantage is the easy obtention of specific sections and a 180 degrees continuous imaging without intraesophageal steering, which means less discomfort to the patient. In spite of the fact that the transducer is larger than common esophageal probes there is no additional difficulties to pass it into the esophagus. Two drawbacks: a) the high cost of the device and b) a larger training time for the operator.

Conclusions

Multiplane probes are a step forward in the low risk transesophageal echocardiography.

Key words Multiplanar esophageal echocardiography - Transducer - Native valve - Embolic source

BIBLIOGRAFIA

1. Side CG, Goslin RG. Non-surgical assessment of cardiac function. *Nature* 1971; 32: 3535.
2. Matsuzaki M, Toma Y, Kusukawa R. Clinical applications of transesophageal echocardiography. *Circulation* 1990; 82: 709-722.
3. Seward JB, Khanderis BK, Oh JK, Abel MD, Hughes R y col. Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlations, implementation and clinical applications. *Mayo Clin Proc* 1988; 63: 649-680.
4. Fisher EA, Stahl JA, Budd JH, Goldan ME. Transesophageal echocardiography: procedures and clinical applications. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1333-1348.
5. García Fernández MA. *Ecocardiografía transesofágica*. Madrid, Interamericana-MacGraw Hill, 1991; Vol I: 5-11.
6. Daigle RE. Nontraumatic aortic blood flow sensing using an ultrasonic esophageal probe. *J Appl Physiol* 1972; 32: 147.
7. Olson RM, Skelton DK. A non destructive technique to measure wall displacement in the thoracic aorta. *J Appl Physiol* 1972; 32: 147.
8. Olson RM, Cooke JP. A nondestructive technique to measure diameter and blood flow in arteries. *IEEE Trans Biomed Eng* 1974; 54: 102.
9. Frazin L, Talano JV, Stephanides L, Loeb HS, Kope L, Gunnar RM. Esophageal echocardiography. *Circulation* 1976; 54: 102.
10. Matsumoto M, Oka Y, Strom J, Freshman W, Kadish A, Befcker R y col. Application of transesophageal echocardiology to continuous intraoperative monitoring of left ventricular performance. *Am J Cardiol* 1980; 46: 95.
11. Flachkamps FA, Hoffman R, Hanrath P. Experience with transesophageal echotransducer allowing full rotation of the viewing plane: the omniplane probe (abstract). *J Am Coll Cardiol* 1991; 17 (Suppl): 34A.
12. Seward JB, Khanderis BK, Edwards WD, Oh JK, Freeman WK y col. Biplanar transesophageal echocardiology: anatomic correlations, image orientation and clinical applications. *Mayo Clin Proc* 1990; 65: 1193-1213.
13. Flachskampf FA, Hoffman R, Krebs W y col. Initial clinical trial of a multiplanar transesophageal echoscope. *Z Kardiol* 1992; 81: 438-444.
14. Sutton DC, Cahalan MK. Intraoperative assessment of left ventricular function with transesophageal echocardiology. *Clin Cardiol* 1993; 11: 389-398.
15. Flachskampf FA, Hoffman R, Verlande M y col. Initial experience with a multiplane transesophageal echo-transducer: assessment of diagnostic potential. *Eur Heart J* 1992; 13: 1201-1206.
16. Roelandt JR, Thompson IR, Vletter WB y col. Multiplane transesophageal echocardiology: latest evolution in an imaging revolution. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; 5: 361-367.
17. Seward JB, Khanderis BK, Freeman WK y col. Multiplane transesophageal echocardiology: image orientation, examination technique, anatomic correlations and clinical applications. *Mayo Clin Proc* 1993; 68: 523-551.
18. Daniel WG, Pearlman AS, Haumann D y col. Initial experience and potential applications of multiplane transesophageal echocardiology. *Am J Cardiol* 1993; 71: 358-361.
19. Schneider AT, Hsu TI, Schwartz SL, Pandian NG. Single, biplane, multiplane and three-dimensional transesophageal echocardiology. *Echocardiographic-anatomic correlations*. *Clin Cardiol* 1993; 11: 361-387.
20. Nessly ML, Bashein G, Detmer PR y col. Left ventricular ejection fraction: single plane and multiplane transesophageal echocardiology versus equilibrium gated-pool scintigraphy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1991; 5: 40-45.
21. Khanderis BK. Transesophageal echocardiology in the evaluation of prosthetic valves. *Clin Cardiol* 1993; 11: 427-436.