

Rentabilidad de la ecocardiografía transesofágica de rutina en la cirugía cardíaca en enfermos no seleccionados. Análisis de 130 casos consecutivos

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

* Jefe de Servicio de Ecocardiografía del Hospital Universitario "Gregorio Marañón". Madrid. España.

Trabajo recibido para su publicación: 12/94 Aceptado: 5/95

Dirección para separatas: Laboratorio de Ecocardiografía (Dep. de Cardiología). Hospital General Universitario Gregorio Marañón. C/Doctor Esquerdo, 46. Pta. Baja. 28007, Madrid, España.

Objetivos

Valorar la relación costo-beneficio y la contribución de la ecocardiografía transesofágica durante la cirugía cardíaca en pacientes no seleccionados.

Material y método

En el período comprendido desde febrero a mayo de 1994 se realizaron sistemáticamente ecocardiografías transesofágicas intraoperatorias en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Se efectuaron 130 estudios en 128 pacientes, 68 hombres y 60 mujeres, con una edad media de $49,4 \pm 12,1$ años. Se realizó: cirugía coronaria en 39 pacientes; valvular en 76; coronaria asociada a valvular en 5; de aorta torácica asociada o no a cirugía de válvula aórtica y/o coronaria en 6; otras en 4. El estudio transesofágico intraoperatorio se realizó con sonda monoplaneo, biplaneo o multiplaneo, adquiriéndose imágenes antes de la toracotomía y durante la circulación extracorpórea con estabilización hemodinámica.

Resultados

La ecocardiografía transesofágica precirculación extracorpórea reveló información no diagnosticada previamente, alterando su cuantificación en 11 pacientes (8,5%), modificando la estrategia quirúrgica a seguir en 7 (5,4%). La ecocardiografía transesofágica poscirculación extracorpórea, realizada después de la estabilización hemodinámica, modificó la técnica quirúrgica en 13 casos (10,0%); evitó una intervención quirúrgica programada (colocación de un anillo tricúspide) y una nueva cirugía en un caso, condujo a tres cirugías no previstas (al demostrar tres casos de regurgitación tricuspídea significativa), a un segundo procedimiento quirúrgico sobre la misma válvula en 6 pacientes (escape paravalvular mitral con regurgitación significativa en un caso, disfunción protésica mitral por bloqueo de hemidisco en un caso, insuficiencia residual severa después de la cirugía reconstructiva en tres pacientes, disfunción de prótesis aórtica en un paciente), la colocación de balón intraaórtico en un caso y la reentrada en circulación extracorpórea debido a la resección insuficiente del pericardio calcificado en un caso de pericarditis constrictiva. En 23 casos (17,7%) la ecografía transesofágica modificó el procedimiento anestésico al revelar alteraciones hemodinámicas antes de la colocación de un catéter de Swan-Ganz, lo que condujo a un manejo diferente de fluidos (expansión de volumen), agentes inotrópicos o vasodilatadores. En forma global la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria modificó la conducta quirúrgica y/o anestésica en 43 casos (33%). No se presentaron dificultades en su realización ni complicaciones en el período perioperatorio relacionadas con la técnica.

Conclusiones

Los datos obtenidos en este estudio indican la relación costo-beneficio y utilidad diagnóstica de la ecocardiografía transesofágica en cirugía cardíaca, planteando la necesidad de establecer como método de rutina el monitoreo intraoperatorio del enfermo cardíaco. Rev Arg Cardiol 1995; 63 (6): 543-553.

Palabras clave Ecocardiografía transesofágica - Ecocardiografía intraoperatoria - Cirugía cardíaca - Cirugía coronaria - Cirugía valvular

El desarrollo y aplicación de la ecocardiografía transesofágica ha demostrado su utilidad en una serie de patologías cardiovasculares, pues permite una ventana ecográfica diferente para visualizar algunas estructuras cardíacas (aurículas, orejuelas, cavidad ventricular, etc.). Una gran proximidad al corazón y la ausencia de los planos costales, así como la utilización de transductores de alta frecuencia, permiten obtener información en aquellos casos en los que es imposible el abordaje transtorácico. También resulta de interés en cirugía cardíaca, en la que la situación del paciente precisa un diagnóstico y/o tratamiento precoz.

MATERIAL Y METODO

A) Pacientes y patologías

Desde febrero a mayo de 1994 se realizaron 130 cirugías cardíacas en 128 pacientes, 68 (53,1%) de sexo masculino y 60 (46,9%) del sexo femenino, con una edad media de $49,4 \pm 12,1$ años. Se incluyeron en este estudio todos los pacientes consecutivos, sin elección previa, sometidos a cirugía cardíaca en el Hospital Universitario "Gregorio Marañón", en que se utilizó ecocardiografía transesofágica (ETE) intraoperatoria. Durante este período, dos pacientes fueron reoperados debido a disfunción protésica como consecuencia de una endocarditis.

La Tabla 1 muestra el predominio de la patología valvular, seguida por la enfermedad coronaria, totalizando la suma de estas dos patologías el 92% de los casos. La enfermedad reumática constituye la causa más frecuente de las disfunciones valvulares, ocupando la enfermedad fibrocalcificante de la válvula aórtica el segundo lugar.

Cerca del 95% de los pacientes presentaba un estudio ecocardiográfico previo por vía transtorácica, un 58% un ecocardiograma transesofágico y un 72% de los pacientes fue sometido a cateterismo cardíaco.

B) Intervenciones quirúrgicas

En los casos en los que se realizó más de un tipo de intervención quirúrgica simultáneamente, se con-

sideró el primero como la cirugía principal. Asimismo, en el caso de cirugía coronaria y valvular conjuntas se clasificó la primera como principal; también se efectuó la sustitución de válvula protésica asociada a recambio de válvula nativa, el reemplazo valvular y la cirugía valvular conservadora y cirugía de aorta torácica con sustitución valvular aórtica y/o reimplante de arterias coronarias. Las intervenciones quirúrgicas (Tabla 2) fueron 44 cirugías de revascularización coronaria (con una media de 2,1 puentes aortocoronarios por paciente), 76 cirugías valvulares (58 de sustitución de la válvula nativa, 12 de sustitución valvular protésica y 8 de cirugía conservadora), 6 casos de cirugía de aorta torácica y 4 de otro tipo. La mayoría de las cirugías mitrales y aórticas consistieron en sustitución valvular, efectuándose un número ligeramente superior de cirugías monovalvulares (57,9%) en relación con las plurivalvulares.

C) Metodología de la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria

Antes de la realización de la ETE se realizó una evaluación preoperatoria y la búsqueda sistemática de contraindicaciones para los estudios transesofágicos. Realizada la inducción anestésica, y con el paciente intubado en decúbito dorsal, se procedió a la introducción de la sonda por vía orofaríngea, recurriendo en caso necesario al uso del laringoscopio. La sonda se introdujo en el interior del esófago con el transductor orientado hacia la cara del paciente, visualizándose la imagen ecocardiográfica en el monitor hasta que se observaron estructuras cardíacas reconocibles. La sonda fue retirada una vez finalizada la sutura de esternotomía.

Durante la circulación extracorpórea (CEC) el ecocardiógrafo permaneció apagado para evitar eventuales lesiones térmicas del esófago durante el período de hipotermia. La adquisición de imágenes fue

Tabla 1

| Patologías | Nº de pacientes | % |
|-----------------------------------|-----------------|-------|
| Patología valvular | 76 | 58,5 |
| Patología coronaria | 39 | 30,0 |
| Patología coronaria y valvular | 5 | 3,7 |
| Patología de aorta torácica | 6 | 4,6 |
| Estenosis subaórtica hipertrófica | 1 | 0,8 |
| Miocardopatía restrictiva | 1 | 0,8 |
| Pericarditis constrictiva | 1 | 0,8 |
| Mixoma de aurícula izquierda | 1 | 0,8 |
| Total | 130 | 100,0 |

Tabla 2
Intervenciones quirúrgicas

| | Nº de casos (*) | Nº de actos (**) |
|----------------------------------|-----------------|------------------|
| Revascularización coronaria | 44 | 93 (***) |
| Cirugía valvular | 76 | 116 |
| Sustitución de válvula nativa | 56 | 80 |
| Sustitución de válvula protésica | 12 | 15 |
| Cirugía valvular conservadora | 8 | 21 |
| Cirugía plurivalvular | 32 | 65 |
| Cirugía monovalvular | 44 | 44 |
| Cirugía de aorta torácica | 6 | 6 |
| Otras | 4 | 4 |

(*): número de casos de cirugía principal. (**): número total de puentes aortocoronarios efectuados o número total de válvulas operadas. (***): incluye también 5 sustituciones valvulares.

efectuado antes de la toracotomía, en la fase prequirúrgica y después de la circulación extracorpórea con estabilización hemodinámica, en la fase poscorrección quirúrgica. Ha sido posible la transferencia directa, a través de un cable y en tiempo real, de la imagen ecocardiográfica hacia el departamento de ecocardiografía, permitiendo un análisis de las imágenes supervisadas por más de un ecocardiografista.

Los exámenes realizados con un ecocardiógrafo Advanced Technologies Laboratories (ATL, USA) modelo Ultramark 9 y dos ecocardiógrafos Hewlett-Packard-HP (Andover, Massachussetes, USA) modelos Sonos 1000 y Sonos 1500, permiten la adquisición de imágenes en modo M, bidimensional, con Doppler pulsado y codificado en color; en los ecocardiógrafos HP es posible también el uso del Doppler continuo. Se utilizaron sondas monoplano de 5 MHz (ATL), biplano de 5 MHz (HP) y multiplano HP, siendo posible alterar la frecuencia del transductor de 5 a 3,7 MHz. Las imágenes obtenidas fueron almacenadas en un videograbador incorporado al ecocardiógrafo ATL y en un disco duro HP 92234-A en el caso de los ecocardiógrafos HP, para una visualización, comparación y análisis posterior de los estudios.

La técnica de realización de los exámenes transesofágicos siguió las normas estándar. (2-5) El nivel de ganancia de color se consideró adecuado cuando se obtuvieron imágenes en el punto en el que desaparece la saturación del color, siendo conservado durante toda la cirugía, de manera que las imágenes pre y posoperatorias fueron comparables. La interpretación de los exámenes se efectuó por consenso entre dos médicos con experiencia en ecocardiografía transesofágica; las imágenes fueron obtenidas por el anestesiista y/o el cirujano asumiendo el cardiólogo el papel de consultor.

Estudio de la función ventricular

El monitoreo de la función ventricular se realizó en todos los casos y durante todo el estudio, comparándose en forma individual los datos obtenidos inmediatamente antes de la CEC, con estabilización hemodinámica.

Los planos transgástricos transversales, a nivel de los músculos papilares y longitudinal (en el caso de la sonda biplano o multiplano), se usaron para determinar las dimensiones de las cavidades, espesores parietales y movilidad del endocardio. Cuando no existía dilatación ventricular izquierda se usaron imágenes del eje corto de ambos ventrículos. Excepto en los casos de cardiopatía isquémica y en ausencia de alteraciones segmentarias de la contractilidad se consideró la fracción de acortamiento como el parámetro representativo de contractilidad global. En el caso de existir alteraciones segmentarias de la contractilidad, así como en la totalidad de los casos

de cardiopatía isquémica, se calculó la fracción de reducción de área (FRA) a partir de las áreas sistólica (AS) y diastólica (AD), delimitando el borde endocárdico mediante un cursor electrónico y aplicando la fórmula; $FRA = (AD-AS)/AD$. En los casos de mala ventana ecocardiográfica transgástrica se procedió a un análisis exclusivamente visual, realizado siempre por los mismos cardiólogos en cada caso. Las alteraciones segmentarias de la contractilidad se determinaron de modo subjetivo, analizándose los ocho segmentos visualizados en sección transversal de acuerdo con la clasificación de la American Society of Echocardiography. En la identificación de las alteraciones segmentarias de la contractilidad a nivel septal se valoró específicamente la ausencia de engrosamiento sistólico, desbloqueando las ruedas que permiten el control externo de la sonda, realizándose movimientos de angulación. Se analizó la función global y segmentaria al mismo nivel, evitando errores de interpretación.

Cuando se verificaron dificultades en la salida de circulación extracorpórea, se utilizó para identificar la causa de inestabilidad hemodinámica y orientar la terapéutica, una combinación de parámetros, como las dimensiones del ventrículo izquierdo, índice de contractilidad y presión arterial sistólica, constituyendo también un medio de control de la revascularización coronaria.

Estudio de la anatomía y función valvulares

En todos los pacientes se estudiaron la anatomía y función valvular antes de la toracotomía y después de la salida de CEC con estabilización hemodinámica, para evaluar los resultados de los procedimientos quirúrgicos.

La cuantificación de las regurgitaciones mitral (IM) y tricúspidea (IT) se efectuó en base a la determinación de las áreas máximas de turbulencia, así como de su profundidad y anchura, y en el caso de insuficiencia mitral por el análisis de flujo de venas pulmonares. (6-9) En la regurgitación aórtica se evaluaron el ancho del flujo a nivel de su origen y su relación con el tracto de salida del ventrículo izquierdo. (10-12) Las estenosis e insuficiencias valvulares fueron clasificadas como leves, moderadas y severas, de acuerdo con los criterios establecidos en la literatura. (13)

En la cirugía de recambio valvular se estudiaron la implantación y el funcionamiento de las prótesis. Los flujos protésicos mitrales con áreas inferiores a 2 cm², distancia-profundidad menor a 2,5 cm, disposición espacial característica para cada tipo de prótesis y bajo grado de turbulencia no se consideraron patológicos cuando las características del flujo fueron diferentes a las citadas y/o con localización periprotésica.

Las proyecciones periprotésicas de dimensio-

nes muy reducidas no se consideraron en esta revisión.

En la cirugía de reconstrucción de la válvula mitral la ETE pre-CEC permitió una definición de los mecanismos de disfunción y orientó hacia la metodología de reparación. La insuficiencia mitral se cuantificó con tensión arterial sistólica (TAS) intraoperatoria semejante a la basal; cuando ésta era inferior en más de 15 mmHg con respecto al valor de referencia se administraron vasopresores. Para estudiar el origen del flujo se procedió a obtener un plano transgástrico e individualizar las comisuras mitrales, clasificándose como central al que ocurre junto a la comisura anterolateral y a la posteromedial. Paralelamente, el anillo mitral se dividió en cuatro cuadrantes, de forma similar a la cirugía, denominando al flujo medial cuando se verificaba a lo largo del septum interauricular y anterior a lo largo de la raíz aórtica. Las afluencias a lo largo de la pared libre de la aurícula izquierda se consideraron laterales o posteriores cuando se visualizaban en una incidencia de cinco o cuatro cámaras, respectivamente. Después de la CEC y de la estabilización hemodinámica se confirmó la eficacia de la corrección quirúrgica o la necesidad de reentrar en CEC para corregir la insuficiencia residual o la obstrucción de la cámara de salida del ventrículo izquierdo, relacionada con la técnica quirúrgica. Las características del flujo sirvieron de guía para el procedimiento quirúrgico cuando se pretendió corregir un punto de escape periférico.

En la cirugía de la válvula aórtica se evaluó la morfología y función valvulares, el funcionamiento de los homoinjertos y las prótesis, y se delimitaron las lesiones endocárdicas.

En la cirugía de la válvula tricúspide la ETE permitió una evaluación adecuada de la anatomía de los velos valvulares, de las dimensiones del anillo tricúspideo y de las características de la regurgitación. Como la cuantificación de la insuficiencia tricúspidea puede sufrir grandes variaciones, resultantes de la disfunción ventricular derecha y/o de los valores diferentes de presión arterial pulmonar, se tomó esto en consideración a la hora de decidir la estrategia quirúrgica. Se evaluó la regurgitación residual pos-anuloplastia tricúspidea y la persistencia eventual de insuficiencia tricúspidea después de la cirugía mitral. En los casos en que se realizó la anuloplastia se consideró un valor del área funcional $\leq 1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ de superficie corporal, visualizado en las incidencias transesofágicas y transgástricas, como un resultado quirúrgico insatisfactorio.

En la cirugía del aneurisma disecante o no disecante de la aorta torácica se estudiaron las alteraciones morfológico-funcionales, su extensión y la coexistencia de insuficiencia valvular aórtica y/o derrame

pericárdico. Se procuró obtener información relativa al compromiso de las arterias coronarias y de los vasos del cuello en el caso de disección. Después de la CEC se evaluó la persistencia eventual de anomalías de la aorta y la competencia de la válvula aórtica y la función ventricular. En los casos en que se implantó un conducto protésico se estudiaron las características de espacio entre dicho conducto y la pared aórtica nativa, específicamente en relación con la eventual presencia de flujo activo.

Se estudió la aorta torácica en todos los tipos de cirugía para excluir una eventual disección iatrogénica, localizada en el punto de canulación aórtica.

RESULTADOS

La introducción del transductor se realizó sin necesidad de recurrir al uso de laringoscopia en el 86,2% de los casos. En ningún caso se verificó interferencia de la ETE con el cirujano y/o el anestesista. No se registraron complicaciones relacionadas con la realización del examen ecocardiográfico *per se* en el período perioperatorio, revelándose éste como un examen altamente válido y seguro.

En todos los casos en que la información adquirida por la ETE intraoperatoria indujo la reentrada en CEC, los hallazgos ecocardiográficos se confirmaron por cirugía.

Utilidad de la ETE previamente a la CEC

La ETE previa a la CEC reveló la existencia de patologías no diagnosticadas anteriormente y/o alteró su cuantificación en 11 pacientes (8,5%), modificando la técnica quirúrgica en 7 de ellos (5,4%). Se identificó en un paciente un trombo en el apéndice auricular izquierdo y otro en la aurícula izquierda; en otro, un aneurisma del septum interauricular, y en un tercero modificó el resultado de la función ventricular.

La cuantificación de la regurgitación mitral en ocho casos, de la insuficiencia aórtica en un caso y de la insuficiencia tricúspidea en dos casos difirió de la basal.

Utilidad de la ETE posterior a la CEC

Gracias a la ETE se modificó la planificación quirúrgica en 13 casos (10,0%); se evitó una intervención quirúrgica programada (colocación de anillo tricúspideo) y una nueva cirugía en un caso, condujo a tres cirugías no previstas (al evidenciar tres casos de regurgitación tricúspidea significativa), a un segundo procedimiento quirúrgico sobre la misma válvula en seis pacientes (por escape paravalvular mitral con regurgitación significativa en uno, disfunción protésica mitral por bloqueo de hemidisco en otro, insuficiencia mitral residual severa después de la cirugía reconstructiva en tres y disfunción de prótesis

aórtica en un paciente), a la colocación del balón intraaórtico en un caso y la reentrada en CEC debido a la extracción insuficiente de pericardio calcificado en un caso de pericarditis constrictiva.

La ETE modificó la técnica anestésica al demostrar signos de alteraciones hemodinámicas antes de la colocación de un catéter de Swan-Ganz, conduciendo a un manejo diferente de fluidos (volumen intravascular), agentes inotrópicos o vasodilatadores, en 23 casos (17,7%).

A) Modificaciones de la cirugía basadas en la ETE

En total la ETE intraoperatoria modificó la actitud quirúrgica en 20 casos (15,4%).

1. Cirugía de revascularización coronaria

En tres casos de cirugía de revascularización coronaria la ETE modificó la planificación quirúrgica. En dos de ellos se evidenció una insuficiencia mitral significativa no detectada en el cateterismo, lo que llevó a la colocación de dos prótesis valvulares no previstas. En otro caso, al revelar una marcada reducción de la FRA (en relación con el estudio previo a la CEC) determinó la colocación de un balón intraaórtico.

2. Cirugía valvular

a) *Cirugía de la válvula mitral:* La ETE previa a la CEC llevó a la colocación no programada previamente de dos prótesis y evitó la colocación de una. Detectó una insuficiencia mitral (IM) de grado severo en seis pacientes, cuya evaluación intraoperatoria mostró una regurgitación leve y, por el contrario, mostró que una IM que había sido cuantificada previamente como moderada era leve. El examen posterior a la CEC reveló en un caso la existencia de un

escape paravalvular con insuficiencia periprotésica significativa (Figura 1), llevando a la colocación adicional de un parche interpuesto entre la prótesis y la superficie cardíaca. En otro caso mostró una prótesis mitral disfuncional por bloqueo de un hemidisco (Figura 2), por lo que ésta fue sustituida, y en otro caso no confirmó la presencia de prótesis disfuncionante, evitando la reentrada en CEC y sustitución protésica.

De los ocho casos en que se realizó una cirugía conservadora de la válvula mitral, el ETE posterior a la CEC condujo a la colocación de una prótesis en tres casos (37,5%) por regurgitación mitral residual significativa.

b) *Cirugía de válvula aórtica:* De los 28 casos en que estaba prevista la colocación de una prótesis aórtica (24 con sustitución de válvula nativa y cuatro por recambio de prótesis) la ETE alteró la técnica quirúrgica en uno de estos casos (3,6%) en el que, al demostrar en la fase posterior a la CEC la existencia de una prótesis disfuncionante, condujo a su sustitución.

c) *Cirugía de válvula tricúspide:* No se registró ningún caso de cirugía aislada de esta válvula en ninguno de los doce casos en que estaba prevista la colocación de un anillo tricúspideo, pues la ETE previa a la CEC no evidenció regurgitación tricúspidea significativa. Contrariamente, en tres casos el examen posterior a la CEC demostró una IT moderada o severa después de la cirugía valvular mitral, llevando a la colocación de un anillo tricúspideo.

d) *Cirugía de pericarditis constrictiva:* La información generada por la ETE, al demostrar la extracción insuficiente de calcio y la permanencia de alteraciones de la función cardíaca, condujo a la reentrada en CEC para mejorar el procedimiento quirúrgico.



Fig. 1. Valoración de la función ventricular durante la cirugía. El registro de un ventrículo hiperdinámico puede plantear la indicación de sustitución hídrica.



Fig. 2. La técnica Doppler color transesofágica es un método idóneo para valorar la severidad de la insuficiencia mitral intraoperatoria. En la figura superior se registra un chorro patológico puesto de manifiesto en el estudio de las disfunciones protésicas mitrales.

B) Alteraciones de la técnica anestésica en base al ETE

1. Cirugía de revascularización coronaria

La ETE posterior a la CEC alteró la técnica anestésica en 9 casos (20,4%). Asimismo llevó a la suspensión de la administración de fluidos (para expansión de volumen) en un caso y a su inicio en tres, a la prescripción de inotrópicos y vasodilatadores

en dos casos y a la interrupción de la medicación inotrópica en otro.

2. Cirugía valvular

a) *Cirugía de la válvula mitral:* La información proporcionada por la ETE alteró la actuación del anestesista en ocho casos. Asimismo, condujo a la administración de expansores de volumen en seis casos (interrumpiéndose simultáneamente la administración de inotrópicos en cuatro de ellos), a la administración de inotrópicos por mala función ventricular derecha en un caso y de vasodilatadores asociados a inotrópicos en otro (en el que se colocó también un anillo tricuspídeo).

b) *Cirugía de válvula aórtica:* Se registraron seis casos en que la ETE alteró la actitud anestésica: la administración de expansores de volumen en cuatro casos (a dos de los cuales se les implantó una prótesis mitral) y de inotrópicos en otros dos.

DISCUSION

A pesar de los progresos verificados por las técnicas de diagnóstico y terapéutica de las cardiopatías, existe siempre el riesgo de un diagnóstico incorrecto o incompleto y de posibles fallas de técnica anestésica y/o quirúrgica. (14) La ecocardiografía constituye uno de los avances más significativos de la cardiología de los últimos veinte años, por su valor como método diagnóstico pre e intraoperatorio. (1, 15, 17) En 1972 fueron publicadas las primeras conclusiones para evaluar los resultados de la comisurotomía mitral utilizando la vía epicárdica en modo M. (18)

Después de esta experiencia inicial la ecocardiografía intraoperatoria permaneció limitada y su expansión comenzó con el desarrollo de la ecocardiografía bidimensional y del Doppler codificado. Asimismo, el uso de la ecocardiografía epicárdica se volvió frecuente en algunos centros quirúrgicos. (19-21) Fue al final de los años 80 cuando la ETE suplantó esa vía de abordaje ecocardiográfica intraoperatoria debido a algunas de sus ventajas: obtención de imágenes de alta resolución de las estructuras cardíacas posteriores y de la aorta torácica, posibilidad de monitoreo continuo sin interferir con el campo operatorio ni perturbar el trabajo del cirujano, anulando completamente el riesgo de arritmias y de infección y posibilitando la continuación del estudio posoperatorio inmediato (1, 22).

Recientemente muchos centros de cirugía cardíaca han utilizado la ETE como un medio importante para evaluar los resultados quirúrgicos y la función ventricular perioperatoria. Contrariamente a los métodos usados tradicionalmente con esa finalidad, la ETE brinda datos directos sobre las alteraciones de volumen, inotropismo cardíaco y función ventricular, permitiendo una detección de isquemia mio-

cárdica, fallo ventricular izquierdo, disfunción valvular e hipovolemia, más precoz y fidedigna. (15) La ETE previa a la CEC permite una caracterización anatomomorfológica mejor que la efectuada por los estudios ecocardiográficos transtorácicos y angiográficos, confirmando los diagnósticos y excluyendo cualquier alteración adicional. (1, 22) Asimismo es capaz de brindarnos información que influya en el procedimiento quirúrgico y posibilite evaluar las dimensiones y función cardíacas inmediatamente antes de la cardiotoromía.

A pesar de haber muchas razones para realizar la ETE previa a la CEC, la detección de nuevos hallazgos o la cuantificación de las lesiones de modo diferente, lo mismo que una evaluación preoperatoria inadecuada, no parecen ser una de ellas. (22)

En este estudio, la realización de ecocardiograma transtorácico, ETE y cateterismo cardíaco en un 95%, 55% y 72% de los pacientes, respectivamente, ha verificado nuevos hallazgos en once casos (8,5%), encontrándose resultados semejantes a los de la serie de la Universidad de Duke. (16) Parece probable que la detección de los mismos esté relacionada, por un lado, con la patología, y por otro, con el hecho de que este examen puede ser realizado inmediatamente antes de la cirugía y descubrir alteraciones que aparecen en la evolución de la enfermedad, como por ejemplo una disfunción mitral y/o ventricular isquémicas. (1) En estos casos, el grado de insuficiencia o de disfunción ventricular estimada por el cateterismo puede diferir sustancialmente de la evaluación efectuada en el momento de la cirugía, tal como se verificó en siete pacientes de este estudio. Una tensión arterial intraoperatoria inferior a la registrada en el momento del cateterismo puede también justificar discrepancias entre uno y otro método (1) y por eso se ha procurado evaluar la función ventricular y valvular con valores de tensión arterial semejantes.

A pesar de que muchos de los hallazgos nuevos evidenciados por la ETE previa a la CEC serían detectados por el cirujano, su conocimiento anterior es importante por varias razones: necesita menos tiempo de inspección quirúrgica, reduce el tiempo de CEC y proporciona información estructural y funcional para el cirujano en condiciones "fisiológicas" antes de la cardiotoromía. En realidad, la información sobre los flujos cardíacos provista por el Doppler es única y no está disponible en el momento de la inspección directa realizada por el cirujano.

Estudio intraoperatorio de la función ventricular

Una de las aplicaciones principales de la ETE intraoperatoria es el monitoreo de la función ventricular izquierda, dadas las limitaciones de las técnicas convencionales (22) y la demostración de su utilidad en cirugía de revascularización coronaria. (23) La frac-

ción de eyección obtenida a partir de incidencias transversales presenta una buena correlación ($r = 0,93$) comparada con las técnicas radioisotópicas. (1, 24) La disponibilidad de *cine-loop* facilita la evaluación intraoperatoria del inotropismo y de las variaciones de volumen del ventrículo izquierdo, mediante la inspección visual, de gran valor en la evaluación de la contractilidad en la incidencia de eje corto transgástrico, que es la mejor sección de corte para el monitoreo de la contractilidad segmentaria e incluye segmentos de miocardio irrigados por las tres arterias coronarias principales. El análisis de la contractilidad miocárdica puede ser realizado en condiciones basales, después de la estimulación inotrópica y de la revascularización. (25) En el análisis de la contractilidad del septum interventricular se valora el engrosamiento sistólico; sus alteraciones muestran una correlación mejor con la isquemia miocárdica que una simple falta de movimiento del endocardio septal. (26, 27)

La identificación de una reducción global de la función ventricular antes de la cirugía coronaria podrá indicar la necesidad de protección miocárdica cuidadosa, y de soporte farmacológico o mecánico después de la cirugía. En los casos con dificultad en la salida de CEC, la información proporcionada por esta técnica puede ser de extrema utilidad, dado que puede indicar la administración de expansores de volumen, inotrópicos o vasodilatadores y la estabilización hemodinámica del paciente. (1, 13, 22)

De hecho, la ETE es para el anestesista un instrumento básico de monitoreo hemodinámico, (28) habiéndose registrado modificaciones anestésicas, motivadas por la información proporcionada por la ETE, en 23 de nuestros casos (17,1%). Una disfunción ventricular documentada por ETE determinó la instalación de soporte ventricular mecánico o farmacológico en un 10% de los casos. (17) En nuestro estudio, esto se detectó en 9-30% de los casos, identificando pacientes con alto riesgo de complicaciones posoperatorias que requirieron cirugía posterior durante la misma toracotomía. (29) Los pacientes que presentaron una disminución persistente de la función ventricular tuvieron una tasa de complicaciones del 75% y una mortalidad del 25% en comparación con el 10% y 5% respectivamente de aquellos con una función conservada. (30) Se verificó que la utilización rutinaria de ETE en cirugía de revascularización o en insuficiencia mitral de causa isquémica mejora el pronóstico de los pacientes. (31)

Dado que las modificaciones en la precarga afectan más significativamente las dimensiones del ventrículo izquierdo en el eje corto comparativamente con el eje largo, las alteraciones de su tamaño deben ser estudiadas en ese plano, siendo posible la distinción entre depresión de la función sistólica e hipovo-

lemia, como causa de hipotensión posterior a la CEC, como se verificó en 15 casos de esta serie. Según los datos obtenidos por ETE se inicia la expansión de volumen y/o administración de inotrópicos, siendo también posible evaluar la respuesta a estas medidas terapéuticas. (32)

El monitoreo hemodinámico invasivo, utilizado para evaluar la función cardíaca (precarga e inotropismo) y la detección de isquemia, a pesar de su valor indiscutible, presenta limitaciones propias, dado que los parámetros hallados sufren la influencia de muchos factores durante el período perioperatorio. Involucran la presión capilar pulmonar (PCP) utilizada como índice de precarga, o el uso de una medida de presión como índice de volumen que será válido mientras la presión miocárdica permanezca inalterada. (21) Asimismo no sorprende que se haya demostrado una correlación franca entre PCP y volumen telediastólico, pudiendo existir hipovolemia con valores normales de PCP. (33) También se demostró que la elevación de la PCP no es un marcador precoz de isquemia (33) y que las alteraciones de la contractilidad segmentaria son un signo más precoz y fidedigno de isquemia miocárdica intraoperatoria. (29, 34) Los estudios de Van Daele, (33) así como los de Leung, (35) demostraron que las alteraciones en la PCP y los cambios electrocardiográficos no tienen tan buena correlación como las alteraciones de motilidad segmentaria.

Después de la revascularización coronaria los índices ecocardiográficos de función sistólica regional y global se consideran cada vez más importantes en la evaluación de la función ventricular. La contractilidad mejora después de la revascularización bien realizada en la mayoría de los pacientes con función sistólica reducida previamente, tal como se ha verificado en este estudio; en los casos en que esto no se verifica, la ETE parece ser útil en la orientación y administración de drogas, así como en la instauración de soporte mecánico y su suspensión; varios estudios demostraron la aparición de nuevas áreas de disfunción, indicando la necesidad de comprobar la permeabilidad de los puentes. (25)

ETE intraoperatorio en cirugía valvular

Cirugía mitral: Dada la complejidad de la cirugía de reparación mitral y el excelente estudio de la válvula mitral proporcionado por la ETE intraoperatoria, esta cirugía es considerada una de sus principales indicaciones. (1, 22, 36) Su realización permite definir el mecanismo de disfunción valvular, evaluar su estado y planear la técnica quirúrgica más adecuada en cada caso. (36-38) La cuantificación de la insuficiencia mitral en condiciones fisiológicas, (25) antes de la toracotomía, es importante a causa de las complicaciones de las técnicas convencionales utilizadas

por el cirujano en la cuantificación intraoperatoria. Después de la CEC la estabilización hemodinámica y el resultado quirúrgico pueden ser evaluados y ser corregidos si son insatisfactorios. En caso de una insuficiencia mitral residual, la causa y cuantificación pueden ser determinadas; el origen y la dirección del flujo son particularmente importantes en la definición del mecanismo de la disfunción. (36-39) En la serie del grupo de Cedars-Sinai Medical Center (38) se detectó insuficiencia mitral residual severa después de la cirugía reparadora mitral en un 17% de los casos, mientras que en nuestro estudio ocasionó la implantación de una prótesis mitral en tres casos (37,5%). Como la tensión arterial sistólica influencia las dimensiones del flujo, la insuficiencia mitral debe ser cuantificada con valores de TAS > 95 mmHg. (13, 17, 39) Cuando se procede a la inserción de un anillo mitral o a la corrección de una estenosis mitral se puede excluir un resultado quirúrgico insatisfactorio por las medidas del área valvular. La aparición de un movimiento anterior sistólico de la válvula mitral después de la anuloplastia debe llevar a la expansión de volumen y a suspender los inotrópicos para revertir la situación, recomendando algunos autores la reintervención en caso que persista un gradiente VE/aorta > 36 mmHg. (13, 40)

La ecocardiografía es superior a todos los métodos intraoperatorios de evaluación de la insuficiencia mitral, los cuales no presentan buena correlación con el grado de severidad de la regurgitación mitral. (41) En la serie de Fuchs, (42) el 36% de 50 pacientes con ondas "v" gigantes no presentaba insuficiencia mitral o ésta fue clasificada como leve por el cateterismo cardíaco, en tanto que en 12% de 37 pacientes con insuficiencia mitral severa no se registró elevación de la onda "v". En nuestra serie, 8 casos de insuficiencia mitral significativa (26,7% de las insuficiencias mitrales detectadas por ETE) no fueron acompañados de alteraciones de estos parámetros. Por otro lado, se registraron tres casos de gran elevación de la onda "v" auricular izquierda (superior en 10 mmHg o más al valor de PCP media) en pacientes cuyo ETE intraoperatorio reveló insuficiencia mitral ligera. En grandes series, en las que se utilizó ETE intraoperatoria, el abordaje quirúrgico planeado fue alterado en 15-20% de los pacientes. (22, 37, 38, 43)

La ETE posterior a la CEC constituye un buen predictor del resultado a largo plazo de la cirugía reparadora mitral, dado que los estudios de seguimiento demostraron que no había alteraciones significativas. (1)

Esta técnica permite el estudio de las prótesis mitrales implantadas antes de finalizar la cirugía. (44, 45) En nuestra serie, que engloba 40 prótesis, la ETE posterior a la CEC reveló que dos eran disfuncionantes, una por un escape periprotésico, originando un derrame regurgitante con un área de 4,8 cm², y otra

por bloqueo de un hemidisco. La detección de flujos periprotésicos de dimensiones inferiores a 1,5 cm² ha sido un hallazgo frecuente, desapareciendo posteriormente, debido a la organización del tejido e hilos de sutura; (46) estos derrames de dimensiones reducidas no deben ser considerados motivo de revisión quirúrgica. (46)

Cirugía de válvula aórtica: Después del implante de homoinjertos puede aparecer estenosis o regurgitación aórtica; cualquiera de estas complicaciones en caso de disfunción protésica puede ser observada, como ocurrió en un caso de esta serie. La cirugía de la endocarditis infecciosa puede complicarse por necesitar técnicas de reconstrucción y sutura de parches sobre un tejido en malas condiciones que favorece la persistencia de defectos residuales.

Cirugía de válvula tricúspide: Los métodos utilizados intraoperatoriamente frecuentemente subestiman la severidad de la insuficiencia tricuspídea funcional, debido probablemente a una disminución real del volumen regurgitante ocasionado por las condiciones hemodinámicas intraoperatorias diferentes. (47) En su cuantificación se debe considerar el hecho de que se altera por la disfunción ventricular derecha y/o por los valores de presión arterial pulmonar diferentes. (47) Por estos motivos, las cuantificaciones realizadas en el preoperatorio son más útiles pero tienen el inconveniente de que no se pueden utilizar en la evaluación del resultado quirúrgico. La ETE permite la detección de insuficiencia tricuspídea posanuloplastia, posibilitando una corrección inmediata en caso de defecto residual, (48, 49) por existir insuficiencia tricuspídea significativa después de la cirugía mitral, tal como ocurrió en tres casos de nuestra serie, hecho que condujo al reemplazo de 3 de 14 (21,4%) de los anillos tricuspídeos implantados.

Cirugía de aorta torácica: El examen con ETE está indicado en el diagnóstico y caracterización de los aneurismas y disecciones de aorta torácica y sus complicaciones. (50) En algunos casos la situación clínica impide un estudio detallado, por lo que su repetición intraoperatoria permite una evaluación más minuciosa y diagnosticar modificaciones eventuales ocurridas desde el diagnóstico hasta la intervención. La información es importante en la decisión de vía de acceso, tipo de canulación aórtica y cirugía. La ETE posterior a la CEC es el mejor método para evaluar la persistencia de anomalías del arco aórtico y de la aorta descendente, de la función valvular aórtica y ventricular, identificar un escape entre el conducto protésico y la pared aórtica nativa y caracterizar una falsa luz eventual.

Otro tipo de cirugías: La ETE intraoperatoria también se utiliza en cirugía de cardiopatías congénitas; las aplicaciones habituales son el cierre de la comunicación interauricular e interventricular, la cirugía

valvular, la estenosis subaórtica hipertrófica, (51) la tetralogía de Fallot y en la evaluación de los resultados en las técnicas de Senning, Mustard y Fontan-Kreutzer.

Detección de fenómenos embólicos: Su utilidad respecto del tromboembolismo pulmonar deriva de su gran sensibilidad en la detección de trombos intracardíacos y el monitoreo anestésico se basa en parámetros que evidencian las secuelas del embolismo pulmonar y no en el evento en sí. En relación con los fenómenos embólicos cerebrales los beneficios de esta técnica ya fueron comprobados en la evaluación de la probabilidad de su ocurrencia en el posoperatorio en pacientes en los que este examen detectó enfermedad ateromatosa difusa de aorta torácica. (52)

La ETE intraoperatoria representa un avance significativo en la cirugía cardíaca, pues permite confirmar y añadir información al diagnóstico preoperatorio. Eventualmente modifica la estrategia quirúrgica, evalúa la eficacia de la corrección y monitoreo de la función ventricular izquierda. El recurso de esta técnica debe ser una rutina más y constituye un método con raras complicaciones. (53) El sistema de transferencia directa de imagen (*on line*) para el departamento de ecocardiografía puede evitar la presencia física permanente del cardiólogo en el quirófano, y el examen es realizado por un anestesista entrenado especialmente en los casos de monitoreo de la función ventricular izquierda. Por último, una de las ventajas importantes es que proporciona un inmediato *feed-back* para el cirujano acerca de los métodos utilizados, constituyendo así un medio de control y de aprendizaje en la técnica quirúrgica.

SUMMARY

USEFULNESS AND RENTABILITY OF ROUTINE TRANSESOPHAGEAL ECHOCARDIOGRAPHY IN CARDIAC SURGERY. ANALYSIS OF 130 CONSECUTIVE CASES

Background

The main aim of this study is to assess the value of routine intraoperative transesophageal echocardiography in unselected patients undergoing cardiac surgery.

Material and method

From February 1994 to May 1994 an intraoperative transesophageal echocardiography was routinely performed in patients undergoing cardiac surgery. A total of 130 studies were made to 128 patients (68 males and 60 females; mean age 49.4 ± 12.1 years). Indications for surgery were as following: a) coronary artery bypass graft: 39; b) valvular surgery: 76;

c) coronary artery bypass graft and valvular surgery: 5; d) thoracic aorta pathology associated or not to aortic valve surgery and/or coronary arteries reimplantation: 6; and e) other: 4. Transesophageal echocardiography was performed using either monoplane, biplane or multiplane probe and the image acquisition was made before thoracotomy and cardiopulmonary bypass and after cardiopulmonary bypass with hemodynamic stabilization.

Results

Precardiopulmonary bypass imaging yielded unsuspected findings in 11 patients (8.5%) that changed the planned surgery in 7 cases (5.4%). Postcardiopulmonary bypass echo study, modified the surgical strategy in 13 cases (10.9%) avoided one predetermined surgical procedure (tricuspid ring annuloplasty) and a new surgery in another case; led to three non-planned surgical procedures (by showing significant tricuspid regurgitation); to a further surgery in the same valve in 6 patients (mitral paravalvular leak with significant regurgitation in one patient, another mitral prosthesis dysfunction in one patient, residual mitral valve insufficiency after mitral valve repair in three patients and aortic prosthesis dysfunction in one patient); to an intraaortic counterpulsation balloon device in one patient and to new cardiopulmonary bypass due to an insufficient extraction of calcified pericardium in one case of constrictive pericarditis. In 23 cases (17.7%) transesophageal echocardiography has modified the anesthetic procedure by showing signs of hemodynamic changes before a Swan-Ganz catheter was inserted, thus prompting in the administration of fluids, inotropics or vasodilators. Intraoperative transesophageal echocardiography has changed the surgical and/or anesthetic plans in 43 cases (33.0%). There were no problems or complications related to the procedure.

Conclusions

Data indicate that intraoperative transesophageal echocardiography is useful to determine surgical plan and to assess the immediate operative results as well as a guide to anesthetic procedures.

Key words Transesophageal echocardiography - Intraoperative echocardiology - Heart surgery - Coronary disease surgery - Heart valve disease surgery

BIBLIOGRAFIA

- Labovitz AJ, Pearson AC. Intraoperative transesophageal echocardiography (5). *En: Transesophageal Echocardiography: Basic Principles and Clinical Applications*. London, Lea & Febiger, 1993: 47-56.
- Seward JB, Khanderia BK, Oh JK, Abel MD, Hughes R y col. Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlations, implementation and clinical applications. *Mayo Clinic Proc* 1988; 63: 649-680.
- García-Fernández MA. Ecocardiografía transesofágica. Madrid, Interamericana, McGraw Hill, 1991: I: 13-46, 60-69.
- Seward JB, Khanderia BK, Edwards WD, Oh JK, Freeman WK y col. Biplanar transesophageal echocardiography: Anatomic correlations, image orientation and clinical applications. *Mayo Clinic Proc* 1990; 65: 1193-1213.
- Seward JB, Khanderia BK, Freeman WK. Multiplane transesophageal echocardiography: image orientation, examination, anatomic correlations and clinical applications. *Mayo Clinic Proc* 1993; 68 (6): 523-551.
- Castello R, Lenzen P, Aguirre F, Labovitz AJ. Quantitation of mitral regurgitation by transesophageal echocardiography with Doppler color flow mapping. Correlation with cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 1516.
- García Fernández MA. Ecocardiografía transesofágica, Vol 1. New York, McGraw Hill, 1990: 5-33.
- Czer LS, Maurer G, Bolger AF, DeRobertis M, Resser K, Lee ME, Matloff JM. Intraoperative evaluation of mitral regurgitation by Doppler color flow mapping. *Circulation* 1987; 76 (Suppl III): III-108-116.
- Klein AL, Obarsky TP, Stewart WJ y col. Transesophageal Doppler echocardiography of pulmonary venous flow. A new marker of mitral regurgitation severity. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 518-526.
- Kapur KK, Fan P, Nanda NC y col. Doppler color flow mapping in the evaluation of prosthetic mitral and aortic valve function. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 1561-1571.
- Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC y col. Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1987; 9: 952.
- Meyerowitz CB, Jacobs LE, Kotler MN y col. Assessment of aortic regurgitation by transesophageal echocardiography. Correlation with angiographic determination. *Echocardiogr J Cardiovasc Ult* 1993; 10: 269-278.
- Reid CL, Yamachika S, Gardin JM. Transesophageal echocardiography evaluation of valvular heart disease. *En: Maurer G. Transesophageal echocardiography* (Chapter 5). New York, McGraw Hill, 1994: 67-86.
- Ribeiras R. Ecocardiografía transoperatoria. *Textos de Apoio. Ecocardiografía 93*. Faculdade de Medicina de Lisboa. GEPOG.
- Cohen G, Stewart WJ, Klein AL, Salcedo AA. A practical guide to intraoperative transesophageal and epicardial echocardiography. *En: Transesophageal echocardiography*. Mosby-Year Book, Inc, 1992: 123-140.
- Skeikh KH, De Bruijn NP, Rankin JS, Clements FM, Stanley T y col. The utility of TEE and Doppler color flow imaging in patients undergoing cardiac valve surgery. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 363-372.
- Lebonitz LE, Oka Y. Intraoperative transesophageal echocardiography: state of the art and future directions. *Coron Artery Disease* 1993; 4 (5): 407-412.
- Johnson ML, Holmes JH, Spangler RD, Paton BR. Usefulness of echocardiography in patients undergoing mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972; 64: 922-934.
- Sponitz HM. Two-dimensional ultrasound and cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 83: 43-51.
- Mindich BP, Goldman ME, Fuster V, Burgess N, Litwak R. Improved intraoperative evaluation of mitral valve operations utilizing two-dimensional contrast echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 112-118.
- Takamoto S, Kyo S, Adachi H, Matsumura M, Yokote Y, Omoto R. Intraoperative color flow mapping by real-time two-dimensional Doppler echocardiography for evaluation of valvular and congenital heart disease and vascular disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 802-812.
- Moya JL, Cardiel A. Ecocardiografía intraoperatoria. *En: Cardiel EA. Formación continuada en cardiología. Avances y nuevos procedimientos diagnósticos no invasivos en*

- cardiología (Cap 10). Barcelona, Ediciones Doyma, 1993: 81-92.
23. Sutton DC, Cahalan MK. Intraoperative assessment of left ventricular function with transesophageal echocardiography. *Clin Cardiol* 1993; 11 (3): 389-398.
 24. Matsumoto M, Oka Y, Strom J, Frishman W, Kadis A, Befcker R y col. Application of transesophageal echocardiography to continuous intraoperative monitoring of left ventricular performance. *Am J Cardiol* 1980; 46: 95.
 25. Bilotta F, Voci P, Scibilia G, Caretta Q, Mercanti C, Marino B. The identification of vital myocardium with the dopamine stimulation test: an intraoperative echocardiographic study. *Cardiología* 1993; 38 (3): 173-178.
 26. Lehman KG, Lu FA, McKenzie WB, Baresh PE, Prokop EK y col. Onset of altered intraventricular septal motion during cardiac surgery: assessment by continuous intraoperative transesophageal echocardiography. *Circulation* 1990; 82 (4): 1325-1334.
 27. Wranne B, Pinto FJ, Siegel LC, Miller DC, Schnittger L. Abnormal postoperative intraventricular motion. New intraoperative transesophageal echocardiography evidence support a novel hypothesis. *Am Heart J* 1993; 126: 161-167.
 28. Shah PM, Shapiro J. Intraoperative transesophageal echocardiography: An anesthesiologist's perspective. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991; 35 (8): 689-692.
 29. Smith JS, Cahalan MK, Benefiel DJ y col. Intraoperative of myocardial ischemia in high risk patients: Electrocardiography versus two-dimensional transesophageal echocardiography. *Circulation* 1985; 72: 1015-1021.
 30. Watanabe H, Panopulos J, Oka Y. TEE assessment of left ventricular function for intraoperative monitoring. *En: Maurer G. Transesophageal echocardiography* (Chapter 14). New York, McGraw Hill, 1994: 257-266.
 31. Leung JM, O'Kelly B, Browner WS y col. Prognostic importance of post-bypass surgery. SPI Research Group. *Anesthesiology* 1989; 71: 16-25.
 32. Heinrich H. Systolic Pressure. Dimension relationships and diastolic dimensions for monitoring of left ventricular function. *Transesophageal echocardiography in the operating room. En: Erbel R, Khanderia B, Meyer J, Seward JB, Tajik AJ. Transesophageal echocardiography. A new window to the heart.* New York, Springer-Verlag, 1989: 274-282.
 33. Van Daele M, Sutherland G, Mitchell M, Fraser A, Prakesh O, Roelandt RTC. Do changes in pulmonary capillary wedge reflect myocardial ischemia during anesthesia? A correlative preoperative hemodynamic, electrocardiographic and TEE study. *Circulation* 1990; 81 (3): 865-871.
 34. Haggmark S, Hohner P, Ostman M, Friedman A, Diamond G y col. Comparison of hemodynamic, electrocardiographic, mechanical and metabolic indicators of intraoperative myocardial ischemia in vascular surgical patients with coronary artery disease. *Anesthesiology* 1989; 70: 1925.
 35. Leung J, O'Kelly MB, Browner W, Tuban J, Mangano DT. Are regional wall motion abnormalities detected by TEE triggered by acute changes in supply and demand? *Anesthesiology* 1988; 69: A901-911.
 36. Guyton SW, Paull DL, Anderson RP. Mitral valve reconstruction. *Am J Surg* 1982; 163 (85): 497-501.
 37. Stewart WJ, Currie PJ, Salcedo EE, Lytle BW, Gill CC, Schiavone WA y col. Intraoperative color flow mapping for decision making in valve repair for mitral regurgitation. Technique and results in 100 patients. *Circulation* 1990; 81 (2): 556-566.
 38. Maurer G, Czer L, Chanx A, Bolger A, DeRobertis M, Resser K y col. Intraoperative Doppler color flow mapping for assessment of valve repair for mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1987; 60: 333-342.
 39. Akamatsu S, Terazawa E, Kaggawa K, Wakamatsu M, Vematsu H y col. Evaluation in intraoperative transesophageal echocardiography. *J Cardiol* 1991; 26 (Suppl): 103-108.
 40. Lee KS, Stewart WJ, Lever HM, Underwood PL, Cosgrove DM. Mechanism of outflow tract obstruction causing failed mitral valve repair: anterior displacement of leaflet coaptation. *Circulation* 1993; 88 (5, Pt 2): I124-29.
 41. Moulijn AC, Smulders YM, Koolen JJ, Voorn WJ, Visser CA. Intraoperative assessment of the mitral valve: transesophageal Doppler echocardiography vs left ventricular filling of the flaccid heart. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992; 6 (3): 122-126.
 42. Fuchs RM, Heuser RR, Yin FC, Brinker JA. Limitations of pulmonary wedge V-waves in diagnosing mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1982; 49: 849-854.
 43. De Simone R, Lange R, Saggaw W, Gaws G, Ttanzeem A, Haghl S. Intraoperative transesophageal echocardiography for the evaluation of mitral, aortic and tricuspid valve repair. A tool to optimize surgical outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992; 6 (12): 665-673.
 44. Mohr-Kahaly S, Kupferwasser I, Erbel R. Value and limitations of transesophageal echocardiography in the evaluation of aortic prosthesis. *J Am Echocardiogr* 1993; 9 (1): 12-20.
 45. Pretre R, Faidutti B, Lerch R. Intraoperative TEE in aortic valve repair. *Am Heart J* 1993; 125: 1822-1823.
 46. Meloni L, Aru G, Abbruzzese P, Cardu G, Ricchi A y col. Regurgitant flow of mitral valve prosthesis: an intraoperative transesophageal echocardiographic study. *J Am Soc Echocardiogr* 1994; 7 (1): 36-46.
 47. Stevenson JG, Sorensen GK. Significant reduction intraoperative color Doppler tricuspid jet area from effects of anesthesia prior to actual surgical repair. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 19-31.
 48. Johnston SR, Freeman WK, Schaff HV, Tajik AJ. Severe tricuspid regurgitation after mitral valve repair: diagnosis by intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1990; 3 (5): 416-419.
 49. DeSimone R, Lange R, Tanzeem A, Gans E, Hagl S. Adjustable tricuspid valve annuloplasty assisted by intraoperative transesophageal color Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1993; 71 (11): 926-931.
 50. Simon P, Owen AN, Havel M, Moidl R, Hiesmayr M y col. Transesophageal echocardiography in the emergency survival management of patients with aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103 (6): 1113-1118.
 51. Stevenson JG, Sorensen GR, Gartman DM, Hall DG, Rittewhouse EA. Left ventricular obstruction: an indication for intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1993; 6 (5): 525-535.
 52. Katz ES, Tunick PA, Rusinek H, Ribakove G, Spencer FC, Kronzon I. Protruding aortic atheromas predict stroke in elderly patients undergoing cardiopulmonary bypass: experience with intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Cardiol* 1992; 20 (1): 70-77.
 53. Rafferty T, LaMantia KR, David E, Phillips D, Harris S y col. Quality assurance for intraoperative transesophageal echocardiography: a report of 846 procedures. *Anesth Analg* 1993; 76 (2): 228-232.