

Artículo Especial

Papel de la ecocardiografía transesofágica en la cirugía mínimamente invasiva sobre la válvula mitral

Paula Carmona García^{a,*}, Carlos L. Errando^b e Iratxe Zarragoikoetxea Jauregui^a^a Servicio de Anestesia, Reanimación y Terapia del Dolor Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España^b Servicio de Anestesia, Reanimación y Terapia del Dolor, Consorcio Hospital General Universitario de Valencia, Valencia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 8 de octubre de 2015

Aceptado el 13 de octubre de 2015

On-line el 7 de diciembre de 2015

Palabras clave:

Cirugía cardíaca mínimamente invasiva

Válvula mitral

Ecocardiografía

RESUMEN

La ecocardiografía transesofágica en la cirugía mínimamente invasiva mitral es una técnica imprescindible en la actualidad. La diversa información que nos ofrece durante todo el proceso quirúrgico implementa la monitorización continua intraoperatoria, ayuda al cirujano a guiar su actuación ante campos quirúrgicos de escasa visualización, permite valorar exhaustivamente la enfermedad valvular y diagnosticar potenciales complicaciones derivadas de la cirugía. En este trabajo se revisan y concretan los aspectos principales y específicos de esta técnica como soporte a la cirugía mini-invasiva mitral.

© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Role of transoesophageal echocardiography in minimally invasive mitral valve surgery

ABSTRACT

Transoesophageal echocardiography is an essential technique in minimally invasive mitral surgery. It provides continuous haemodynamic monitoring for the anaesthetic management and provides assistance to the surgeons during the different stages of the procedure when visibility can be limited. This paper reviews the value and role of transoesophageal echocardiography during minimally invasive mitral valve surgery.

© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El abordaje más utilizado en cirugía cardíaca de la válvula mitral ha sido la esternotomía media, ya que permite una adecuada exposición del corazón y de los grandes vasos. La cirugía cardíaca mínimamente invasiva (CMIV) representa un cambio significativo en el abordaje quirúrgico. Incluye técnicas y tecnología que intentan minimizar el trauma quirúrgico a través de incisiones torácicas pequeñas^{1,2}. La *Society of Thoracic Surgery* de EE.UU.³ define la CMIV como cualquier procedimiento sobre el corazón no realizado a través de una esternotomía completa y con la asistencia de circulación extracorpórea (CEC). La estrategia de la CMIV introduce modificaciones en la canulación, en el pinzamiento aórtico y en la administración de la cardioplejia.

Las reticencias iniciales en la adopción de estas técnicas se han basado en la limitada exposición quirúrgica que podía comprometer la seguridad al incrementar los tiempos de pinzamiento aórtico y de CEC, así como las dificultades en la administración de la cardioplejia, lo que podría afectar negativamente los resultados.

En los últimos años el interés por estas técnicas ha crecido de forma paralela al desarrollo de la tecnología mediante la adaptación del instrumental quirúrgico, técnicas de perfusión alternativas, sistemas vídeoasistidos y robóticos, permitiendo intervenciones cardíacas menos invasivas sin afectar a los tiempos quirúrgicos, ni alterar los resultados quirúrgicos^{4–8}.

Aunque el aspecto técnico de cada vía de abordaje difiere ligeramente, sus objetivos son comunes: el desarrollo de una reparación o recambio valvular efectivo y seguro, con una reducción del trauma quirúrgico que logre minimizar el dolor postoperatorio, acelere la recuperación postoperatoria y la incorporación a la vida diaria^{9,10} y, por ende, reduzca la estancia hospitalaria y el consumo de recursos y, además, mejore los resultados estéticos y la satisfacción del paciente¹¹. La evidencia científica^{11–15} establece que en pacientes con enfermedad valvular mitral, la CMIV puede ser una alternativa a la cirugía mitral convencional (indicación clase II, nivel de evidencia B) dado que presenta frente a la cirugía convencional:

1. Resultados comparables de mortalidad a corto y largo plazo.
2. Morbilidad comparable (renal, pulmonar, cardíaca, percepción del dolor y tasas de reingreso).
3. Reducción de las complicaciones esterales, menor transfusión de concentrados de hematíes, reducción de la incidencia de

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: paulac.g@hotmail.com (P. Carmona García).

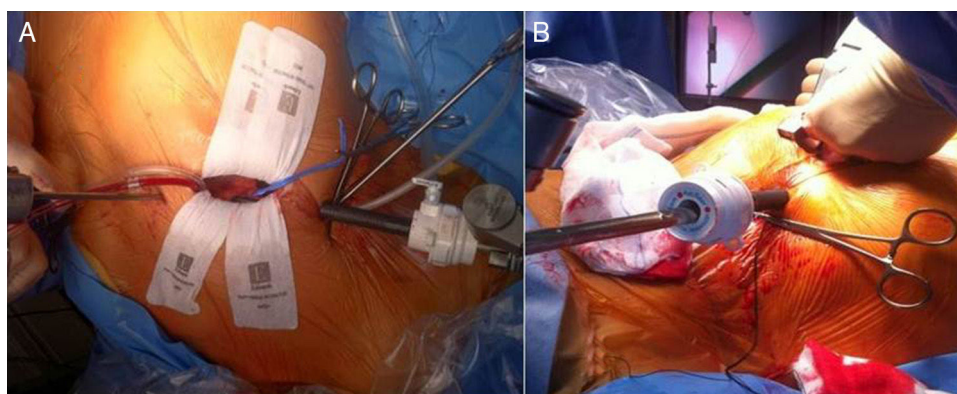


Figura 1. A) Incisión torácica. Separador quirúrgico de partes blandas. B) Introducción del trócar con la óptica de toroscopia de 30°.

fibrilación auricular postoperatoria, de la duración de la ventilación mecánica y las estancias en unidades de intensivos y hospitalarias.

A pesar de los beneficios expuestos, la CMIV no se encuentra exenta de ciertos inconvenientes como el potencial incremento del riesgo de accidentes cerebrovasculares, disección aórtica, parálisis del nervio frénico y tiempos quirúrgicos más prolongados.

La CMIV no está muy extendida en nuestro medio. Como cualquier técnica de nueva implantación, su difusión y puesta en marcha requiere la participación multidisciplinar tanto del equipo médico-quirúrgico como de los cuidados postoperatorios teniendo en cuenta la imprescindible curva de aprendizaje por parte de todos los profesionales implicados.

La ecocardiografía transesofágica (ETE) constituye actualmente una herramienta imprescindible en la monitorización hemodinámica de la cirugía cardíaca permitiendo evaluar con precisión la enfermedad valvular y la función cardíaca, así como el diagnóstico de potenciales complicaciones derivadas de la cirugía. En la CMIV, la ETE ayuda a diseñar el plan quirúrgico, dirige la canulación con seguridad, y es un elemento central para la obtención de resultados óptimos. El objetivo de este trabajo es detallar las peculiaridades de la ETE en la CMIV sobre la válvula mitral.

Papel de la ecocardiografía transesofágica en la cirugía cardíaca mínimamente invasiva

La CMIV vía minitoracotomía se realiza mediante incisiones de 5-7 cm en el hemitórax derecho a nivel del cuarto/quinto espacio intercostal y en la línea medioclavicular (fig. 1A). La CEC se realiza mediante canulación de la arteria femoral derecha (cánula 18-20 French [F]), de la vena femoral derecha (cánula 21-23 F), y canulación de la vena yugular interna derecha (cánula 18 F). Una vez establecida la CEC, la técnica más usada es la realización del pinzamiento aórtico mediante *clamp* transtorácico externo y la administración de cardioplejia anterógrada mediante aguja (fig. 1B).

La ETE es mandatoria en la CMIV. Si hay una contraindicación absoluta para la ETE esto constituye un criterio para no optar por la CMIV. En ocasiones excepcionales la ecografía epicárdica puede aplicarse a través de las incisiones, y es una alternativa cuando no se puede introducir la sonda transesofágica¹⁶.

La ETE en cirugía cardíaca permite la toma de decisiones quirúrgicas y médicas en el intraoperatorio^{17,18}. Además, la detección de hallazgos nuevos e inesperados en el examen intraoperatorio varía entre el 4 y el 25%^{17,19-21}. Particularmente en la cirugía de reparación de la válvula mitral, el impacto de la ETE es incuestionable y debería ser utilizada en todos los pacientes sometidos a cirugía sobre la válvula mitral (indicación clase I, nivel de evidencia B)^{22,23}.

La realización de un estudio exhaustivo que incluya los 11 y 20 planos estándares recomendados por la *American Society of Echocardiography* y por la *Society of Cardiovascular Anesthesiologists* permiten la valoración de los siguientes puntos de especial relevancia en la CMIV²⁴:

1. Valorar la idoneidad de la indicación de la CMIV.
2. Evaluación de la insuficiencia aórtica.
3. Colocación de las cánulas para la CEC.
4. Evaluación del aparato valvular mitral.
5. Factores de riesgo de la reparación.
6. Evaluación tras la salida de la CEC.

1. Valoración de la idoneidad de la indicación de la cirugía cardíaca mínimamente invasiva

La presencia de placas de ateroma significativas en la aorta descendente que pudieran ser movilizadas por la perfusión retrógrada constituye una contraindicación relativa para la CMIV (fig. 2). La presencia de trombos intramurales es también otra contraindicación para la introducción de guías en la aorta descendente por el alto riesgo de movilización y eventos aterotrombóticos.

2. Evaluación de la insuficiencia aórtica

En pacientes con insuficiencia aórtica superior a grado I o ligera, la CMIV debería ser considerada con cautela por los riesgos de una

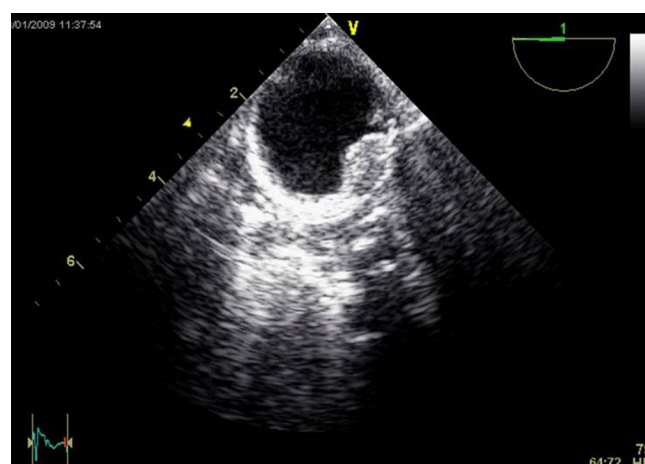


Figura 2. Plano transgástrico enfocado sobre aorta descendente. Placa de ateroma grado IV.

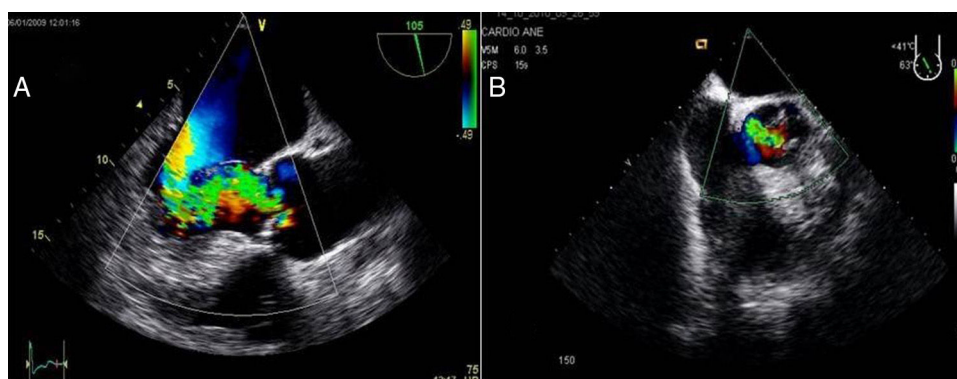


Figura 3. A) Plano mediesofágico 120°, válvula aórtica, eje largo. Doppler color que muestra chorro de regurgitación excéntrico dirigido hacia velo mitral anterior. B) Plano mediesofágico, válvula aórtica, eje corto con Doppler color. Evidencia de flujo retrógrado excéntrico.

inadecuada administración de la cardioplejia y los riesgos de distensión ventricular (figs. 3 A y B).

3. Canulación para la cirugía cardíaca mínimamente invasiva

Canulación venosa

El drenaje venoso del circuito del *bypass* cardiopulmonar es proporcionado de distintas maneras. Se dispone de varios tipos de cánulas largas de inserción percutánea a través de la vena femoral, y que alcanzan la aurícula derecha o la vena cava inferior. Tras la canalización de la vena femoral se inserta una guía que debe ser visualizada en aurícula derecha o en las venas cavas y, posteriormente se introduce la cánula en vena cava inferior y se confirma la adecuada posición mediante la ETE (figs. 4 y 5). La localización final de la cánula depende de la práctica individual y del tipo de procedimiento a realizar (fig. 6). Frecuentemente la localización es en la unión cavaauricular. En ocasiones, la utilización de una cánula multiperforada introducida desde la vena femoral y situada en la vena cava superior permite un drenaje adecuado si el cuerpo de la cánula está situado en la aurícula derecha.

En la mayor parte de los centros se emplea un drenaje suplementario introducido en la vena yugular interna derecha hasta la vena cava superior para el drenaje del territorio superior (figs. 5 y 6). La introducción de esta cánula en la vena yugular interna izquierda no se recomienda ya que aumenta el riesgo de lesión vascular, y al incrementar la distancia a la vena cava superior el drenaje puede ser más dificultoso.



Figura 4. Plano mediesofágico 90°, bicava. Visualización del tabique interauricular y guías en aurícula derecha.

La mejora en las técnicas de perfusión ha permitido la aplicación de una presión negativa de vacío que puede mejorar el drenaje venoso e incrementar el flujo entre el 20-40%^{25,26}.

La inserción de estos catéteres aumenta el riesgo de lesiones vasculares que es proporcional al tamaño de las cánulas. Como en cualquier acceso vascular, pueden ocurrir lesiones traumáticas locales, así como lesiones de grandes vasos. La perforación de la aurícula derecha, las venas cavas u otras estructuras vasculares dentro del pericardio puede dar lugar a un taponamiento cardíaco¹⁶. Es por ello que todos los esfuerzos deben ir encaminados a una técnica estéril utilizando el método de Seldinger para minimizar las lesiones, y la utilización de la ecografía para la localización del punto de punción. El uso de dilataores secuenciales con un incremento progresivo del diámetro favorece la introducción de la cánula (fig. 6C). Es recomendable la visualización de la guía intravascular y en la aurícula derecha tras la localización del acceso vascular²⁷.

La correcta posición de las guías y de las cánulas insertadas a nivel de la vena femoral y vena yugular interna derecha debe confirmarse en el plano ecográfico mediesofágico 90°, plano bicava (fig. 8). Si no se inserta una cánula en la vena yugular interna, la cánula introducida por la vena femoral debería quedar en una posición al menos a 2-3 cm en la vena cava superior. Si se decide la colocación de una segunda cánula en la vena yugular interna derecha, debe quedarse en la unión cavaauricular, y la cánula femoral posicionada en la vena cava inferior. Antes de la inserción de la cánula, la confirmación de la posición de la guía en la aurícula derecha es mandatoria para minimizar las complicaciones vasculares. Después de la inserción de la cánula es recomendable la realización de un test con suero salino agitado para asegurar la correcta posición endovascular de la cánula²⁸.

Algunas instituciones utilizan el catéter endopulmonar (*endopulmonary vent catheter* Edwards Lifesciences, Irvine, CA, EE.UU.) en conjunción con una cánula venosa femoral larga, con el objetivo de descomprimir el corazón en lugar de la canulación de la vena yugular interna derecha. Su inserción es similar a la de un catéter de arteria pulmonar y la confirmación de su colocación se realiza mediante la ETE o fluoroscopia. Tiene un diseño especial con múltiples orificios distales para permitir el drenaje de aproximadamente 50 ml/min para mejorar la exposición quirúrgica¹⁶. Esta estrategia es utilizada y aceptable en la CMIV ya que el acceso a la válvula mitral se realiza vía atriótoma izquierda en contraposición al abordaje vía transeptal utilizado con frecuencia en la cirugía convencional. Sin embargo, cuando es necesaria la apertura de la aurícula derecha, por ejemplo, por cirugía concomitante de cierre de defecto septal interauricular o cirugía sobre válvula tricúspide, la canulación bicava es obligatoria para evitar la entrada de aire en cavidades. Cuando se utiliza la canulación de la vena cava superior es necesaria la monitorización continua de la presión en la

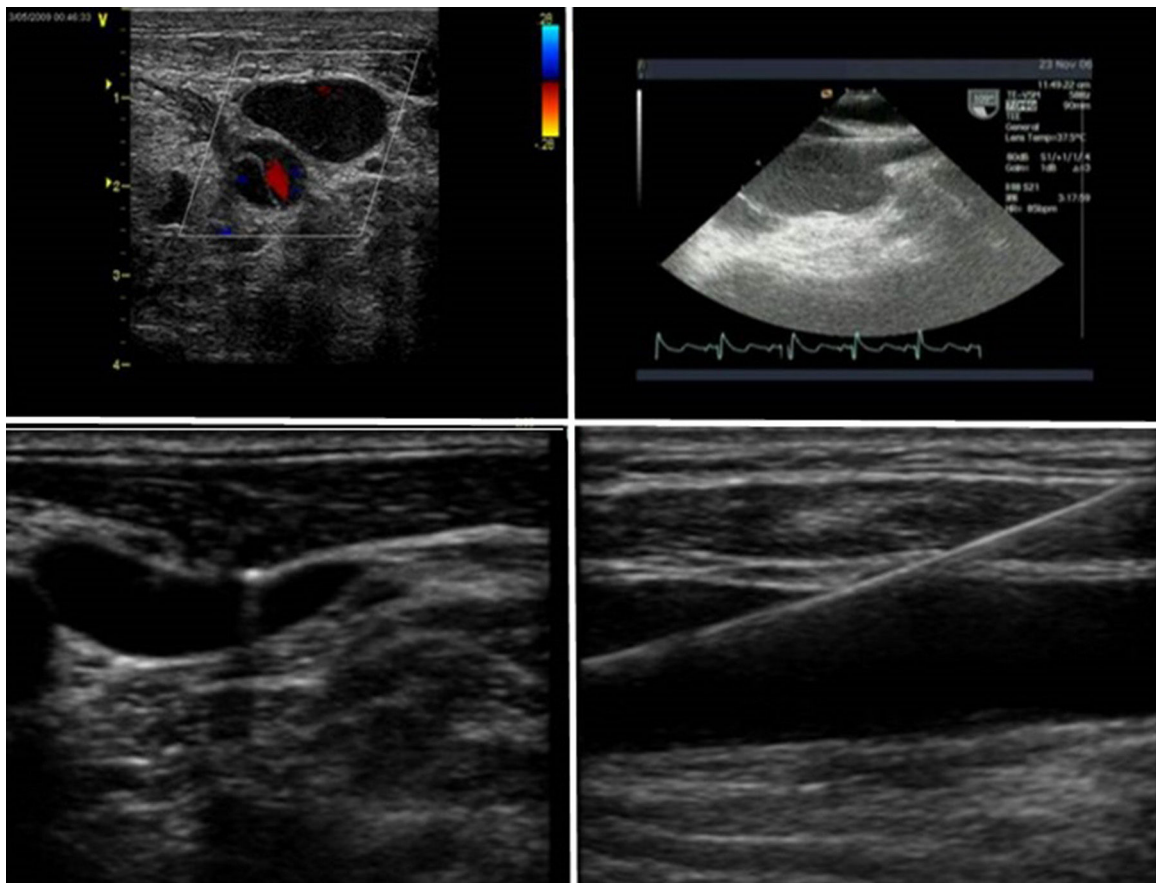


Figura 5. Ecografía de superficie en región cervical para la identificación de vena yugular interna derecha, y la introducción de guías para su canulación. En plano medioesofágico bicava se observa la guía introduciéndose en aurícula derecha.

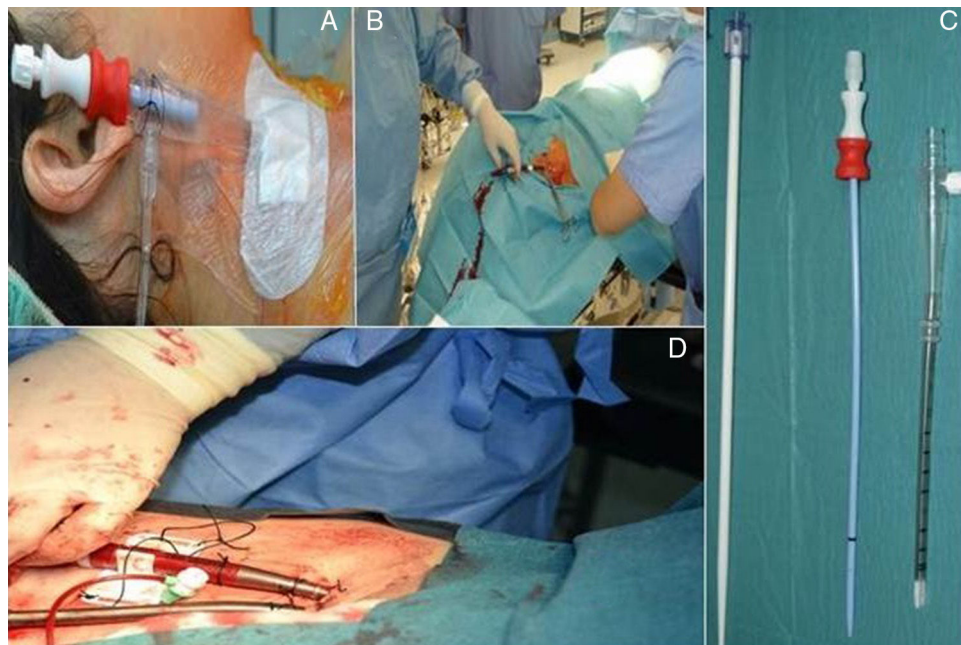


Figura 6. A y B) Canulación de la vena yugular interna derecha. C) Cánula Medtronic EOPA 18 F (Medtronic, Inn, EE.UU.). D) Canulación venosa y arterial en vena y arteria femoral.

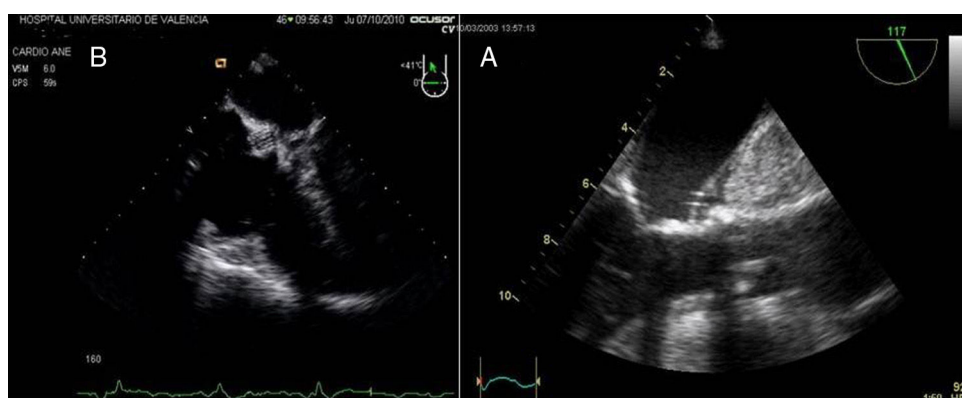


Figura 7. A) Plano mediesofágico válvula aórtica eje largo 120°. Hematoma periaórtico tras administración de cardioplejia intramural. B) Plano medio esofágico 4 cámaras. Evidencia de balón introduciéndose en seno coronario a nivel de aurícula derecha.

vena yugular interna derecha para confirmar el adecuado drenaje y evitar la congestión cerebral.

Canulación arterial

Independientemente del acceso arterial utilizado para la instauración del *bypass* cardiopulmonar vía percutánea central o canulación periférica o incluso mediante la canulación central directa, el papel del anestesiólogo resulta esencial para guiar la correcta posición de las cánulas mediante la ETE. La visualización de las guías por el cirujano para la inserción de las cánulas mediante técnica de Seldinger en la aorta descendente o ascendente es fundamental antes de la inserción de la cánula para evitar complicaciones vasculares (fig. 6D).

Como elemento fundamental de esta tecnología, inicialmente se utilizaba el balón aórtico intraluminal (*endoclamp aortic catheter*, Edwards Lifesciences, Irvine, CA, EE.UU.) para la realización del clampaje aórtico. Aunque, a lo largo de los años, se han hecho modificaciones, el concepto continúa siendo el mismo hoy día. El balón intraaórtico se coloca a través de un puerto lateral en forma de Y en la cánula arterial, y se avanza en la aorta descendente hasta llegar a la aorta ascendente. Este proceso requiere la monitorización continua con la ETE y la medición previa de los diámetros de la aorta. Alternativamente se puede insertar también a través de la arteria axilar o directamente vía cánula transtorácica. La visualización del *endoclamp* mediante la ETE en la aorta ascendente tiene que ser verificado en el plano mediesofágico, válvula aórtica, eje largo^{29,30}.

La medición de la aorta es importante ya que diámetros mayores de 3,5 cm pueden limitar la oclusión del flujo, y diámetros más pequeños pueden incrementar las posibilidades de migración del balón tras el inflado, así como el riesgo de lesión aórtica.

Tras la instauración de la circulación extracorpórea es necesario confirmar mediante la ETE que, con el hinchado del balón, el *endoclamp* permanece correctamente posicionado. El flujo de la cardioplejia debería ser visualizado mediante la ETE Doppler color. El posicionamiento por encima de la raíz aórtica es esencial para la adecuada administración de la cardioplejia y una cardioprotección adecuada. Por otra parte, la migración distal puede determinar la mala perfusión de los grandes vasos cerebrales. Este riesgo está presente a lo largo de todo el procedimiento. La monitorización de la migración distal del balón puede realizarse mediante la observación de las presiones arteriales invasivas en ambas extremidades superiores o, en lugar de la presión de la extremidad superior izquierda, emplearse la monitorización en arteria femoral. Una caída en la presión aislada del lado superior derecho indicaría una migración distal y una oclusión de la arteria innominada por el

balón. La oximetría cerebral puede también ser utilizada, aunque puede haber falsos negativos con un polígono de Willis completo permeable. La migración proximal del balón puede limitar la oclusión aórtica, impedir la adecuada protección miocárdica y lesionar la válvula aórtica.

Por estas razones, está cada vez más extendida la aplicación de un pinzamiento externo utilizando un *clamp* transtorácico angulado denominado de Chitwood (Scanlan International Inc, Minneapolis MN, EE.UU.) que es guiado hacia la aorta ascendente mediante visión directa o mediante visión endoscópica. Se coloca también el catéter para la administración de cardioplejia anterógrada. Las ventajas y popularidad de esta técnica sobre el clásico *port access* están basadas en la facilidad de la técnica, la menor dependencia del control ecocardiográfico, menores costes económicos y menores riesgos vasculares y de disección de aorta. La elevación de la presión arterial puede ser el primer signo de disección, y la evaluación ecocardiográfica de la aorta ascendente y descendente tras la instauración del *bypass* descartarla, ya que los signos externos son más tardíos. El reconocimiento precoz de esta situación, y la instauración de flujo anterógrado puede minimizar los daños (fig. 7A).

Administración de cardioplejia en la cirugía cardiaca mínimamente invasiva

En la CMIV la administración de cardioplejia retrógrada vía catéter en el seno coronario puede ser difícil por la inserción del mismo, pero tiene la ventaja de permitir administrar la cardioplejia y realizar una cirugía completamente endoscópica. La canulación del seno coronario a través de un puerto desde una posición quirúrgica es factible aunque es imprescindible la confirmación de la posición exacta de la cánula mediante ecocardiografía (fig. 7B). Otra opción para la canulación del seno coronario es la inserción percutánea de un catéter desde la vena yugular interna derecha y posicionarlo en el seno coronario³¹. El catéter para la administración de cardioplejia retrógrada desde el seno coronario es insertado a través de un introductor de 11 F. Es similar a un catéter de 3 lúmenes con un balón al final que permite la oclusión del seno coronario, la medición de las presiones distales (la transmisión de una onda de aspecto ventricular confirma la correcta posición) y la infusión de la cardioplejia. Su inserción puede estar guiada por la ETE o por fluoroscopia. Es necesario garantizar un equilibrio en la inserción del catéter, para evitar introducirlo demasiado, asegurar la administración de cardioplejia a todos los segmentos y evitar posicionarlo muy cerca de su entrada con el riesgo de la malposición y dislocación con los movimientos quirúrgicos. A pesar de ello se ha sugerido que la distribución de la cardioplejia ocurre independientemente de la posición del

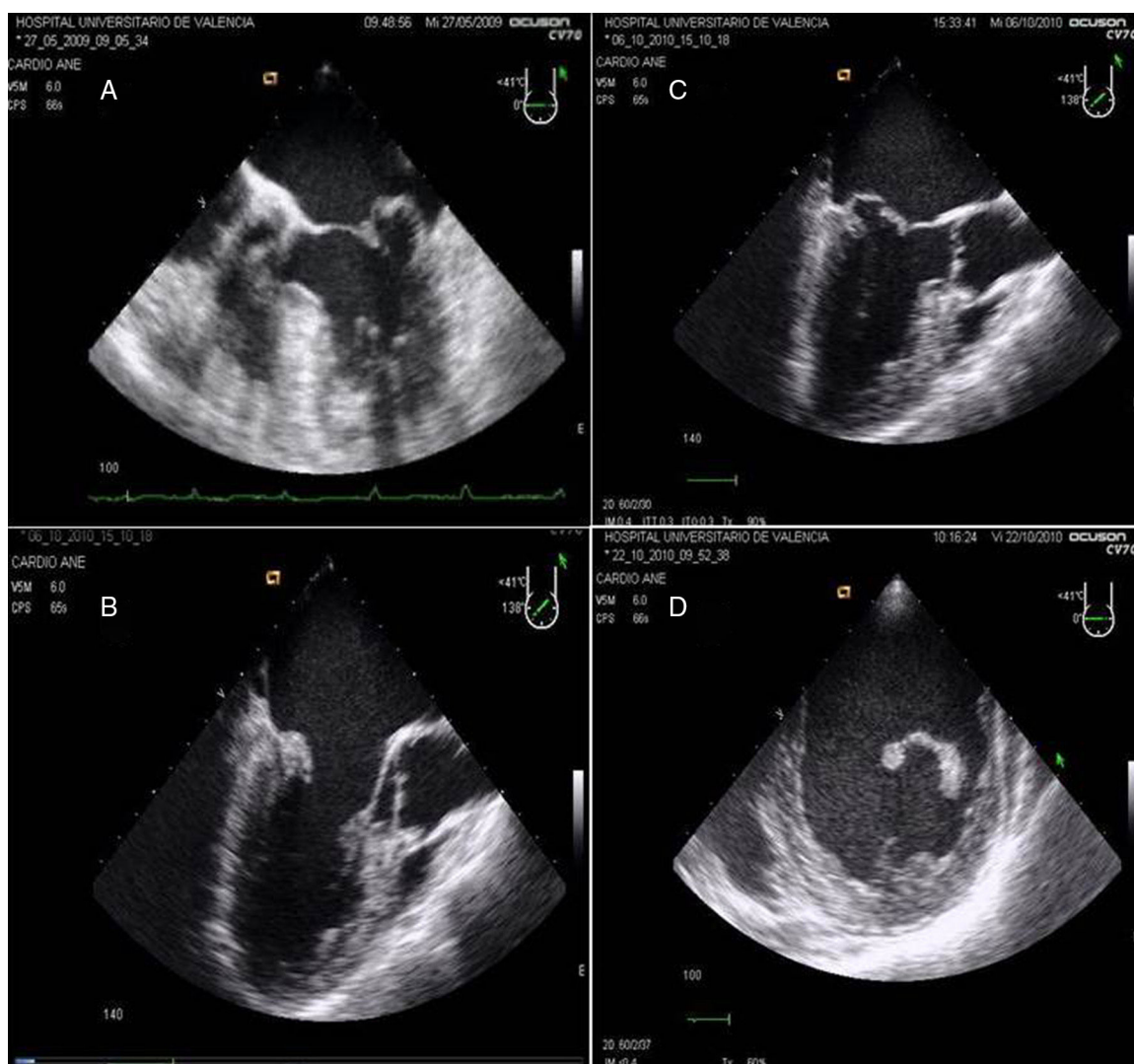


Figura 8. A) Plano medioesofágico 4 cámaras 0°. Evidencia de prolapso de velo posterior festón P2. B) Plano medioesofágico eje largo 3 cámaras para la medición de la longitud del velo anterior mitral. C) Plano medioesofágico eje largo 3 cámaras. Prolapso mitral de festón posterior P2 y anterior A2 en plano medioesofágico 3 cámaras. D) Plano transgástrico eje corto 0°. Ventrículo izquierdo de dimensiones aumentadas y pared posterior adelgazada.

catéter por la amplia red de colaterales dentro del sistema venoso cardiaco³².

Por las dificultades técnicas de la inserción del catéter en seno coronario, el mayor tiempo consumido en su inserción³³, y el riesgo de complicaciones asociadas (rotura de seno coronario, perforación atrial³⁴) no se ha popularizado ni extendido de manera uniforme. Por otra parte, la confianza de los cirujanos en que no es necesaria la administración de cardioplejia retrógrada para proteger el corazón, si se administra la cardioplejia anterógrada adecuadamente, ha determinado la escasa difusión de esta técnica. Indicaciones especiales, no absolutas, para la administración de cardioplejia retrógrada podrían ser los pacientes con hipertrofia ventricular muy significativa, casos en los que se prevén tiempos quirúrgicos largos, pacientes con historia previa de revascularización coronaria, en especial en aquellos con un injerto permeable de mamaria y en los pacientes con insuficiencia aórtica severa. Pacientes con cirugía previa de revascularización coronaria han sido sometidos con éxito a la CMIV sin cardioplejia retrógrada³⁵.

En pacientes con miocardiopatía dilatada, baja fracción de eyección o aorta de porcelana, algunos autores proponen la técnica de cirugía con corazón latiendo o en fibrilación con resultados comparables a la cirugía con cardioplejia estándar³⁶.

4. Evaluación de la válvula mitral y del aparato subvalvular

Dadas las limitaciones del campo quirúrgico en la CMIV, la descripción detallada de los mecanismos de insuficiencia mitral y las medidas del anillo y del velo mitral anterior, resulta fundamental para el diseño en la estrategia quirúrgica²⁸.

Para algunos grupos, la presencia de calcificación anular mitral severa constituye una contraindicación. El hallazgo de otra enfermedad concomitante que requiera intervención y que no pueda ser abordada por la minitoracotomía, debe ser valorada cuidadosamente antes de la incisión.

La evaluación de la válvula mitral se realiza por la ETE mediante los planos: medioesofágico 4 cámaras, 2 cámaras, plano bicomissural, 3 cámaras, plano transgástrico 2 cámaras eje largo y eje corto (fig. 8).

En la evaluación ecocardiográfica es necesario medir las dimensiones del ventrículo izquierdo en sístole y diástole, del aparato subvalvular, los músculos papilares y las cuerdas tendinosas. El plano transgástrico permite la visualización de la válvula mitral y sus velos, así como el área de apertura y la visualización de todos los segmentos y las comisuras. En los planos medioesofágicos se puede valorar la movilidad y funcionalidad de la válvula. El

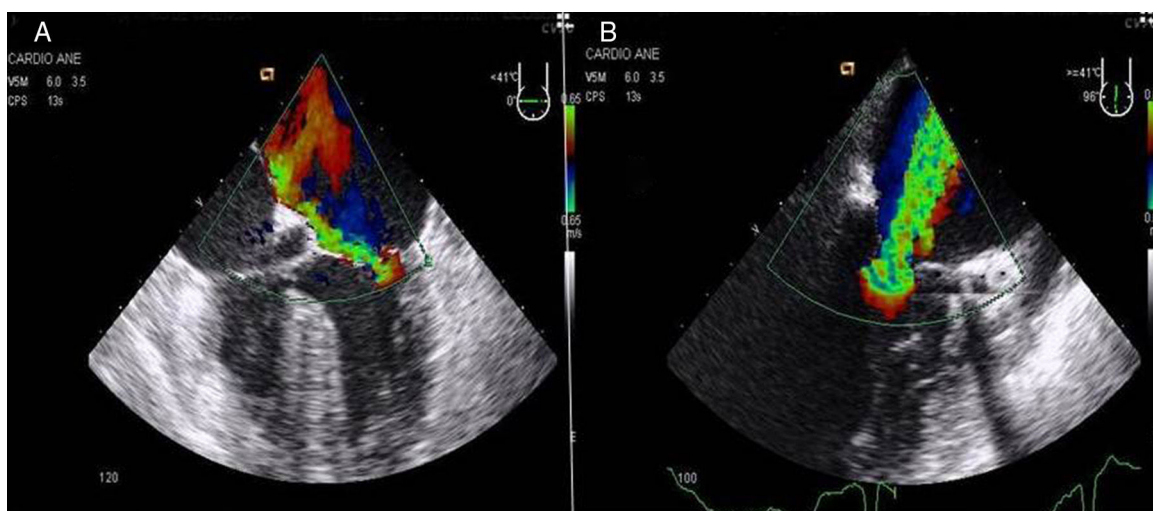


Figura 9. A) Plano medioesofágico 4 cámaras 0°. Chorro de regurgitación mitral excéntrico con efecto Coanda. B) Plano medioesofágico 2 cámaras 90°. Chorro de insuficiencia mitral. Medición de vena contracta en la porción más estrecha del chorro regurgitante.

valor de la ecocardiografía 3D en este campo es cada vez más importante por la mejora en la definición de la función y anatomía que ofrece^{37–40}, especialmente en la enfermedad comisural.

Para la correcta selección de la técnica quirúrgica es necesario definir adecuadamente los segmentos patológicos y la causa de la disfunción. Así mismo, es recomendable la medición del velo anterior mitral en el plano medioesofágico, 3 cámaras, eje largo para orientar la selección del tamaño del anillo para la anuloplastia⁴¹.

Para la cuantificación de la severidad de la regurgitación mitral se emplean en el intraoperatorio:

1. El cálculo del área del orificio de regurgitación efectivo (ORE) mediante el método del área de superficie de velocidades proximales (PISA). Es el parámetro más fiable cuando sea posible realizarlo. Sin embargo en los chorros excéntricos puede ser difícil de calcular (fig. 9A).
2. La medición de la vena contracta: es la parte más estrecha del flujo de regurgitación con la máxima velocidad del flujo medido en el lado auricular a nivel de la punta de los velos mitrales (fig. 9B). Una vena contracta de <3 mm se considera ligera, y >7 mm es específica de regurgitación severa. Los valores intermedios se correlacionan pobremente con la severidad, por lo que debería ser utilizado otro método de cuantificación. La medición de la vena contracta es de gran utilidad para los flujos centrales y excéntricos, pero es difícil de aplicar en los chorros múltiples.
3. La evaluación del flujo en las venas pulmonares: El flujo normal en las venas pulmonares se caracteriza por una onda S (relajación de la aurícula y llenado de la misma) mayor que una onda D (correspondiente a la contracción de la aurícula) y en la misma dirección. Con el incremento de la severidad de la regurgitación mitral, la velocidad de la onda sistólica S disminuye e incluso en ocasiones se invierte el flujo. En presencia de un *jet* excéntrico, la evaluación de todas las venas pulmonares debe realizarse con precaución.
4. Otros métodos semicuantitativos pueden ser utilizados para cuantificar la severidad: Densidad de la señal del flujo regurgitante mediante Doppler continuo y el ratio entre el área del *jet* regurgitante en Doppler color/área de la aurícula izquierda (%).

Es necesario recordar que la evaluación intraoperatoria de la severidad de la regurgitación mitral con anestesia general puede infraestimarla debido a la alteración de precarga y poscarga⁴². La

adecuación de las condiciones fisiológicas mediante fármacos y cambios del límite Nyquist puede compensar este efecto.

5. Evaluación de factores de riesgo prequirúrgicos de movimiento sistólico anterior posreparación mitral

El movimiento sistólico anterior (SAM) secundario es una complicación única de la reparación mitral. La incidencia postoperatoria oscila entre el 1-16%²⁸. El SAM puede aparecer como una protrusión mínima de una cuerda en el tracto de salida, o como una obstrucción completa del tracto de salida por el velo anterior mitral que comprometa la vida y con regurgitación mitral severa. En la ETE preoperatoria es muy importante la identificación de los factores de riesgo. El ratio entre la medición del velo anterior/posterior < 1,4, la altura absoluta del velo posterior (> 1,5 cm), la hipertrofia septal > 15 mm y la distancia mínima desde el punto de coaptación hasta el septo (C-Sept, < 2,5 cm) pueden usarse como predictores de obstrucción dinámica al flujo en el tracto de salida y SAM posreparación⁴³. Esta información es útil para adecuar la técnica quirúrgica y reducir el riesgo de SAM postoperatorio (fig. 10).



Figura 10. Plano medioesofágico 4 cámaras. Distancia desde septo-punto de coaptación mitral.

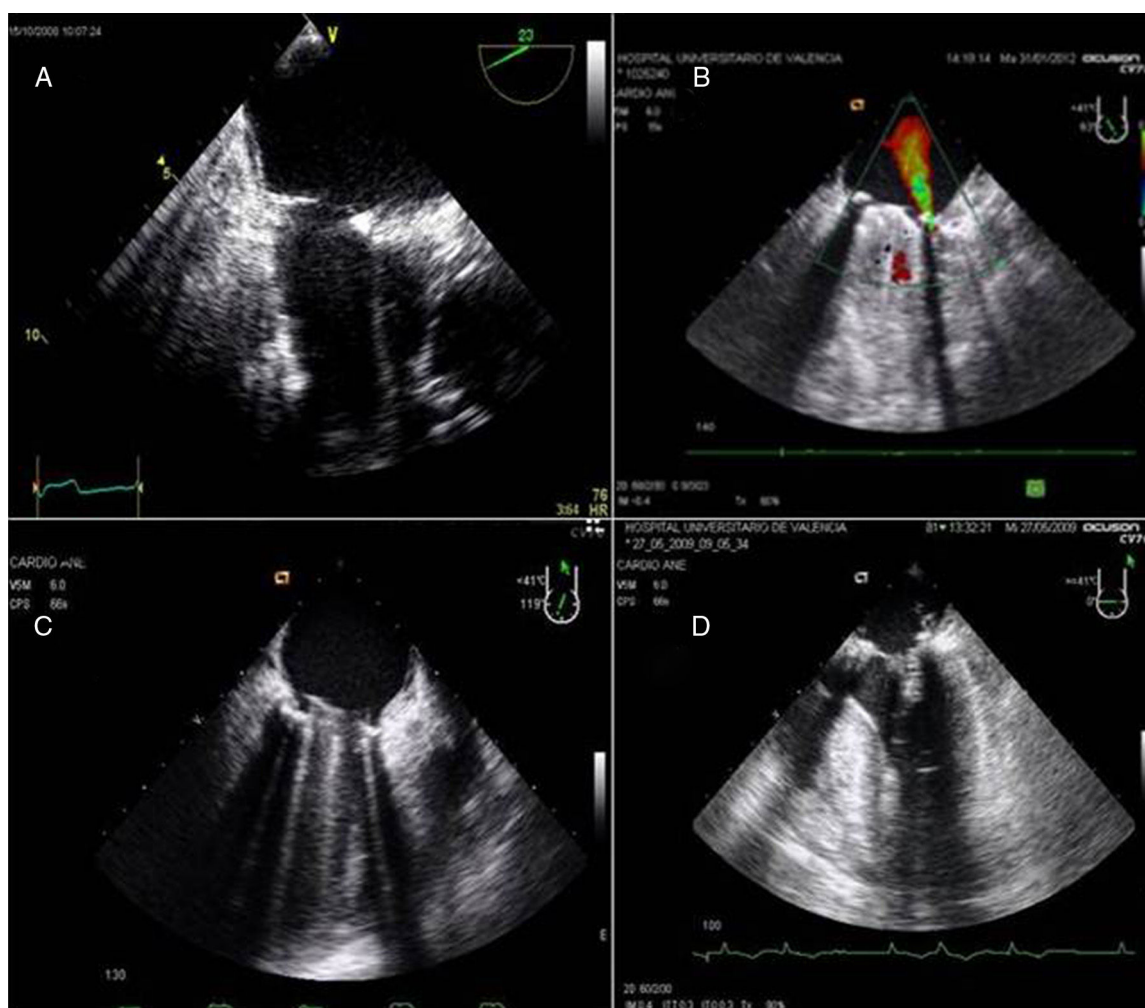


Figura 11. A) Burbuja aérea en aurícula izquierda. B) Plano medioesofágico 2 cámaras 90°. Sustitución valvular mitral con evidencia de fuga periprotésica tras salida de circulación de extracorpórea. C) Plano medioesofágico 2 cámaras. Válvula mitral protésica normofuncionante. D) Plano medioesofágico 4 cámaras 0°. Anuloplastia mitral por abordaje miniinvasivo.

6. Evaluación tras salida de circulación extracorpórea

La evaluación tras salida de CEC se centra en los siguientes aspectos:

1. Evaluación de la función de la global sistólica para salida de CEC y la posible lesión de la arteria circunfleja durante la colocación del anillo mitral.
2. Correcto proceso de deaireación de cavidades.
3. Evaluación de la insuficiencia mitral residual tras reparación o recambio.
4. Evaluación de posible estenosis mitral.
5. Evaluación de potenciales complicaciones de una reparación mitral (SAM, lesión de arteria circunfleja), evaluación de disección aórtica o hematoma aórtico.
6. Evaluación de disección aórtica o hematoma aórtico.

Inmediatamente tras la liberación del pinzamiento aórtico, la visualización de la arteria circunfleja permite la detección precoz de una arteria comprometida si la visualización ha cambiado con respecto a la evaluación preoperatoria⁴⁴. Con la ecocardiografía 3D podría definirse la causa de la distorsión.

Antes de la retirada de los catéteres de drenaje ventriculares es necesario comprobar ecográficamente la correcta deaireación

de las cavidades cardíacas para evitar embolismos aéreos en las arterias coronarias (fig. 11A). El aire intracavitario es visualizado como burbujas ecodensas en los planos mediosofágicos.

La evaluación de la regurgitación mitral residual debe realizarse de forma completa y sistemática tras la salida de la CEC mediante los métodos descritos anteriormente (figs. 11B-D). La medición de gradientes tras la reparación es un aspecto más a valorar. Un gradiente medio de presión de > 7 mmHg medido con Doppler continuo se asocia a estenosis mitral significativa, aunque es necesario tomar con precaución estos gradientes. El estudio debe ser completado con una medición del área de apertura mediante planimetría en el plano transgástrico eje corto mediante 2D y, preferiblemente, mediante 3D.

La obstrucción dinámica del tracto de salida acompañado de SAM es visualizada si está presente en el plano medioesofágico eje largo 5 cámaras o plano mediosofágico eje largo 3 cámaras. El Doppler continuo en el tracto de salida alineado con el flujo de eyección ofrece una característica onda en forma de daga debido a que el gradiente pico de presión ocurre al final de la sístole (fig. 12). Es recomendable realizar la medición de los gradientes en el plano transgástrico profundo o transgástrico eje largo, donde el Doppler está alienado con el flujo de salida.

Finalmente, la exclusión de una nueva regurgitación aórtica debido a la captura del velo no coronario de la válvula aórtica



Figura 12. Plano medioesofágico 4 cámaras. Hipertrofia septal y anuloplastia y reparación mitral. Obstrucción dinámica al tracto de salida con incremento del gradiente al final de la sístole en el tracto de salida medido mediante Doppler continuo.

por la sutura de la anuloplastia, una disección aórtica⁴⁵ o una rotura ventricular⁴⁶ debería ser parte del examen rutinario tras la salida de la CEC.

Conclusión

En conclusión, la ETE intraoperatoria en la CMIV sobre válvula mitral es una técnica imprescindible, constituye una indicación mandatoria, y la información proporcionada durante las distintas fases de la intervención es de inestimable ayuda para incrementar la seguridad y calidad de la intervención y resultados en los pacientes sometidos a cirugía mínimamente invasiva de la válvula mitral.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Glower DD, Landolfo KP, Clements F, Debruijn NP, Stafford-Smith M, Smith PK, et al. Mitral valve operation via Port Access versus median sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998;14 Suppl 1:S143–7.
2. Grossi EA, Zakow PK, Ribakove G, Kallenbach K, Ursomanno P, Graded CE, et al. Comparison of post-operative pain, stress response, and quality of life in port access vs. standard sternotomy coronary bypass patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16 Suppl 2:S39–42.
3. Schmitto JD, Mokashi SA, Cohn LH. Minimally-invasive valve surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56:455–62.
4. Aybek T, Dogan S, Risteski PS, Zierer A, Wittlinger T, Wimmer-Greinecker G, et al. Two hundred forty minimally invasive mitral operations through right minithoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2006;81:1618–24.
5. Galloway AC, Shemin RJ, Glower DD, Boyer JH Jr, Groh MA, Kuntz RE, et al. First report of the Port Access International Registry. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:51–6, discussion 57–58.
6. Felger JE, Nifong LW, Chitwood WR Jr. The evolution and early experience with robot-assisted mitral valve surgery. *Curr Surg.* 2001;58:570–5.
7. Goldstone AB, Atluri P, Szeto WY, Trubelja A, Howard JL, MacArthur JW Jr, et al. Minimally invasive approach provides at least equivalent results for surgical correction of mitral regurgitation: A propensity-matched comparison. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145:748–56.
8. Anderson CA, Kypson AP, Chitwood WR Jr. Robotic mitral surgery: Current and future roles. *Curr Opin Cardiol.* 2008;23:117–20.
9. Yamada T, Ochiai R, Takeda J, Shin H, Yozu R. Comparison of early postoperative quality of life in minimally invasive versus conventional valve surgery. *J Anesth.* 2003;17:171–6.
10. Walther T, Falk V, Metz S, Diegeler A, Battellini R, Autschbach R, et al. Pain and quality of life after minimally invasive versus conventional cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1643–7.
11. Modi P, Hassan A, Chitwood WR Jr. Minimally invasive mitral valve surgery: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;34:943–52.
12. Grossi EA, Galloway AC, LaPietra A, Ribakove GH, Ursomanno P, Delianides J, et al. Minimally invasive mitral valve surgery: A 6-year experience with 714 patients. *Ann Thorac Surg.* 2002;74:660–3, discussion 663–664.
13. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Walther T, van Son JA, Autschbach R. Minimally invasive port-access mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;115:567–74, discussion 574–576.
14. Cosgrove DM 3rd, Sabik JF, Navia JL. Minimally invasive valve operations. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:1535–8, discussion 1538–1539.
15. Cheng DC, Martin J, Lal A, Diegeler A, Folliguet TA, Nifong LW, et al. Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery: A meta-analysis and systematic review. *Innovations (Phila).* 2011;6:84–103.
16. Vernick WJ, Woo JY. Anesthetic considerations during minimally invasive mitral valve surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2012;16:11–24.
17. Eltzschig HK, Rosenberger P, Löffler M, Fox JA, Aranki SF, Shernan SK. Impact of intraoperative transesophageal echocardiography on surgical decisions in 12,566 patients undergoing cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2008;85:845–52.
18. Minhaj M, Patel K, Muzic D, Tung A, Jeevanandam V, Raman J, et al. The effect of routine intraoperative transesophageal echocardiography on surgical management. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2007;21:800–4.
19. Skinner HJ, Mahmoud A, Uddin A, Mathew T. An investigation into the causes of unexpected intra-operative transoesophageal echocardiography findings. *Anaesthesia.* 2012;67:355–60.
20. Klein AA, Snell A, Nashef SA, Hall RM, Kneeshaw JD, Arrowsmith JE. The impact of intra-operative transoesophageal echocardiography on cardiac surgical practice. *Anaesthesia.* 2009;64:947–52.
21. Buck T, Kortmann K, Plicht B, Kamler M, Tsagakis K, Thielmann M, et al. Critical importance of unsuspected findings detected by intraoperative transesophageal echocardiography for decision making during cardiac surgery. *Clin Res Cardiol.* 2013;102:351–9.
22. Quigley RL. The role of echocardiography in mitral valve dysfunction after repair. *Minerva Cardioangiol.* 2007;55:239–46.
23. Freeman WK, Schaff HV, Khandheria BK, Oh JK, Orszulak TA, Abel MD, et al. Intraoperative evaluation of mitral valve regurgitation and repair by transesophageal echocardiography: Incidence and significance of systolic anterior motion. *J Am Coll Cardiol.* 1992;20:599–609.
24. Reeves ST, Finley AC, Skubas NJ, Swaminathan M, Whitley WS, Glas KE, et al. Basic perioperative transesophageal echocardiography examination: A consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26:443–56.

25. Toomasian JM, McCarthy JP. Total extrathoracic cardiopulmonary support with kinetic assisted venous drainage: Experience in 50 patients. *Perfusion*. 1998;13:137–43.
26. Chauhan S, Sukesan S. Anesthesia for robotic cardiac surgery: An amalgam of technology and skill. *Ann Card Anaesth*. 2010;13:169–75.
27. Chaney MA, Minhaj MM, Patel K, Muzic D. Transoesophageal echocardiography and central line insertion. *Ann Card Anaesth*. 2007;10:127–31.
28. Ender J, Sgouropoulou S. Value of transesophageal echocardiography (TEE) guidance in minimally invasive mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2:796–802.
29. Falk V, Walther T, Diegeler A, Wendler R, Autschbach R, van Son JA, et al. Echocardiographic monitoring of minimally invasive mitral valve surgery using an endoaortic clamp. *J Heart Valve Dis*. 1996;5:630–7.
30. Aybek T, Doss M, Abdel-Rahman U, Simon A, Miskovic A, Risteski PS, et al. Echocardiographic assessment in minimally invasive mitral valve surgery. *Med Sci Monit*. 2005;11:MT27–32.
31. Siegel LC. Coronary sinus catheterization for minimally invasive cardiac surgery. *Anesthesiology*. 1999;90:1232–3.
32. Grocott HP, Smith MS, Glower DD, Clements FM. Endovascular aortic balloon clamp malposition during minimally invasive cardiac surgery: Detection by transcranial Doppler monitoring. *Anesthesiology*. 1998;88:1396–9.
33. Lebon JS, Couture P, Rochon AG, Laliberte E, Harvey J, Aube N, et al. The endovascular coronary sinus catheter in minimally invasive mitral and tricuspid valve surgery: A case series. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010;24:746–51.
34. Abramson DC, Giannotti AG. Perforation of the right ventricle with a coronary sinus catheter during preparation for minimally invasive cardiac surgery. *Anesthesiology*. 1998;89:519–21.
35. Meyer SR, Szeto WY, Augoustides JG, Morris RJ, Vernick WJ, Paschal D, et al. Reoperative mitral valve surgery by the port access minithoracotomy approach is safe and effective. *Ann Thorac Surg*. 2009;87:1426–30.
36. Garbade J, Davierwala P, Seeburger J, Pfannmueller B, Misfeld M, Borger MA, et al. Myocardial protection during minimally invasive mitral valve surgery: Strategies and cardioplegic solutions. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2:803–8.
37. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T, et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25:3–46.
38. Grewal J, Mankad S, Freeman WK, Click RL, Suri RM, Abel MD, et al. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22:34–41.
39. Mukherjee C, Tschernich H, Kaisers UX, Eibel S, Seeburger J, Ender J. Real-time three-dimensional echocardiographic assessment of mitral valve: Is it really superior to 2D transesophageal echocardiography? *Ann Card Anaesth*. 2011;14:91–6.
40. Manda J, Kesanolla SK, Hsuing MC, Nanda NC, Abo-Salem E, Dutta R, et al. Comparison of real time two-dimensional with live/real time three-dimensional transesophageal echocardiography in the evaluation of mitral valve prolapse and chordae rupture. *Echocardiography*. 2008;25:1131–7.
41. Ender J, Koncar-Zeh J, Mukherjee C, Jacobs S, Borger MA, Viola C, et al. Value of augmented reality-enhanced transesophageal echocardiography (TEE) for determining optimal annuloplasty ring size during mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2008;86:1473–8.
42. Grewal KS, Malkowski MJ, Piracha AR, Astbury JC, Kramer CM, Dianzumba S, et al. Effect of general anesthesia on the severity of mitral regurgitation by transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol*. 2000;85:199–203.
43. Maslow AD, Regan MM, Haering JM, Johnson RG, Levine RA. Echocardiographic predictors of left ventricular outflow tract obstruction and systolic anterior motion of the mitral valve after mitral valve reconstruction for myxomatous valve disease. *J Am Coll Cardiol*. 1999;34:2096–104.
44. Ender J, Singh R, Nakahira J, Subramanian S, Thiele H, Mukherjee C. Echo didactic: Visualization of the circumflex artery in the perioperative setting with transesophageal echocardiography. *Anesth Analg*. 2012;115:22–6.
45. Williams ML, Sheng S, Gammie JS, Rankin JS, Smith PK, Hughes GC, et al. Clark Award Aortic dissection as a complication of cardiac surgery: Report from the Society of Thoracic Surgeons database. *Ann Thorac Surg*. 2010;90:1812–6, discussion 1816–1817.
46. Deniz H, Sokullu O, Sanioglu S, Sargin M, Ozay B, Ayoglu U, et al. Risk factors for posterior ventricular rupture after mitral valve replacement: Results of 2560 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34:780–4.



BIOMED



unidix

Especialistas en cirugía cardiovascular

desde 1977 al cuidado de tu salud



91 803 28 02



info@biomed.es