

Papel actual de la técnica de acceso Heart Port™ en la cirugía valvular

María Jesús López-Gude,
Diana García-Sáez, Alberto Forteza-Gil,
Enrique Pérez de la Sota,
Jorge Centeno-Rodríguez,
Jose María Cortina-Romero

*Servicio de Cirugía Cardíaca
Hospital 12 de Octubre, Madrid*

En los últimos 15 años se han desarrollado nuevas tecnologías en cirugía cardíaca para evitar la incisión más frecuente, la esternotomía media, o la circulación extracorpórea, intentando así realizar una cirugía menos invasora. Entre estas técnicas se sitúa la cirugía mediante puertos o Heart Port™. Los principales beneficios de esta técnica radican, entre otros, en la disminución del traumatismo quirúrgico, lo que se asocia a una disminución del dolor postoperatorio y de la estancia hospitalaria así como a una mayor satisfacción de los pacientes desde un punto de vista estético. La cirugía valvular mitral y/o tricúspide de mínimo acceso es, en la actualidad, una técnica reproducible y segura, que puede desarrollarse con una morbimortalidad semejante a la técnica convencional, considerándose a día de hoy una opción válida de tratamiento para cualquier paciente sometido a una cirugía de sustitución o reparación mitral o tricúspide. En este artículo se describen las peculiaridades de la técnica quirúrgica y se analizan los resultados en cuanto a morbimortalidad postoperatoria de las diferentes series publicadas.

Palabras clave: Heart Port™. Mínimo acceso. Endoclamp®.

Heart Port™ access technique for valvular surgery

In the past 15 years new technologies have been developed in cardiac surgery to avoid both the most common incision and extracorporeal circulation trying to perform less invasive surgery. Heart Port™ access is among these new techniques. The main benefits of this approach are among others decreased surgical trauma, which is associated to a reduction in postoperative pain and hospital stay as well as a greater satisfaction of patients from an aesthetic point of view. Nowadays minimally invasive cardiac surgery is effectively associated with low morbidity and mortality and it is considered a valid treatment option for any mitral or tricuspid valvular surgery. This article describes surgical aspects of minimally invasive surgery and analyses morbidity and mortality outcomes of the different published studies.

Key words: Heart Port™. Minimally invasive. Endoclamp®.

INTRODUCCIÓN

La vía de acceso de elección en cirugía cardíaca ha sido clásicamente la esternotomía media. Sin embargo, este abordaje se asocia con la aparición de posibles complicaciones,

como son las infecciones, la dehiscencia esternal, las complicaciones respiratorias y el dolor prolongado, entre otras. Por todo ello, se han desarrollado nuevas técnicas mediante abordajes de mínima invasión, los cuales han evolucionado de forma significativa en los últimos 15 años.

Correspondencia:
Diana García-Sáez
Servicio de Cirugía Cardíaca
Hospital 12 de Octubre
Avda. de Córdoba, s/n
28026 Madrid
E-mail: dianags1981@hotmail.com

Recibido: 19 de octubre de 2010
Aceptado: 7 de noviembre de 2010

En 1990, Cosgrove demostró que la cirugía valvular mitral podía realizarse mediante la realización de incisiones parasternales o miniesternotomías¹. En 1996, Carpentier realizó la primera intervención de reparación valvular mitral vía minitoracotomía, asistida mediante videotoracoscopia². Poco después, el grupo de la Universidad de Carolina del Este realizó la primera intervención de sustitución valvular mitral vía minitoracotomía mediante oclusión aórtica transtorácica y administración de cardioplejía retrógrada^{3,4}.

En 1998, el grupo de la Universidad de Leipzig publicó su experiencia sobre la utilización de la técnica Port-Access™ basada en la utilización del balón de oclusión endoaórtica (Endoclamp®)⁵. Posteriormente, la técnica ha evolucionado a la utilización de brazos articulados para la estabilización de la imagen por videotoracoscopia, lo que se ha traducido en una disminución del tamaño de las incisiones⁶.

La utilización de esta técnica implica una curva de aprendizaje tanto para el cirujano como para el resto del equipo quirúrgico (anestesiólogos, perfusionistas e instrumentistas), por lo que, a pesar del entusiasmo inicial, muchos centros dejaron de realizar este tipo de procedimientos. Sin embargo, cada vez más grupos consideran este tipo de cirugía como una opción de tratamiento para cualquier paciente sometido a una intervención valvular mitral y tricúspide, entre otras indicaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Anestesia

El procedimiento se realiza mediante anestesia general. Se realiza intubación orotraqueal con tubo de doble luz, lo que permite la ventilación pulmonar selectiva. En los casos en que se utiliza Endoclamp® aórtico es necesaria la monitorización cruenta de ambas arterias radiales, o en su caso de la arteria radial derecha y la arteria femoral, lo que facilita el inflado del balón guiado por ambas curvas de presión arterial. Otra peculiaridad de la anestesia consiste en la colocación percutánea a través de la vena yugular interna derecha de una cánula venosa de 15-18 F, que se sitúa a nivel de la vena cava superior. Esta cánula contribuye al drenaje del corazón cuando se establece la circulación extracorpórea (CEC).

En cuanto a la posición del paciente, éste se coloca en decúbito supino elevando ligeramente el hemitórax derecho mediante la colocación de un rodillo a nivel escapular derecho. La técnica se realiza mediante control ecocardiográfico transesofágico que permite monitorizar la colocación de las cánulas venosas a nivel de



Figura 1. Minitracotomía anterior derecha. Separadores costal y de partes blandas, toracoscopio sobre brazo articulado y fuente de CO₂.

vena cava superior y vena cava inferior, así como la colocación del Endoclamp® aórtico.

Procedimiento quirúrgico

La vía de acceso empleada es una minitoracotomía lateral derecha a nivel del cuarto espacio intercostal de unos 6 cm de longitud. La incisión se realiza inmediatamente por debajo de la mamila en los varones y a nivel del surco submamario en las mujeres. Posteriormente se emplea un retractor de tejidos blandos para estabilizar el campo quirúrgico.

La técnica se realiza con ayuda de una videocámara para toracoscopia que se coloca a través de un puerto accesorio de 11 mm a nivel del segundo espacio intercostal. La utilización de brazos articulados permite la correcta estabilización de la imagen. Otro puerto de 7 mm permite la entrada de un aspirador para la aurícula izquierda y la infusión de CO₂ (Fig. 1). Una vez realizada la toracotomía se realiza una incisión inguinal oblicua. Se hepariniza al paciente a dosis de 3 mg/kg, y posteriormente se procede a la canulación de arteria y vena femorales. Para la canulación de la arteria femoral se utiliza una cánula de tamaño 21-23 F. La cánula tiene una conexión en Y que permite introducir el Endoclamp®.

La canulación de la vena femoral se realiza mediante una cánula de tamaño 21-25 F que se posiciona en vena cava inferior mediante control ecocardiográfico. El drenaje venoso se completa con la cánula previamente colocada de forma percutánea a nivel de vena cava superior.

Tras el establecimiento de CEC se asocia drenaje venoso activo, si es preciso, y se realiza hipotermia sistémica variable en función de la duración estimada

del procedimiento a realizar. Posteriormente se procede a la pericardiotomía en T invertida. Se colocan puntos de tracción del pericardio y una tracción a nivel del diafragma en los casos en que la cúpula diafragmática está muy alta e impide ver correctamente la aurícula izquierda. La oclusión de la aorta puede hacerse mediante la utilización de una pinza de aorta transtorácica que se introduce mediante una pequeña incisión a través del tercer espacio intercostal. También se puede utilizar el Endoclamp® introduciendo el mismo a través de la conexión en Y de la cánula arterial, y avanzándolo hasta la raíz de aorta mediante control con fluoroscopia o ecocardiografía, que permiten posicionarlo adecuadamente a nivel de la unión sinotubular.

El volumen de suero salino necesario para inflar el balón dependerá del tamaño de la aorta ascendente. Una vez se ha posicionado adecuadamente, se procede al llenado rápido del balón. Para evitar que el balón se desplace puede administrarse una dosis de 0,25 mg/kg de adenosina mediante infusión rápida para conseguir una parada cardíaca. Posteriormente y a través del catéter del balón intraaórtico, se puede administrar la dosis de cardioplejía anterógrada.

En los casos de abordaje de la aurícula derecha se realiza exclusión de ambas venas cavas (la inferior se puede rodear con una cinta vascular y la superior mediante oclusión externa). La atriotomía izquierda se realiza posterior al surco interauricular. Para la desaireación se utilizan las maniobras habituales de ventilación y colocación de un aspirador en aurícula izquierda, así como la aspiración a través del Endoclamp® situado en raíz de aorta. Asimismo, se puede colocar un puerto percutáneo a través del séptimo espacio intercostal para administrar CO₂ de forma continua durante toda la intervención hasta el momento en que se realiza el cierre completo de las cavidades cardíacas.

Indicaciones

- Cirugía valvular mitral (reparación o sustitución).
- Cirugía valvular tricúspide (reparación o sustitución).
- Cierre de comunicaciones interauriculares.
- Resección de mixomas auriculares.
- Cirugía de las arritmias.

Selección de pacientes

- Estudio ecocardiográfico (medición del diámetro de aorta ascendente y grado de insuficiencia aórtica).
- Estudio con aortografía y tomografía computarizada/resonancia magnética toracoabdominal para estudio completo de la totalidad de la aorta y del eje iliofemoral.

Contraindicaciones

- Enfermedad vascular periférica o arteria femoral de pequeño tamaño que implica la colocación de una cánula de 21 F, ambas situaciones que impedirían la utilización del Endoclamp®.
- Obesidad mórbida o anomalías de la pared torácica como, por ejemplo, el *pectus excavatum*.
- Insuficiencia aórtica de grado superior a 1, en los casos en los que se vaya a administrar cardioplejía anterógrada.
- Unión sinotubular de diámetro superior a 35 mm.
- Cirugía pulmonar derecha previa.

RESULTADOS

Mortalidad hospitalaria

El análisis de las diferentes series publicado en la bibliografía revela la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en cuanto a mortalidad hospitalaria^{7,8}. Grossi, et al. intervinieron 88 pacientes mediante cirugía de mínimo acceso comparándolo con otro grupo de pacientes con la misma intervención pero a través de esternotomía media, sin encontrar diferencias en cuanto a la mortalidad hospitalaria (3,7 vs 3,4%, respectivamente). La duración media de la CEC fue 30 min más prolongada en el grupo de cirugía de mínima invasión.

Mihaljevic, et al. llevaron a cabo 474 intervenciones sobre la válvula mitral mediante un abordaje de mínimo acceso, comparándolas con 337 pacientes intervenidos mediante esternotomía media, con una mortalidad perioperatoria del 0,2 frente al 0,3%, respectivamente. La limitación del análisis de los datos publicados por este grupo se basa en que el grupo de cirugía de mínimo acceso tenía de forma global un menor riesgo quirúrgico; tenían mejor función ventricular y mejor clase funcional⁹.

Tiempos quirúrgicos

Según el metaanálisis realizado por Modi, et al.⁷, los tiempos de oclusión aórtica y CEC son significativamente más prolongados en la cirugía cardíaca de mínimo acceso. La duración de la CEC fue una media de 25,8 min más larga ($p < 0,0001$), y el tiempo de oclusión de una media de 20,9 min superior a la cirugía convencional ($p = 0,0007$).

Hemorragia postoperatoria y requerimientos transfusionales

Una de las potenciales ventajas de la cirugía de mínima invasión es la disminución de la hemorragia postoperatoria

y de la necesidad de transfusiones postoperatorias, aunque las series publicadas no demuestran datos estadísticamente concluyentes para realizar esta afirmación. Chitwood, et al. no encontraron diferencias en este aspecto en 31 pacientes intervenidos mediante videotoracoscopia de la válvula mitral frente a la cirugía convencional³.

La serie publicada sobre Grossi, et al. de 111 pacientes indica que la necesidad de transfusión de plasma es inferior en la cirugía de mínimo acceso, aunque los datos no son concluyentes porque este grupo tiene un perfil de riesgo inferior al grupo intervenido mediante cirugía convencional¹⁰. En cuanto a la reoperación por hemorragia, el análisis realizado por Modi, et al.⁷ demuestra una disminución significativa en los pacientes sometidos a cirugía de mínimo acceso (análisis de 1.553 pacientes; *odds ratio* [OR]: 0,56; intervalo de confianza [IC] 95%: 0,35-0,90; $p = 0,02$).

Infecciones profundas de la herida quirúrgica

Las series publicadas demuestran una disminución de la incidencia de infecciones profundas de la herida quirúrgica en los pacientes intervenidos mediante minitoracotomía. Grossi, et al. presentan una incidencia de infección del 0,9% para el acceso mediante minitoracotomía frente a un 5,7% en el acceso vía esternotomía media ($p = 0,05$)⁸. Esta diferencia se incrementa en los pacientes de edad avanzada (1,8 y 7,7%, respectivamente; $p = 0,03$).

Dolor postoperatorio y satisfacción del paciente

Algunos de los potenciales beneficios de la cirugía mínimamente invasiva son la disminución del dolor postoperatorio y la rápida recuperación de la actividad cotidiana después de la cirugía. Según el metaanálisis realizado por el grupo de Chitwood⁷, en todas las series analizadas se objetiva una disminución del dolor postoperatorio respecto a la cirugía convencional mediante esternotomía.

La serie de Vanermen¹¹ sobre 187 pacientes publica unos resultados excelentes en cuanto a la satisfacción de los pacientes y a la recuperación postoperatoria. El 93,5% refieren poco o nulo dolor en relación con la herida. El 33,7% de los pacientes vuelven a su actividad laboral habitual a la semana 4 de la cirugía, y otro 26,6% adicional a la semana 8, sin que influya en este dato la edad del paciente ($p = 0,14$).

Resultados a medio y largo plazo

En cuanto a la supervivencia a largo plazo, el metaanálisis realizado por el grupo de Chitwood analiza siete

estudios con una supervivencia a 2,3 años del 100%, y del 83% a los 6,8 años de la cirugía. En este trabajo se analiza la libertad de reoperación a medio plazo, siendo la media del 99,3% a los 3,2 años y del 91% a los 4 años⁷. Grossi, et al. comparan una cohorte de 100 pacientes intervenidos de la válvula mitral mediante minitoracotomía con 100 pacientes intervenidos previamente mediante esternotomía, con una libertad de reoperación al año comparable entre ambos grupos (96,8 vs 94,4%; $p = 0,38$, respectivamente¹).

Oclusión transtorácica frente a Endoclamp®

La oclusión aórtica mediante Endoclamp®, en comparación con la utilización de la pinza transtorácica, supone un coste más elevado y la posición del ocluser resulta menos estable. El desplazamiento del balón del Endoclamp® podría provocar la oclusión del tronco braquiocefálico y daño neurológico secundario, por ello debe realizarse monitorización de ambas arterias radiales y Doppler transcraneal para minimizar este riesgo. Por otro lado, el desplazamiento del balón hacia el ventrículo puede dificultar la protección miocárdica o inducir daño valvular aórtico.

Uno de los principales riesgos de la oclusión endoaórtica mediante balón es la disección de aorta. En el primer registro internacional publicado sobre esta técnica en 1996, la incidencia de disección de aorta durante la primera mitad de los casos fue del 1,3%, disminuyendo en la segunda mitad de la serie 0,2%, hecho atribuible a la mayor experiencia del equipo quirúrgico¹³.

Para evitar las posibles complicaciones vasculares asociadas a la utilización del Endoclamp® se deberían tomar las siguientes precauciones:

- Realización de angiotomografía dentro del estudio preoperatorio para detectar posibles alteraciones anatómicas en el eje aortoiliaco.
 - Canulación mediante técnica de Seldinger diseccionando la cara anterior sin ocluir la arteria. En los casos de arterias de pequeño diámetro se podrían canular ambas arterias femorales para repartir el flujo.
 - Inicio progresivo de CEC con monitorización de presiones.
 - Visualización continua de la guía del balón asegurando inicialmente su posición en aorta ascendente y progresándola posteriormente a aorta descendente. Asegurar mediante control ecocardiográfico la competencia del Endoclamp®.
- Reichenspurner, et al. comunicaron una disminución significativa de la duración de la intervención así como una disminución de la hemorragia y de

las complicaciones vasculares con la utilización de oclusión transtorácica¹⁴.

La serie publicada por Onnasch, et al. demostró un aumento significativo de las complicaciones neurológicas con la utilización de oclusión endoaórtica (8,1 vs 1,8% con la pinza transtorácica) y una mayor mortalidad¹⁵.

SITUACIONES ESPECIALES

Reintervenciones

La reoperación cardíaca habitualmente se asocia a un aumento de la morbimortalidad con respecto a una primera intervención realizada mediante esternotomía media. Esto es debido principalmente a un incremento del riesgo de daño de las estructuras cardiovasculares o de injertos coronarios cuando éstos son permeables. Además, en el caso de la cirugía valvular mitral el riesgo puede incrementarse debido a la necesidad de disección de las adherencias de la intervención previa para, de este modo, conseguir una adecuada exposición de la válvula. En los últimos años ha aumentado la utilización del mínimo acceso en pacientes previamente intervenidos, con resultados en cuanto a mortalidad similares a los de la cirugía convencional y con una disminución global del dolor postoperatorio y de las necesidades transfusionales.

El estudio de casos y controles realizado por Bolotin, et al. en 71 pacientes reoperados en los cuales se realizó un acceso vía minitoracotomía en 38 observó una tasa de mortalidad similar en ambos grupos pero con una disminución de las infecciones, de las necesidades transfusionales y de la estancia hospitalaria postoperatoria en el grupo de la cirugía de mínimo acceso¹⁶. El grupo de Vanermen, sobre 80 pacientes intervenidos de la válvula mitral mediante minitoracotomía con antecedente de cirugía cardíaca previa, tiene una mortalidad del 3,8% y una supervivencia a 1 y 4 años de $93,6 \pm 2,8\%$ y $85,6 \pm 6,4\%$, respectivamente, con un único caso de reoperación a los 5 años¹⁷.

La serie de Seeburger¹⁸ consta de 181 pacientes intervenidos mediante abordaje de menor invasión. De ellos, tres (1,7%) requirieron reconversión durante el procedimiento a esternotomía media, y la mortalidad perioperatoria fue del 6,6% similar a otras series¹⁹. Una de las limitaciones de la serie publicada por este grupo se debe a que únicamente se realizan de este modo intervenciones sobre la válvula mitral, por lo que se concluye que no pueden realizarse comparaciones con los pacientes intervenidos mediante acceso convencional dado que ésta habitualmente se reserva para casos en los que se realizan otros procedimientos asociados

como cirugía valvular aórtica, de la aorta o cirugía coronaria.

Se considera este abordaje de elección en pacientes con múltiples cirugías previas o con injertos coronarios permeables, aunque son necesarios ensayos clínicos aleatorizados para comparar de forma precisa estas dos vías de abordaje.

Disfunción ventricular

Clásicamente, se ha considerado la disfunción ventricular como una contraindicación para la realización de una intervención de mínimo acceso. El grupo de Mohr²⁰ presenta una serie de 79 pacientes diagnosticados de miocardiopatía dilatada con disfunción ventricular grave, en los que se realizó reparación valvular mitral en 68 y sustitución valvular en 11, con una mortalidad media del 8,8%. En el postoperatorio el 6,3% desarrolló insuficiencia renal aguda y el 7,9% bajo gasto cardíaco. A pesar de una reparación mitral efectiva, siete de los pacientes fueron trasplantados en el seguimiento.

Pacientes de edad avanzada

La cirugía de mínimo acceso puede utilizarse en pacientes de edad avanzada de forma segura. Se ha observado una disminución de las complicaciones de la herida quirúrgica así como una disminución de la necesidad de transfusión y de la estancia postoperatoria¹⁰. Tabata, et al.²¹ han publicado una serie de 123 casos en pacientes de edad superior a 70 años, con un 1,6% de mortalidad hospitalaria y una supervivencia a los 5 años del 87%.

CONCLUSIONES

Una de las principales limitaciones para implantar la técnica se basa en la curva de aprendizaje que supone para la totalidad del equipo quirúrgico (cirujanos, anestesistas, perfusionistas e instrumentistas), lo que hace que a día de hoy se trate de una técnica en desuso en muchos centros. Los resultados de las diferentes series publicadas por grupos experimentados en cuanto a mortalidad y alteraciones neurológicas son similares a los de la cirugía convencional, a pesar de que la duración de la CEC y de la oclusión aórtica sea superior. Sin embargo, esta técnica muestra una disminución global de la morbilidad, dado que disminuye la necesidad de reintervención por sangrado así como el dolor y la duración del ingreso hospitalario. No se ha demostrado de forma concluyente la disminución del sangrado ni tampoco la disminución de los requerimientos transfusionales.

En pacientes intervenidos previamente los datos son limitados, pero, al igual que en la población general, se ha demostrado una disminución de las necesidades transfusionales y una recuperación más rápida en comparación con los pacientes intervenidos mediante cirugía convencional.

Lo más probable es que en el futuro la utilización de las técnicas quirúrgicas de mínimo acceso tipo Heart Port™ se generalice en relación con un aumento creciente de la demanda social de este tipo de procedimientos que disminuyen la morbilidad y aumentan la satisfacción del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Navia JL, Cosgrove 3rd DM. Minimally invasive mitral valve operations. *Ann Thorac Surg.* 1996;62:1542-4.
2. Carpentier A, Loulmet D, Carpentier A, et al. Open heart operation under videosurgery and minithoracotomy. First case (mitral valvuloplasty) operated with success. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences.* 1996;319:219-23.
3. Chitwood WR Jr, Wixon CL, Elbeery JR, Moran JF, Chapman WH, Lust RM. Video-assisted minimally invasive mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;114:773-80.
4. Chitwood WR Jr, Elbeery JR, Moran JF. Minimally invasive mitral valve repair using transthoracic aortic occlusion. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:1477-9.
5. 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.
6. Felger JE, Chitwood WR Jr, Nifong LW, Holbert D. Evolution of mitral valve surgery: toward a totally endoscopic approach. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:1203-8.
7. 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.
8. Grossi EA, Galloway AC, Ribakove GH, et al. Impact of minimally invasive valvular heart surgery: a case-control study. *Ann Thorac Surg.* 2001;71:807-10.
9. Mihaljevic T, Cohn LH, Unic D, Aranki SF, Couper GS, Byrne JG. One thousand minimally invasive valve operations: early and late results. *Ann Surg.* 2004;240:529-34.
10. Grossi EA, Galloway AC, Ribakove GH, et al. Minimally invasive port access surgery reduces operative morbidity for valve replacement in the elderly. *Heart Surg Forum.* 1999;2:212-5.
11. Casselman FP, Van Slycke S, Wellens F, et al. Mitral valve surgery can now routinely be performed endoscopically. *Circulation.* 2003;108:II48-54.
12. Grossi EA, LaPietra A, Ribakove GH, et al. Minimally invasive versus sternotomy approaches for mitral reconstruction: comparison of intermediate-term results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;121:708-13.
13. Galloway AC, Shemin RJ, Glower DD, et al. First report of the Port Access International Registry. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:51-6.
14. Reichenspurner H, Detter C, Deuse T, Boehm DH, Treede H, Reichart B. Video and robotic-assisted minimally invasive mitral valve surgery: a comparison of the port-access and transthoracic clamp techniques. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:485-90.
15. Onnasch JF, Schneider F, Falk V, Mierzwa M, Bucerius J, Mohr FW. Five years of less invasive mitral valve surgery: from experimental to routine approach. *Heart Surg Forum.* 2002;5:132-5.
16. Bolotin G, Kypson AP, Reade CC, et al. Should a video-assisted mini-thoracotomy be the approach of choice for reoperative mitral valve surgery? *J Heart Valve Dis.* 2004;13:155-8.
17. Casselman FP, La Meir M, Jeanmart H, et al. Endoscopic mitral and tricuspid valve surgery after previous cardiac surgery. *Circulation.* 2007;116: I270-5.
18. Seeburger J, Borger MA, Falk V, et al. Minimally invasive mitral valve surgery after previous sternotomy: experience in 181 patients. *Ann Thorac Surg.* 2009;87:709-14.
19. Enríquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, et al. Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med.* 2005;352:875-83.
20. Walther T, Falk V, Mohr FW. Minimally invasive surgery for valve disease. *Curr Prob Cardiol.* 2006;31:399-437.
21. Tabata M, Cohn LH. Minimally invasive mitral valve repair with and without robotic technology in the elderly. *Am J Cardiol.* 2006;15:306-10.