

Indicaciones, utilización y complicaciones asociadas con el empleo anterógrado del balón de contrapulsación

RICARDO L. LEVIN^{MTSAC, 1, 2}, MARCELA A. DEGRANGE^{MTSAC, 1, 2}, RAFAEL PORCILE^{MTSAC, 1, 2}, FLAVIO SALVAGIO¹, ALEXIS J. INI^{1, 1}, EDUARDO TANUS², NORBERTO BLANCO², ALEJANDRO L. BOTBOL²

Recibido: 20/04/2006

Aceptado: 14/08/2006

Dirección para separatas:

Ricardo L. Levin
Migueletes 1203 - 2° Piso - N° 16
Buenos Aires, Argentina
rlevin@intramed.net.ar

RESUMEN

Introducción

La presencia de contraindicaciones o la imposibilidad de progresar el balón de contrapulsación desde su sitio habitual de implante femoral (retrógrado) plantean la necesidad de vías alternativas de implante. El acceso anterógrado por vía subclavia (o axilar) resulta una de ellas.

Objetivos

Valorar las indicaciones, el porcentaje de utilización y las complicaciones asociadas con el acceso anterógrado por vía subclavia del balón de contrapulsación.

Material y métodos

Se incluyeron en el estudio pacientes sometidos a implante de balón de contrapulsación entre el 1 de enero de 1998 y el 1 de enero de 2006. Aquellos bajo acceso anterógrado representaron el objeto del estudio. Se consideraron contraindicaciones para el acceso femoral la presencia de un aneurisma de la aorta abdominal, el antecedente de *bypass* aortobifemoral, la presencia de una endoprótesis aórtica o la documentación angiográfica de lesiones suboclusivas bilaterales iliofemorales. La imposibilidad de progresar el catéter tras tres intentos por vía femoral motivó el planteo de un acceso alternativo. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Sobre 782 dispositivos implantados, 24 de ellos lo fueron por vía subclavia anterógrada (3,1%). Las indicaciones fueron aneurisma de la aorta abdominal en 13 pacientes (54,2%), *bypass* aortobifemoral previo en 5 casos (20,8%), endoprótesis aórtica en un paciente (4,2%) e imposibilidad de progresar por vía retrógrada en los 5 casos restantes (20,8%).

Las características generales de los grupos bajo acceso anterógrado y retrógrado resultaron comparables, con excepción de un incremento en el porcentaje de claudicación intermitente y cirugía vascular periférica en los primeros. Cincuenta y dos pacientes presentaron complicaciones (6,6%): una en el grupo anterógrado (isquemia del miembro, 4,1%) frente a 51 complicaciones en el grupo bajo acceso retrógrado (6,7%; $p = ns$). Ciento veintinueve pacientes fallecieron (16,5%), tres de ellos en el grupo anterógrado (12,5%), frente a 126 óbitos en el grupo bajo acceso retrógrado (16,6%; $p = ns$).

Conclusiones

El 3,1% de los implantes se efectuó por vía subclavia (anterógrada). La presencia de un aneurisma de la aorta abdominal resultó la indicación más frecuente de dicho acceso. La morbimortalidad fue semejante a la del implante convencional. La vía de acceso anterógrada subclavia constituye una alternativa válida para pacientes que requieren apoyo con balón de contrapulsación y presentan contraindicaciones para el implante convencional.

REV ARGENT CARDIOL 2006;74:367-371.

Palabras clave > Balón de contrapulsación intraaórtico - Arteriopatías oclusivas - Aorta - Extremidad inferior

INTRODUCCIÓN

Desde su primera aplicación clínica, en 1967, el balón de contrapulsación intraaórtico constituye el dispositivo de asistencia circulatoria más amplia y exito-

samente utilizado en el mundo, y la vía femoral retrógrada es el acceso habitualmente empleado para su implante. (1, 2)

En determinadas circunstancias, el empleo de dicha vía de ingreso no resulta factible, ya sea por la

Departamento de Cardiología del Hospital Universitario; Universidad Abierta Interamericana (UAI)
Servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Francés

^{MTSAC} Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

¹ Para optar a Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

¹ Médicos cardiólogos

² Cirujanos cardiovasculares

presencia de contraindicaciones, o ante la imposibilidad manifiesta de progresar el catéter, por lo que deben plantearse otras vías de acceso. El implante anterógrado, por vía subclavia (o axilar), representa un acceso alternativo. (3-5)

El presente trabajo se realizó con el propósito de:

1. Determinar las indicaciones de acceso anterógrado por vía subclavia del balón.
2. Valorar el porcentaje de utilización de dicha vía.
3. Considerar la morbilidad asociada con su empleo, comparándola con la del acceso retrógrado convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población

Se incluyó la totalidad de los pacientes en quienes se implantó un balón de contrapulsación en los centros participantes entre el 1 de enero de 1998 y el 1 de enero de 2006. Aquellos con acceso anterógrado por vía subclavia (o axilar) del dispositivo representaron el motivo del análisis, en tanto que el resto de los pacientes constituyeron el grupo control (acceso retrógrado). Las indicaciones de utilización del dispositivo quedaron a criterio de los médicos tratantes, planteándose en forma inicial el implante convencional por vía femoral retrógrada.

Contraindicaciones del acceso retrógrado

Se consideraron contraindicaciones la presencia de un aneurisma de la aorta abdominal (dilatación de la aorta abdominal con un diámetro igual o mayor de 40 mm), el antecedente de *bypass* aortobifemoral, la colocación previa de una endoprótesis por patología de la aorta abdominal o la documentación angiográfica de lesiones suboclusivas (mayores del 90%) en ambas arterias femorales. El antecedente de enfermedad vascular periférica, manifiesto por claudicación intermitente o reducción en la amplitud de los pulsos femorales, no se consideró, *a priori*, una contraindicación para intentar inicialmente dicho acceso. La imposibilidad de progresar la guía, o el catéter, en ambas arterias femorales, tras tres intentos, se consideró como fracaso del procedimiento.

Técnica del acceso anterógrado

Se procedió a la exposición de la arteria subclavia mediante una incisión infraclavicular transversa, que se extendió desde el surco deltopectoral hasta la mitad de la clavícula. Siguiendo a la división de las fibras del músculo pectoral mayor, se abrió la fascia clavipectoral y se identificaron la vena y la arteria subclavias, además del plexo braquial. Se reparó la arteria con seda N° 4, tanto en sentido proximal como distal, con disección completa de ella para tomar el control circunferencial del vaso, con cuidado de la preservación de ramas colaterales. Mediante la técnica de Seldinger, bajo visión de la arteria, se introdujo la cuerda guía hacia la aorta descendente. Posteriormente se introdujo el catéter con balón (Datascope 9.5 Fr) sin emplear introductor para preservar la perfusión del miembro superior. Previo a su pasaje se efectuó una sutura en jareta con prolene 6/0 alrededor del sitio de la punción arterial. La ubicación del extremo distal del balón, en los casos de implante en la sala de hemodinamia, se controló por fluoroscopia. En aquellos en los que esto no pudo efectuarse (empleo intraoperatorio o shock cardiogénico), se empleó el apoyo del ecocardiograma transesofágico, lo que determinó la ubicación del extremo distal del catéter proximal al origen de las arterias renales,

con el extremo proximal permaneciendo distal al origen de la arteria subclavia izquierda (en los casos de acceso por subclavia derecha).

Una vez determinada la ubicación correcta, se procedió a ajustar la sutura de prolene pericatóter. La herida quirúrgica se cerró en dos planos con puntos separados. El manejo del dispositivo (Consolas Datascope 90 y 97, Arrow-Cath II), así como la técnica e indicaciones del retiro, resultaron semejantes a las del empleo por vía retrógrada. Excepto en situaciones de emergencia, como dificultad en la salida de circulación extracorpórea en quirófano, o inestabilidad hemodinámica extrema, se planteó efectuar el implante del dispositivo en la sala de hemodinamia bajo control fluoroscópico. El retiro del catéter, en cambio, se realizaría en el propio sector de internación del paciente (unidad coronaria o recuperación cardiovascular). Previo al procedimiento se solicitó el consentimiento informado del paciente o del familiar más cercano. La Declaración de Helsinki respecto de los derechos de los pacientes se respetó en todos los casos.

Complicaciones

Se definieron como complicaciones asociadas con el empleo del balón las siguientes:

- a) Isquemia del miembro: reducción de la temperatura, palidez o síntomas asociados, como parestesias o dolor, con necesidad de tratamiento farmacológico (vasodilatador).
- b) Sangrado: pérdidas hemáticas en el sitio de acceso con caída del hematocrito no explicable por otra causa, con requerimiento transfusional o sin él.
- c) Infecciosas: signos locales como flogosis y/o secreción local, o generales, como fiebre o bacteriemia no explicables por otra causa, con rescate bacteriano. Necesidad de tratamiento antibiótico.
- d) Otras: plaquetopenia, complicaciones mecánicas del catéter (rotura).

Estadística

Las diferencias entre grupos se analizaron con las pruebas de chi cuadrado, exacta de Fisher para variables categóricas y de la *t* de Student para variables continuas. La relación entre variables discretas se expresa como *odds* e intervalo de confianza del 95% de dicho valor. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

En el período considerado se implantaron 782 dispositivos, de los cuales en 24 casos (3,1%) la vía de acceso empleada fue la anterógrada por arteria axilar o subclavia. En 10 pacientes (41,7%) se utilizó la subclavia izquierda, mientras que en los 14 restantes se prefirió emplear la derecha (58,3%), por presentar los pacientes empleo quirúrgico (actual o previo) de la arteria mamaria izquierda, rama de la subclavia correspondiente. Siete implantes se efectuaron en quirófano en cirugía cardíaca (29,2%), uno en la sala de recuperación cardiovascular (4,2%) y los 16 restantes, en la sala de hemodinamia (66,6%). No se presentaron complicaciones durante el acceso o el posicionamiento del catéter. Las indicaciones para empleo de esta vía alternativa resultaron: la presencia de un aneurisma de la aorta abdominal en 13 pacientes (54,2%), el antecedente de un *bypass* aortobifemoral en 5 casos (20,8%), la colocación previa de una endoprótesis aórtica en un paciente (4,2%) e imposi-

bilidad de progresar el dispositivo en los 5 casos restantes (20,8%). A su vez, las causas que plantearon la necesidad del uso del balón en este grupo fueron: shock cardiogénico relacionado con infarto agudo de miocardio en 16 casos (66,6%), empleo preoperatorio (profiláctico) en cirugía cardíaca en 5 pacientes (20,8%) estables pero de alto riesgo por sus características clínicas, uso intraoperatorio ante imposibilidad de salida de circulación extracorpórea en un caso (4,2%) y síndrome de bajo gasto posoperatorio en los dos pacientes restantes (8,4%). El tiempo promedio de asistencia fue de 93,7 horas, con una variación de entre 24 y 257 horas. Las características generales de los grupos bajo acceso anterógrado y retrógrado fueron comparables, con excepción de un incremento en el porcentaje de pacientes portadores de claudicación intermitente y con el antecedente de cirugía vascular periférica (Tabla 1).

La morbilidad total fue de 52 pacientes (6,6%), observándose una complicación (4,1%) en el grupo bajo empleo anterógrado frente a 51 complicaciones en el grupo con acceso retrógrado (6,7%; $p = ns$). En la Figura 1 se grafican las complicaciones observadas.

Fallecieron 129 pacientes (16,5%), tres de ellos en el grupo anterógrado (12,5%) frente a 126 pacientes fallecidos en el grupo retrógrado (16,6%; $p = ns$).

DISCUSIÓN

La primera referencia clínica conocida relacionada con el empleo de acceso subclavio para el implante de un balón de contrapulsación corresponde a Adrián Kantrowitz, quien, en 1967, pocas semanas después de la primera comunicación clínica de utilización del dispositivo en una paciente con shock cardiogénico, se enfrenta a un segundo caso en el cual, ante la imposibilidad de acceder por vía femoral, plantea el implante anterógrado utilizando la vía subclavia. Este

primer intento fracasa, y *a posteriori* el paciente fallece. (1) Deberán transcurrir diez años para que, en 1977, Mayer publique el primer implante exitoso por vía de la arteria subclavia, nuevamente en un paciente que cursaba un infarto anterior complicado con shock cardiogénico. Si bien la evolución clínica resultó desfavorable y se produjo el fallecimiento del paciente, la factibilidad de esta vía alternativa quedó claramente establecida. (6)

El segundo informe exitoso de implante anterógrado subclavio ocurrirá en 1984, correspondiéndole a Rubinstein y colaboradores. En este caso, el paciente, también portador de un infarto complicado, sobrevive a 36 horas de asistencia y es intervenido quirúrgicamente, con resultado favorable. (7) En nuestro medio, dos grupos publican a finales de la década de los noventa su primera experiencia con implante por vía axilar o subclavia. El primero corresponde, en 1997, al de Bonaccorsi y colaboradores, de Rosario, mientras que el segundo resulta nuestro propio grupo, en 1999. (8, 9)

El continuo empeoramiento en las características clínicas de los pacientes actualmente derivados por un evento coronario a cirugía cardíaca, hemodinamia, o recibidos en áreas críticas cardiológicas, y el incremento en la edad de los pacientes tratados plantean, cada vez en forma más frecuente, la detección de la asociación de patología cardíaca activa con enfermedad vascular periférica, un dato que razonablemente se asoció, en nuestra serie, con mayor empleo del acceso anterógrado. (10, 11) En nuestro estudio encontramos 24 pacientes en quienes, ante el requerimiento de iniciar asistencia con balón, se debió recurrir al acceso subclavio (Figuras 2 y 3). Las indicaciones de empleo del dispositivo coincidieron con las establecidas como clase I en el Consenso de Asistencia Circulatoria de la Sociedad Argentina de Cardiología. El implante no presentó mayores complicaciones, y con

Tabla 1. Características generales de la población

Característica	Acceso anterógrado (n = 24)	Acceso convencional (n = 758)	OR (IC 95%)	Valor de p
Sexo femenino	3 (12,5%)	112 (14,8%)	0,82 (1,24-2,81)	ns
Edad, media, DE (años)	59,7 ± 6,3	60,3 ± 5,2	–	ns
Hipertensión	13 (54,2%)	377 (49,7%)	1,19 (0,53-2,70)	ns
Tabaquismo	12 (50%)	383 (50,5%)	0,98 (0,43-2,21)	ns
Diabetes	9 (32,1%)	168 (22,2%)	2,11 (0,91-4,90)	ns
Dislipemia	10 (41,7%)	262 (34,6%)	1,35 (0,59-3,09)	ns
Infarto de miocardio previo	4 (16,7%)	83 (10,9%)	1,63 (0,54-4,87)	ns
Cirugía cardíaca previa	3 (12,5%)	77 (10,2%)	1,26 (0,37-4,33)	ns
Cirugía periférica previa	10 (41,7%)	94 (12,4%)	5,05 (2,02-12,51)	0,0004
Angioplastia coronaria previa	4 (16,7%)	92 (12,1%)	1,45 (0,48-4,33)	ns
Angioplastia periférica previa	1 (4,2%)	33 (4,3%)	0,96 (0,13-7,29)	ns
Claudicación intermitente	9 (37,5%)	71 (9,4%)	5,81 (2,25-14,74)	0,0002

DE: Desvío estándar.

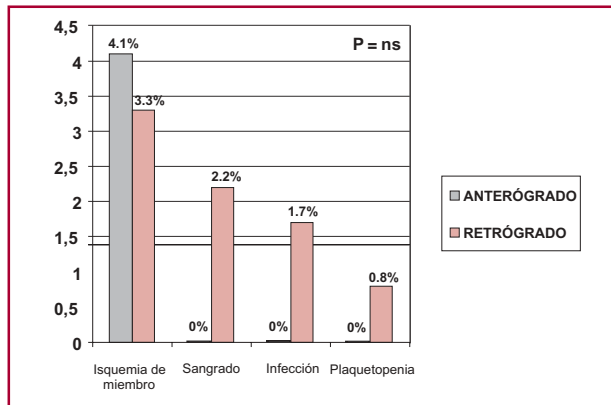


Fig. 1. Complicaciones asociadas con el empleo del balón por vía anterógrada. Resulta apreciable la similitud en el porcentaje de complicaciones observadas con empleo anterógrado del dispositivo respecto de su uso convencional (retrógrado).

una morbilidad comparable a la del empleo retrógrado por vía femoral. (12)

En una comunicación previa de Ogino y colaboradores se plantea la dificultad en el implante "a ciegas", sin apoyo de fluoroscopia, de un balón por vía subclavia. Los autores recomiendan la utilización de ecografía transesofágica como guía para el procedimiento. En nuestro caso, la tercera parte de las intervenciones se efectuaron "a ciegas"; el empleo de la ecografía transesofágica fue de utilidad para establecer el posicionamiento correcto del dispositivo. El uso de dicha técnica no se asoció con complicaciones. (13)

En los años setenta y ochenta, pacientes sometidos a cirugía cardíaca que requerían el empleo de balón por presentar dificultad en la salida de circulación extracorpórea, al no poder abordarse, o no poder progresar el catéter por la vía femoral convencional, recibieron el implante transaórtico, en muchos casos a través de la confección de un puente protésico. Esta medida, tomada generalmente en condiciones extremas, se vinculó con una mortalidad elevada (en algunos casos, superior al 50%), además de presentarse un número importante de complicaciones. Sumado a la necesidad de efectuar una segunda intervención para el retiro del catéter, se describieron en forma significativa infecciones de la prótesis y del mediastino, sangrado local, embolias coronarias, cerebrales y renales, rotura del catéter, insuficiencia renal, trombosis de la arteria renal y, en algunos casos, incapacidad para cerrar el tórax. (14-16)

Esta elevada morbimortalidad llevó a una menor utilización de dicho acceso y a una mayor consideración de la vía axilar-subclavia como alternativa.

Respecto del empleo convencional del dispositivo por vía femoral, Cochran y colaboradores plantean cierto beneficio relativo. Los autores consideran un grupo selecto de pacientes críticos, quienes, en espera de un trasplante cardíaco, pero con presencia de características que se vincularían a tiempos de espera prolongados (grupo sanguíneo cero, superficie cor-



Fig. 2. Empleo del balón de contrapulsación por acceso subclavio. Bajo la incisión deltopectoral se observa el implante del balón por la arteria subclavia derecha en una paciente en preoperatorio de cirugía cardíaca, lo que decidió la preferencia de dicho lado, preservando la mamaria izquierda para su posible uso.



Fig. 3. Empleo del balón por acceso subclavio. Misma paciente de la Figura 2. Se aprecia el monitor de la consola, con una onda de contrapulsación apropiada, además del transductor (en este caso fijado al miembro superior derecho), configurando una asistencia de características semejantes a las del acceso retrógrado.

poral muy elevada), son sometidos a la colocación, por vía subclavia, del dispositivo. Los cuatro pacientes, todos con contraindicaciones tanto para el implante de dispositivos más complejos como para el empleo del acceso femoral, sobreviven exitosamente a este modo de puente al trasplante, con la conveniencia de permitirles una relativa movilización, a diferencia de lo que ocurre con el acceso convencional del balón. (17)

La mayoría de las referencias publicadas respecto de esta vía alternativa son informes aislados o series de un número muy limitado de pacientes. Nuestra serie resulta, en nuestro conocimiento, la más extensa, planteando la utilidad del acceso subclavio como una variante válida en aquellos pacientes con contraindicaciones para acceder en forma retrógrada o con-

vencional. En el caso de que no pueda utilizarse fluoroscopia de control durante el implante, el apoyo de la ecografía transesofágica debe considerarse como un elemento auxiliar altamente recomendable.

CONCLUSIÓN

En esta serie, el 3,1% de los implantes se efectuó por vía subclavia (anterógrada). La presencia de un aneurisma de la aorta abdominal resultó la indicación más frecuente de dicho acceso. La morbimortalidad fue semejante a la del implante convencional. La vía de acceso anterógrada subclavia representa una alternativa válida para pacientes que requieren apoyo con balón de contrapulsación y presentan contraindicaciones para el implante convencional.

SUMMARY

Indications, Utilization and Complications Associated to the Antegrade Insertion of an Intraaortic Balloon Pump

Background

When contraindications are present or the intraaortic balloon pump cannot be advanced from its usual femoral insertion site (retrograde), alternative routes of insertion are necessary. One option is the antegrade access through the subclavian (or axillary) route.

Objective

To assess the indications, utilization rate and complications associated with the antegrade access of an intraaortic balloon pump through the subclavian route.

Material and Methods

Patients subjected to intraaortic balloon pumping between January 1, 1998 and January 11, 2006, were included. The study focused on patients who underwent antegrade access. Contraindications for femoral access were the presence of an abdominal aortic aneurysm, a history of aortobifemoral bypass, an aortic endoprosthesis or angiographic proof of bilateral subocclusive iliofemoral lesions. If the catheter could not be advanced through the femoral route after three attempts, an alternative route was considered. Statistics: A p value < 0.05 was considered significant.

Results

Of a total of 782 implanted devices, 24 were inserted through the antegrade subclavian route (3.1%). Indications were abdominal aortic aneurysm in 13 patients (54.2%), prior aortobifemoral bypass in 5 cases (20.8%), aortic endoprosthesis in one patient (4.2%) and impossibility to progress through the retrograde route in the remaining 5 cases (20.8%).

The general characteristics of the groups subjected to antegrade and retrograde access were comparable, except for an increase in the rate of intermittent claudication and peripheral vascular surgery in the first group. Fifty two patients had complications (6.6%): one in the antegrade access group (limb ischemia, 4.1%) compared to 51 complications in the retrograde access group (6.7%; p = ns). One hundred twenty nine patients died (16.5%), three of them in the antegrade access group (12.5%), compared to 126 deaths in the retrograde access group (16.6%; p = ns).

Conclusions

A 3.1% of implants were performed through the subclavian (antegrade) route. The most frequent indication for such access was the presence of an aneurysm of the abdominal aorta. Morbidity and mortality were similar to those seen with conventional insertion. The antegrade subclavian access is a valid option for patients who require intraaortic balloon pump support and in whom the conventional approach is contraindicated.

Key words > Intraaortic balloon pump - Occlusive arterial disease - Aorta - Lower limb

BIBLIOGRAFÍA

- Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed P, Phillips S, Butner A, Sherman J. Initial clinical experience with intra-aortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* 1968;203:135-40.
- Dembitsky WP. Bridging from acute to chronic devices. *Ann Thorac Surg* 1999;68:724-8.
- Kantrowitz A, Phillips SJ, Butner AN, Tjonneland S, Haller JD. Technique of femoral artery cannulation for phase-shift balloon pumping. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1968;56:219-20.
- McBride LR, Miller LW, Naunheim KS, Pennington DG. Axillary artery insertion of an intraaortic balloon pump. *Ann Thorac Surg* 1989;48:874-5.
- Murai N, Kaneko T, Oobayashi T, Sato Y, Ogata T, Anno M, et al. Left subclavian artery approach for insertion of IABP. *Kyobu Geka* 1998;51:579-82.
- Mayer JH. Subclavian artery approach for insertion of intra-aortic balloon. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;76:61-3.
- Rubinstein RB, Karhade NV. Supraclavicular subclavian technique of intra-aortic balloon insertion. *J Vasc Surg* 1984;1:577-8.
- Bonaccorsi H, Dotti JE, Sgrosso JL, Ameriso JL. Contrapulsación intraaórtica por arteria axilar. Experiencia inicial. *Rev Fed Arg Cardiol* 1997;26:241-4.
- Domínguez R, Lozano E, Levin RL, Bruno C, Pow Chow Long F, Peñaloza N y col. Implante de catéter balón de contrapulsación por vía de la arteria subclavia derecha. *Rev Argent Cardiol* 2000; 68: 849-53.
- Criqui MH. Systemic atherosclerosis risk and the mandate for intervention in atherosclerotic peripheral arterial disease. *Am J Cardiol* 2001;88:43J-47J.
- Valentine RJ, Grayburn PA, Eichhorn EJ, Myers SI, Clagett GP. Coronary artery disease is highly prevalent among patients with premature peripheral vascular disease. *J Vasc Surg* 1994; 19:668-74.
- Área de Normatizaciones y Consensos de la Sociedad Argentina de Cardiología. Consenso de Asistencia Circulatoria Mecánica. *Rev Argent Cardiol* 2004;72:37-51.
- Ogino H, Yamazato A, Hanada M, Nakayama S. Introduction of intra-aortic balloon pumping catheter through left subclavian artery guided by trans-esophageal echocardiography. *Kyobu Geka* 1993; 46:411-3.
- Bonchek LI, Olinger GN. Direct ascending aortic insertion of the "percutaneous" intraaortic balloon catheter in the open chest: advantages and precautions. *Ann Thorac Surg* 1981;32:512-4.
- Meldrum-Hanna WG, Deal CW, Ross DE. Complications of ascending aortic intraaortic balloon pump cannulation. *Ann Thorac Surg* 1985;40:241-4.
- Pinkard J, Utley JR, Leyland SA, Morgan M, Johnson H. Relative risk of aortic and femoral insertion of intraaortic balloon pump after coronary artery bypass grafting procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:721-8.
- Cochran RP, Starkey TD, Panos AL, Kunzelman KS. Ambulatory intraaortic balloon pump use as bridge to heart transplant. *Ann Thorac Surg* 2002;74:746-51.