

Originales

Criterios hemodinámicos y funcionales de indicación de una asistencia en la insuficiencia cardíaca aguda (*shock* cardiogénico)

Vicente Campos Rubio

Servicio de Cirugía Cardíaca
Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña. Coruña

Los dispositivos de soporte circulatorio son requeridos con frecuencia en el *shock* postcardiotomía, *shock* postinfarto agudo de miocardio y *shock* debido a miocarditis. La implantación de un dispositivo de asistencia ventricular conserva la vida de los pacientes con *shock* cardiogénico y conduce a la recuperación del fracaso secundario de órganos vitales. La selección de pacientes para terapia mediante dispositivos de soporte mecánico es el proceso más importante para la obtención de un resultado exitoso. Numerosos factores de riesgo con impacto sobre los resultados pueden ser identificados y tratados antes de la implantación del dispositivo. Evaluar el riesgo de este tratamiento requiere evaluar el grado de disfunción de sus órganos vitales y otros factores técnicos. A los pacientes les debe ser ofrecida la opción de asistencia ventricular si cumplen los criterios de necesidad, poseen el potencial de recuperación de sus órganos, y presentan un riesgo adecuado.

Palabras clave: Shock cardiogénico. Insuficiencia cardíaca aguda. Criterios funcionales.

Hemodynamic and functional criteria for circulatory support in acute heart failure (cardiogenic shock)

Circulatory support devices are frequently required in postcardiotomy shock, post-myocardial infarction shock and acute myocarditis. The implantation of a ventricular assist device preserves the lives of patients with life-threatening cardiogenic shock and leads to recovery from secondary organ failure. Patient selection for mechanical assist devices therapy is the most important step in obtaining a successful outcome. Numerous risk factors impact on the outcome, many of which can be identified and treated before device surgery. Assessing the risk of this therapy requires evaluating the degree of organ dysfunction and technical factors. Patients should be offered the option of ventricular assist therapy if they meet criteria for requirement, potential for organ recovery, and present an appropriate operative risk.

Key words: Cardiogenic shock. Acute cardiac failure. Functional criteria.

INTRODUCCIÓN

Los primeros casos de soporte mecánico circulatorio fueron aplicados en situaciones de fracaso cardíaco agudo, particularmente en el *shock* postcardiotomía^{1,2}. En los últimos años otras aplicaciones de estos dispositivos, como puente a trasplante³ o como terapia de destino⁴,

han experimentado un gran auge con buenos resultados⁵. Sin embargo, el fracaso cardíaco agudo continúa representando un desafío para la aplicación de dispositivos de asistencia circulatoria mecánica. Estas aplicaciones generalmente ocurren en tres amplias categorías: 1) el *shock* postcardiotomía, bien porque el paciente no puede ser desconectado de la circulación extracorpórea (CEC) o

Correspondencia:
Vicente Campos Rubio
Rua da Bretema, 7
Oleiros
15179 A Coruña
E-mail: vcampos@galicia.com

Recibido 17 de diciembre de 2008
Aceptado 9 de mayo de 2009

por desarrollar fracaso cardíaco agudo en el inmediato postoperatorio; 2) el *shock* cardiogénico como resultado de un infarto de miocardio, y 3) diversas formas de *shock* cardiogénico causado por miocarditis aguda.

La utilización de estos dispositivos presenta, además, una incidencia de eventos adversos, tales como infección, fallo del dispositivo y fenómenos tromboembólicos, que junto a aspectos quirúrgicos como la hemorragia son complicaciones postoperatorias importantes, pero las causas de muerte en estos pacientes, que fallecen tras la inserción del dispositivo, son mayoritariamente el fracaso multiorgánico, fallo renal, fracaso ventricular derecho e infección. Esto sugiere que la ausencia de guías establecidas para la selección de pacientes y el retraso en aplicar esta terapéutica son importantes factores que contribuyen a esta mortalidad⁶. En los próximos años los avances tecnológicos y el aumento de la experiencia en el uso de estos sistemas optimizarán esta terapia; sin embargo, el éxito en este campo permanecerá ligado a la apropiada selección de los pacientes⁷.

INDICACIONES. CRITERIOS HEMODINÁMICOS

Con los avances en el desarrollo tecnológico de los dispositivos y en los criterios de selección de los pacientes, las indicaciones para la asistencia ventricular han ido evolucionando. Los criterios frecuentemente utilizados para definir la insuficiencia cardíaca (IC) refractaria o el *shock* cardiogénico son las potenciales indicaciones para la implantación de un dispositivo de asistencia ventricular⁶.

Estos criterios incluyen:

- Índice cardíaco inferior a 2 l/min/m².
- Presión arterial sistólica inferior a 80 mmHg, o presión arterial media inferior a 65 mmHg.
- Presión capilar pulmonar superior a 20 mmHg.
- Soporte máximo de fármacos y/o balón intraaórtico de contrapulsación (BIACP).

En términos generales, un paciente se considera candidato a esta terapéutica cuando es incapaz de mantener una adecuada entrega de oxígeno sistémico, para mantener una función normal de sus órganos vitales, a pesar de soporte farmacológico máximo⁸, definición que puede variar, según los centros que se consideren, entre uno y múltiples agentes, con o sin uso de vasopresores, etc.⁷.

Algunos pacientes no presentan un índice cardíaco inferior a 2 l/min/m² debido a una compensación fisiológica con taquicardia; esto ha conducido a utilizar un volumen de eyección inferior a 25 ml/latido como

un criterio alternativo. La presión auricular derecha es el único valor hemodinámico que se ha comunicado como indicador de mal pronóstico, pudiendo hacer necesario el uso de asistencia biventricular. El estricto uso de los criterios hemodinámicos puede retrasar la decisión con resultados adversos en cuanto a morbimortalidad.

Shock cardiogénico poscardiotomía

Los primeros casos de asistencia mecánica circulatoria fueron pacientes con fracaso cardíaco agudo, particularmente en *shock* poscardiotomía¹, en los que los pacientes no pudieron ser desconectados de CEC tras una intervención cardíaca, o bien desarrollaron bajo gasto postoperatorio sin respuesta eficaz a los tratamientos habituales (aminas, BIACP, etc.). El *shock* poscardiotomía ocurre entre el 2-6% de todas las intervenciones cardíacas, constituyendo una situación frustrante por su alta mortalidad⁹. El objetivo en estos pacientes es conseguir la recuperación cardíaca¹⁰ o mantener la viabilidad de sus órganos con vistas a un ulterior trasplante cardíaco, si no existe contraindicación¹¹⁻¹³. Por lo tanto, tiene gran importancia la actuación temprana para lograr una rápida recuperación de la perfusión orgánica normal.

Una especial consideración debe hacerse con aquellos pacientes con grave afectación de la función ventricular en intervenciones de muy elevado riesgo. En estos pacientes el fracaso poscardiotomía se puede tratar de forma expeditiva con la implantación precoz de un dispositivo de asistencia ventricular.

Shock cardiogénico asociado a infarto agudo de miocardio

El *shock* cardiogénico secundario a infarto agudo de miocardio es la primera causa de muerte en todos los síndromes coronarios agudos¹⁴. Las recomendaciones actuales en cuanto a su tratamiento incluyen la implantación de BIACP seguida de la revascularización urgente mediante intervención percutánea o quirúrgica^{15,16}. Con independencia de este enfoque agresivo, estos pacientes tienen muy mal pronóstico, con mortalidades del 70%, en particular aquellos pacientes en los que la anatomía coronaria no permite su revascularización, o en aquellos en los que, a pesar de la revascularización precoz, presentan daño miocárdico significativo, cuya recuperación es improbable. Estos pacientes deben ser asistidos de forma precoz para preservar la función y viabilidad orgánica. Algunos serán candidatos a intervención, a la aplicación de dispositivos más sofisticados o a trasplante cardíaco¹⁷. El soporte mecánico ha mostrado una importante disminución de la mortalidad hospitalaria con respecto a otro tipo de tratamientos y se ha mostrado como un tratamiento seguro y efectivo, por lo que debe

ser incorporado al tratamiento estándar de determinados pacientes que presenten esta letal enfermedad.

Miocarditis

En la mayoría de las grandes series de soporte circulatorio, hay un número de pacientes con IC de aparición aguda, debida a distintas formas de miocarditis. La extensión y el grado de miocarditis que puede llegar a producir *shock* cardiogénico no es fácilmente predecible, pero representa una pequeña fracción de los pacientes que desarrollan miocarditis¹⁸. En estos pacientes es más que posible una asistencia como puente a la recuperación, particularmente en jóvenes que presentan *shock* durante cortos periodos de tiempo y que se benefician de una asistencia circulatoria durante varios días o semanas. Debido a la frecuente afectación de ambos ventrículos, debe tomarse en consideración la institución precoz de una asistencia biventricular para obtener buenos resultados clínicos^{19,20}.

Arritmias ventriculares

Los pacientes con arritmias ventriculares intratables representan una población única e interesante para la asistencia circulatoria. No cumplen con los criterios clásicos, pues, en ausencia de arritmia, su corazón tiene una función aceptable. Obviamente, deben ser tratados con fármacos antiarrítmicos de forma agresiva y con desfibriladores implantables antes de considerar esta opción²¹. En estos pacientes se debe considerar el soporte biventricular, debido a la pérdida de la función ventricular derecha durante las arritmias prolongadas²².

Descompensación aguda de insuficiencia cardíaca crónica

Se trata de pacientes con IC crónica agudizada, que pueden ser candidatos a soporte mecánico. Varios factores pueden desencadenar su deterioro, tales como nuevos episodios isquémicos, arritmias o infección. Estos pacientes pueden pertenecer a dos categorías: trasplantables y no trasplantables. El soporte circulatorio mecánico puede ser implantado como puente a trasplante o como terapia de destino. La normalización de su hemodinámica y la recuperación funcional de sus órganos vitales han mostrado una disminución de la mortalidad postrasplante en estos pacientes^{23,24}.

SELECCIÓN DE PACIENTES

La causa más común de una elevada mortalidad en la asistencia mecánica circulatoria es la inapropiada selección de pacientes. Un enfoque demasiado conservador

puede ofrecer una mejor tasa de supervivencia, pero a expensas de rechazar algunos pacientes que podrían haberse beneficiado de esta terapéutica.

Dado que en la literatura médica no existe suficiente evidencia científica en cuanto a la adecuada selección de pacientes se refiere, se debería evaluar cada paciente de forma individual utilizando una aproximación sistemática, en la que se tuvieran en cuenta tanto factores cardíacos como extracardíacos.

Función renal

Casi todos los autores señalan la función renal como una de las variables que, de forma más importante, afectan al resultado. En general, pacientes con una creatinina sérica de más de 5 mg/dl, o en diálisis de forma crónica, han sido considerados malos candidatos para soporte mecánico. Sin embargo, en pacientes agudos, la creatinina no es el mejor indicador⁹.

El nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) se ha mostrado mejor predictor de resultados adversos que la creatinina en un registro de 186 pacientes de 42 centros²⁵. La mortalidad fue del 46% para pacientes con BUN superior a 40, frente al 20% para pacientes con BUN inferior a 20, en el momento de la implantación del dispositivo.

Oz, et al. encuentran que el gasto urinario es un buen reflejo de la función renal²⁶. Un rango entre 20-30 ml/h durante un periodo de 6-8 h se asocia a un aumento del riesgo relativo en estos pacientes. Sin embargo, pacientes con disfunción renal grave tienen una probabilidad significativa de recuperar la función renal, por lo que deberá tenerse en cuenta en la toma de decisiones el estado previo de la función renal, la duración del *shock* cardiogénico y el deterioro de la función renal durante el mismo²⁷.

Función ventricular derecha

El estado del ventrículo derecho es, con gran frecuencia, crítico para el éxito de la asistencia mecánica. Algunos autores han mostrado que una presión auricular derecha superior a 16-20 mmHg es un factor de riesgo adverso para un resultado satisfactorio^{25,26}. El fracaso ventricular derecho ha sido definido como una presión en aurícula derecha superior a 20 mmHg o mayor que la presión capilar pulmonar, con máximo soporte farmacológico.

Nakatani, et al.²⁸ identifican tres variables que ayudan a predecir el fracaso ventricular derecho después de la implantación del dispositivo de asistencia. Éstas incluyen:

- Tamaño de ventrículo derecho con volumen telediastólico de 200 ml y telesistólico de 177 ml.
- Precarga elevada con presión de aurícula derecha superior a 23 ± 6 mmHg.

- Poscarga elevada con gradiente transpulmonar superior a 15 o resistencia vascular pulmonar superior a 3,8.

La interpretación de las resistencias pulmonares preoperatorias debe realizarse con sumo cuidado, pues unas resistencias vasculares normales, con un gasto cardíaco reducido, pueden corresponder a una vascularización pulmonar fija con hipertensión pulmonar al elevarse el gasto cardíaco con el dispositivo. Asimismo, unas presiones pulmonares bajas pueden indicar un ventrículo derecho no adaptable a un aumento del trabajo²⁹.

Infección

La mayoría de los trabajos sobre factores de riesgo asociados a la asistencia mecánica señalan la infección como un importante factor de riesgo²³. El paciente ideal sería aquel que tuviera hemocultivos negativos la semana anterior a la implantación del dispositivo. Toda infección documentada debe ser controlada e idealmente eliminada antes de la implantación. Los pacientes con endocarditis del dispositivo sólo pueden ser manejados con la retirada del sistema y el trasplante. La infección puede ser causa de deterioro hemodinámico en un paciente con IC crónica, por lo que debe ser cuidadosamente considerada en estos pacientes.

Ventilación mecánica

Cualquier condición pulmonar grave, como un *distress* respiratorio o enfermedad obstructiva o restrictiva es una contraindicación para el soporte mecánico. Los pacientes con ventilación mecánica o FiO₂ mayor del 70% han mostrado un peor resultado que aquellos con concentraciones de oxígeno más bajas o sin ventilación mecánica. La mayoría de los pacientes con edema pulmonar pueden mejorar una vez que se haya restaurado un gasto cardíaco normal. La dependencia del respirador es un factor de riesgo asociado a mortalidad, pero en sí misma no es una contraindicación⁹.

Función hepática

La disfunción hepática grave, reflejada en un aumento de la bilirrubina sérica, razón normalizada internacional (INR) o en ambos, es un importante indicador de resultados adversos tras la implantación de un dispositivo de asistencia ventricular. Un INR superior a 1,5, aspartato-aminotransferasa, alanina-aminotransferasa o bilirrubina total superior a cinco veces su valor normal han sido utilizados como criterios de exclusión en el ensayo RE-MATCH³⁰. La evidencia de fibrosis hepática y cirrosis es una contraindicación a esta terapia. La biopsia hepática,

medición de la presión hepática en cuña o la endoscopia alta pueden ser necesarias para excluir la cirrosis o manifestaciones de la hipertensión portal.

Estado neurológico

La evaluación del estado neurológico de cada paciente es uno de los factores más importantes y a menudo difíciles para decidir con propiedad la utilización de un dispositivo, especialmente cuando los pacientes son transferidos a un centro especializado tras una intervención fallida o una parada cardíaca reciente, en los que la evaluación neurológica no es posible. Los pacientes que se consideren para implantación de un dispositivo de asistencia no deben tener defectos cognitivos irreversibles que limiten su conocimiento acerca del mantenimiento y alarmas del dispositivo. El accidente cerebrovascular con secuelas motoras, pero sin deterioro cognitivo, no debe ser por sí solo una contraindicación a esta terapia²⁶.

Hemorragia/coagulación

Muchos de estos pacientes tienen esternotomías previas y se encuentran en tratamiento anticoagulante en el momento de la inserción del dispositivo. La reintervención y las alteraciones de la coagulación han mostrado un efecto adverso en los resultados³¹. El uso de múltiples transfusiones en el perioperatorio conduce a un empeoramiento de la función ventricular derecha así como al desarrollo de anticuerpos.

Reoperación/esternotomía previa

En una revisión de 186 pacientes de 42 centros, Farrar²⁵ reseña la importancia del tiempo de la esternotomía previa, con una supervivencia de sólo el 39% si la intervención previa fue más de 30 días previos a la inserción del dispositivo, mientras que fue del 61% si fueron menos de 30 días, comparada con el 67% para los pacientes sin esternotomía previa. Asimismo, Oz, et al.²⁶ encuentran que la reintervención presenta un 1,8 de riesgo relativo para mortalidad y que se encuentra íntimamente relacionada con las alteraciones de la coagulación en el momento de la intervención.

Nutrición

La malnutrición en los pacientes con asistencia mecánica circulatoria contribuye al desarrollo de problemas postoperatorios, tales como la infección y la limitación de la capacidad funcional, comprometiendo los resultados a largo plazo³². Debe considerarse el soporte nutricional parenteral hasta que pueda ser establecida una adecuada alimentación enteral.

Edad

La mayoría de los dispositivos de asistencia se restringen a pacientes candidatos a trasplante cardíaco o de menos de 65 años en muchos programas. Estudios recientes³³ sugieren que, en ausencia de otros factores de riesgo, la edad por sí sola no debe ser considerada una contraindicación para la implantación de un dispositivo de asistencia circulatoria.

Urgencia de la implantación

Deng, et al. revisan su experiencia con 41 pacientes que recibieron un dispositivo de asistencia como puente al trasplante³⁴. Los pacientes fueron divididos en tres categorías, según la inserción del dispositivo fuera electiva, urgente o de urgencia vital, y fueron comparados con pacientes trasplantados en lista de espera que no recibieron ningún tipo de asistencia. Sus resultados muestran que la evolución fue mejor en el grupo electivo que en los otros dos, y tan buena como la de los pacientes no soportados.

Estrategias alternativas

La primera alternativa al soporte mecánico en pacientes con IC refractaria es el uso endovenoso de agentes inotrópicos, vasodilatadores y vasopresores. Los resultados obtenidos con agentes inotrópicos frente al soporte mecánico fueron examinados por Reedy, et al., no encontrando diferencias significativas entre ambos grupos, a excepción de que los pacientes asistidos presentaban mejores índices cardíacos en el momento del trasplante³⁵. Asimismo, la supervivencia al año del trasplante fue del 70% en el grupo de inotropos, frente al 100% en el grupo asistido ($p = 0,03$).

La superioridad de tratamiento con soporte mecánico sobre los agentes inotrópicos ha sido confirmada por Aaronson, et al.³⁶, mostrando una mejor supervivencia a los 3 meses de soporte ($81 \pm 5\%$ vs $64 \pm 11\%$), y una mejor supervivencia a los 3 años postrasplante ($95 \pm 4\%$ vs $65 \pm 10\%$). Otros investigadores han mostrado, asimismo, la superioridad del soporte mecánico en aquellos pacientes que desarrollan IC refractaria mientras esperan un trasplante^{37,38}.

Escalas de riesgo

En un intento por simplificar el proceso de selección de pacientes que pueden beneficiarse del soporte mecánico, diversos grupos han desarrollado escalas de riesgo asociadas con su uso. El grupo de St. Louis ha estudiado un sistema usando 64 parámetros, 34 pre-soporte y 30 post-soporte³⁹. Los factores independientes para predecir mortalidad tras el trasplante fueron la intubación pre-

TABLA I. FACTORES DE RIESGO PARA SUPERVIVENCIA TRAS INSERCIÓN DE DISPOSITIVO DE ASISTENCIA VENTRICULAR

Factor de riesgo	Riesgo relativo	Puntos
Gasto urinario < 30 ml/h	3,9	3
Presión venosa central	3,1	2
Ventilación mecánica	3	2
Tiempo de protrombina > 16 s	2,4	2
Reoperación	1,8	1
Recuento leucocitario > 15.000	1,1	0
Temperatura > 38,5 °C (101,5 °F)	0	0

Circulation. 1997;95:1844-52

porte ($p < 0,005$), duración de CEC durante la implantación del dispositivo ($p < 0,0001$), presión pulmonar media en el primer día postimplante ($p < 0,0002$) y elevación de creatinina sérica postsoporte ($p < 0,01$).

Oz, et al. desarrollan un sistema simple que ayuda a predecir el resultado de los pacientes con soporte mecánico, pero, al igual que el del grupo de St. Louis, no predice qué pacientes no precisarían de esta intervención⁴⁰. Estudian siete factores a los que asignan a cada uno un riesgo relativo y una puntuación (Tabla I). Los pacientes con una puntuación mayor de cinco puntos presentan una mortalidad superior a los pacientes con puntuación menor de cinco.

Otra aproximación ha sido la utilización del sistema APACHE (*Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*), que fue empleado en pacientes críticos, no sólo debido a fracaso cardíaco. El análisis mediante este sistema muestra que la implantación de un dispositivo de asistencia en el fracaso cardíaco grave mejora la supervivencia⁴¹. El APACHE II puede ayudar a decidir el momento de la implantación del dispositivo de asistencia mecánica en pacientes con fracaso cardíaco que no cumplan criterios hemodinámicos convencionales. Los pacientes con APACHE II entre 11-20 son los que mayor beneficio obtienen de la asistencia mecánica circulatoria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Spencer FC, Eiseman B, Trinkle JK, Rodd NP. Assisted circulation for cardiac failure following intracardiac surgery with cardiorespiratory bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1965;49:56-73.
2. DeBakey ME. Left ventricular bypass pump or cardiac assistance. Clinical experience. *Am J Cardiol.* 1971;27:3-11.
3. Pennington DG, Swartz MT, Lohman DP, McBride LR. Cardiac assist devices. *Surg Clin North Am.* 1998;78:691-704.
4. Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, et al. Randomized evaluation of mechanical assistance for the treatment of congestive heart failure (REMATCH). Study group. Long-term mechanical left ventricular assistance for end-stage heart failure. *N Engl J Med.* 2001;345:1435-43.
5. Potapov EV, Loforte A, Weng Y, et al. Experience with over 1,000 implanted ventricular assist devices. *J Card Surg.* 2008; 23:185-94.

6. Miller LW. Patient selection for the use of ventricular assist devices as a bridge to transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2003;75(Suppl):66-71.
7. Williams MR, Oz MC. Indications and patient selection for mechanical ventricular assistance. *Ann Thorac Surg.* 2001;71(Suppl):86-91.
8. Aggarwal S, Cheema F, Oz MC, Naka Y. Long-term mechanical circulatory support. In: Cohn LH, ed. *Cardiac surgery in the adult.* New York: McGraw-Hill; 2008. p. 1609-28.
9. Hausmann H, Potapov EV, Koster A, et al. Prognosis after the implantation of an intra-aortic balloon pump in cardiac surgery calculated with a new score. *Circulation.* 2002;106(12 Suppl 1):1203-6.
10. Potapov EV, Weng Y, Hausmann H, et al. New approach in treatment of acute cardiogenic shock requiring mechanical circulatory support. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:2112-4.
11. Samuels LE, Holmes EC, Thomas MP, et al. Management of acute cardiac failure with mechanical assist: experience with the ABIOMED BVS 5000. *Ann Thorac Surg.* 2001;71 Suppl 3:67-72; discussion 82-5.
12. Smedira NG, Blackstone EH. Postcardiotomy mechanical support: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2001;71 Suppl 3:60-6; discussion 82-5.
13. Oz MC. Update on VADS. *Heart Surg Forum.* 2003;6:115-7.
14. Hasdai D, Topol EJ, Califa RM, et al. Cardiogenic shock complicating acute coronary syndromes. *Lancet.* 2000;356:749-56.
15. Hochman JS. Cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: expanding the paradigm. *Circulation.* 2003;107:2998-3002.
16. Hochman JS, Sleeper LA, White HD, et al. SHOCK Investigators. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiogenic shock? One-year survival following early revascularization for cardiogenic shock. *JAMA.* 2001;285:190-2.
17. Leshnower BG, Gleason TG, O'Hara ML, et al. Safety and efficacy of left ventricular assist device support in postmyocardial infarction cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg.* 2006;81:1365-70.
18. Pennington DG, Smedira NG, Samuels LE, Acker MA, Curtis JJ, Pagani FD. Mechanical circulatory support for acute heart failure. *Ann Thorac Surg.* 2001;71(Suppl):56-9.
19. Topkara VK, Dang NC, Barili F, et al. Ventricular assist device use for the treatment of acute viral myocarditis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131:1190-1.
20. Grinda JM, Chevalier P, D'Attellis N, et al. Fulminant myocarditis in adults and children: bi-ventricular assist device for recovery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;26:1169-73.
21. Swartz MT, Llowdermik GA, McBride LR. Refractory ventricular tachycardia as an indication for ventricular assist device support. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118: 1119-20.
22. Farrar DJ, Hill JD, Gray LA Jr, Galbraith TA, Chow E, Hershon JJ. Successful biventricular circulatory support as a bridge to cardiac transplantation during prolonged ventricular fibrillation and asystole. *Circulation.* 1989;80 Suppl 2: 147-51.
23. Frazier OH, Rose EA, McCarthy P, et al. Improved mortality and rehabilitation of transplant candidates treated with a long-term implantable left ventricular assist system. *Ann Surg.* 1995;222:327-36.
24. Dang NC, Topkara VK, Kim BT, Mercado ML, Kay J, Naka Y. Clinical outcomes in patients with chronic congestive heart failure who undergo left ventricular assist device implantation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130: 1302-9.
25. Farrar DJ. Preoperative predictors of survival in patients with Thoratec ventricular assist devices as a bridge to heart transplantation: Thoratec Ventricular Assist Device Principal Investigators. *J Heart Lung Transplant.* 1994;13:93-100.
26. Oz MC, Rose EA, Levin HR. Selection criteria for placement of left ventricular assist devices. *Am Heart J.* 1995;129: 173-7.
27. Aaronson KD, Patel H, Pagani FD. Patient selection for left ventricular assist device therapy. *Ann Thorac Surg.* 2003;75: 29-35.
28. Nakatani S, Thomas JD, Savage RM, Vargo RL, Smedira NG, McCarthy PM. Prediction of right ventricular dysfunction after left ventricular assist device implantation. *Circulation.* 1996;94:216-21.
29. Fukamachi K, McCarthy PM, Smedira NG, Vargo RL, Starling RC, Young JB. Preoperative risk factors for right ventricular failure after implantable left ventricular assist device insertion. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:2181-4.
30. Rose EA, Moskowitz AJ, Packer M, et al. The REMATCH trial: rationale, design and endpoints. *Ann Thorac Surg.* 1999; 67:723-30.
31. Radovancevic B, Bracey A, Riggs S, Radovancevic R, Frazier OH. Left ventricular assist devices and bleeding diathesis: hematologic and medical issues. *J Congest Heart Failure Circ Suppl.* 2001;2:13-9.
32. Holdy K, Dembitsky W, Eaton LL, et al. Nutrition assessment and management of left ventricular assist device patients. *J Heart Lung Transplant.* 2005;24:1690-6.
33. Huang R, Deng M, Rogers JG, et al. Effect of age on outcomes after left ventricular assist device placement. *Transplant Proc.* 2006;38:1496-8.
34. Deng MC, Weyand M, Hammel D, et al. Selection and management of ventricular assist device patients: The Muenster experience. *J Heart Lung Transplant.* 2000;19(Suppl):77-82.
35. Reedy JE, Pennington DG, Miller LW, et al. Status I heart transplant patients: conventional versus ventricular assist device support. *J Heart Lung Transplant.* 1992;11:246-52.
36. Aaronson KD, Schwartz JS, Chen TM, Wong KL, Goin JE, Mancini DM. Development and prospective validation of a clinical index to predict survival in ambulatory patients referred for cardiac transplant evaluation. *Circulation.* 1997;95: 2660-7.
37. Bank AJ, Mir SH, Nguyen DQ, et al. Effects of left ventricular assist devices on outcomes in patients undergoing heart transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2000;69:1369-74.
38. Jaski BE, Kim JC, Naftel DC, et al. Cardiac transplant outcome of patients supported on left ventricular assist device vs. intravenous inotropic therapy. *J Heart Lung Transplant.* 2001;20:449-56.
39. McBride LR, Naunheim KS, Fiore AC, et al. Risk analysis in patients bridged to transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2001;71:1839-44.
40. Oz MC, Argenziano M, Catanese KA, et al. Bridge experience with long-term implantable left ventricular assist devices. Are they an alternative to transplantation? *Circulation.* 1997; 95:1844-52.
41. Gracin N, Johnson MR, Spokas D, et al. The use of APACHE II scores to select candidates for left ventricular assist device placement. *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation. J Heart Lung Transplant.* 1998;17:1017-23.