Cir. Cardiov. 2005;12(3):245-50

Artículo de revisión

Estado actual de la asistencia circulatoria temporal

Emili Saura, David Toral, Daniel Ortiz

Servicio Cirugía Cardíaca
Hospital Universitario de Bellvitge
L'Hospitalet del Llobregat. Barcelona

La asistencia circulatoria forma parte del armamentario quirúrgico de la cirugía cardíaca. La evolución histórica demuestra que hay muy diversos sistemas para lograr un bombeo de sangre de forma temporal. Los criterios de implantación son clínicos y hemodinámicos. Las contraindicaciones están en función de la edad, las donaciones, insuficiencia orgánica, vasoplejía, sepsis y estado de choque cardiogénico persistente. Los sistemas de asistencia se clasifican según el tipo de flujo, su localización corporal y según la fuente de energía. La elección del sistema estará en función del sistema disponible, del tiempo previsto de asistencia, de la disponibilidad de órganos, del ventrículo a asistir, necesidad de anticoagulación y de los costes. Los resultados básicos confirman que un 25-30% fallecen antes de poder ser trasplantados, que un 35-40% llegan a ser trasplantados pero fallecen, que el 60-65% de los trasplantados sobreviven al trasplante y que la supervivencia global de los asistidos es del 40-45%.

Palabras clave: **Asistencia circulatoria. Sistemas de asistencia. Indicaciones. Complicaciones. Resultados.**

Current status of temporary circulatory support

Circulatory support is a part of the surgical armamentarium in cardiac curgery. History shows that many systems to pump blood on a temporary basis have been tested. Criteria for implantation are clinical and hemodynamic. Contraindications for implantation are related to age, availability of organ donations, organ failure, vasoplegia, sepsis and persistent cardiogenic shock. Assist devices are classified according to the type of flow, body site implantation and source of energy. The choice of the device will be related to the system available, expected time of assist, organ donation, the ventricle to be assisted, need for anticoagulation and cost. Basic results are that 25-30% of assisted patients died before transplantation, that 35-40% died after transplantation, that 60-65% live after transplantation and that overall survival of assisted patients is 40-45%.

Key words: **Circulatory support. Assist devices. Indications. Complications. Results.**

La asistencia circulatoria (AC) consiste en sustituir de forma parcial o en su totalidad la función de bomba del corazón por medios mecánicos, y dicha función puede ser asumida de forma temporal o de manera definitiva. Desde el punto de vista tecnológico es fácil conseguir un sistema que pueda bombear la sangre necesaria para la correcta perfusión de todo el organismo; sin embargo, y por el momento, el hacerlo conlleva inevitablemente un traumatismo importante de los elementos formales de la misma, al mismo tiempo que la aparición de problemas graves tromboembólicos. Estos dos problemas a los que hemos hecho mención, se incrementan en la mayoría de los sistemas de AC a medida que el tiempo de utilización es más prolongado.

Una de las principales aplicaciones de la AC es la sustitución de la función cardíaca en el paciente incapaz de mantener una función hemodinámica adecuada a la espera de una posible recuperación miocárdica o de poder disponer de un donante adecuado para realizar un trasplante cardíaco. Esta forma de utilización de la AC mecánica es la que podemos denominar temporal y en algunos casos como «puente al trasplante».

Correspondencia:
Emili Saura
Servicio de Cirugía Cardíaca
Hospital Universitario de Bellvitge
Feixa Llarga, s/n
08907 L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona)
E-mail: esaura@csub.scs.es

Recibido 9 julio 2005
Aceptado 10 octubre 2005

RECUERDO HISTÓRICO

Podemos considerar a la máquina corazón-pulmón, que permitió el nacimiento y desarrollo de la cirugía cardíaca, el primer sistema de AC de que se dispuso; sin embargo, a pesar de representar un gran avance tenía una serie muy importante de limitaciones que lo hacían poco efectivo. Necesitaba la exposición quirúrgica del corazón y la canulación tanto de la aurícula izquierda como de la aorta; al mismo tiempo la bomba de rodillo, utilizada para la impulsión de la sangre, producía un traumatismo sanguíneo importante, y con ello una limitación irremediable de su tiempo de utilización. La necesidad ineludible de una heparinización completa del paciente durante la circulación extracorpórea (CEC) aumentaba el riesgo de hemorragia, y el propio circuito empleado para el trasporte sanguíneo facilitaba una pérdida térmica muy difícil de atajar a pesar de todas las medidas físicas utilizadas.

A pesar de todos los inconvenientes mencionados permitió por primera vez mantener la función hemodinámica cardíaca aunque fuera por poco tiempo, consiguiendo la recuperación de algunos pacientes que de otra manera estaban abocados a una muerte segura.

Pensando en mejorar de una manera efectiva esta primitiva AC, Michael De Bakey, a mediados de los años 60, diseñó un sistema de asistencia circulatoria que, en este caso, sólo suplía la función del ventrículo izquierdo. Para ello drenaba el ventrículo a través de la punta y reinyectaba la sangre en la aorta descendente, ya que el aparato impulsor, debido a su considerable tamaño, tenía que estar alojado en la cavidad abdominal. En agosto de 1966, y después de un periodo de experimentación en animales, se realizó por primera vez con éxito la implantación en humanos, lo que se llevó a cabo en la persona de Esperanza del Valle, permitiéndole dejar su internación hospitalaria aunque sólo fuera por un periodo corto de tiempo. Los inconvenientes de este sistema seguían siendo la necesidad de anticoagulación, los fenómenos tromboembólicos y el traumatismo sanguíneo producido, lo que limitaba su tiempo de utilización.

La primera AC temporal como puente al trasplante cardíaco fue realizada por Denton A. Cooley en 1969, empleando durante 64 h un corazón artificial neumático, diseñado por Domingo Liotta, en un paciente que presentó fallo cardíaco irreversible después de la resección de un aneurisma de ventrículo izquierdo. El enfermo falleció 32 h después de realizado el trasplante cardíaco[1] a causa de una neumonía. De nuevo fue Cooley quien en 1978 utilizó un aparato de asistencia ventricular izquierda en un paciente que presentó *stone heart* después de doble sustitución valvular. Al quinto día se pudo trasplantar al enfermo, que falleció por sepsis a los 10 días[2].

En diciembre de 1982 William De Vries implantó un corazón artificial, diseñado por Willem Kolff y Robert Jarvik, de forma definitiva en un paciente que sobrevivió 112 días[3]. El mismo De Vries, en un caso realizado posteriormente, consiguió una supervivencia de 620 días. Sin embargo, no fue hasta 1985 cuando Jack Copeland logró la primera AC de larga duración, utilizando el mismo aparato, estando el paciente a la espera de un trasplante[4].

INDICACIONES

La indicación para la implantación de un sistema de AC debe basarse en criterios clínicos y hemodinámicos.

Los criterios clínicos de indicación son muy precisos, ya que el paciente, por definición, tiene que ser un candidato claro al trasplante[5], presentar un cuadro de fallo hemodinámico que no responda a las medidas terapéuticas habituales y que no exista posibilidad de aplicarle un tratamiento eficaz.

Los criterios hemodinámicos se pueden resumir en que el paciente se encuentre en situación de *shock* cardiogénico, lo que viene determinado por una serie de parámetros:

- Tensión arterial sistólica > 90 mmHg o media < 60 mmHg.
- Presión capilar pulmonar > 20 mmHg.
- Índice cardíaco < 2 l/m/m^2.
- Oligoanuria < 30 cc/h.
- Perfusión orgánica inadecuada.
- Resistencias sistémicas normales o aumentadas.

Hemos descrito los criterios tanto clínicos como hemodinámicos que deben cumplir los pacientes para ser tributarios de implantación de una asistencia circulatoria, pero antes de hacerlo es ineludible valorar la respuesta del paciente al tratamiento inotrópico máximo, balón de contrapulsación intraaórtico, y a la posibilidad de realizar o no algún tratamiento quirúrgico que pueda mejorar su estado hemodinámico.

CONTRAINDICACIONES

Existen pocas contraindicaciones[5,6] para que a un paciente en *shock* cardiogénico se le implante una AC temporal con el fin de conseguir una recuperación total en un tiempo limitado o como puente a trasplante cardíaco, y de ellas aún menos que lo sean de forma absoluta. Sin embargo, pueden coincidir una serie de factores que condicionarán, sobre todo si se suman, una disminución de las posibilidades de éxito. Es importante valorar:

- Edad superior a los 65 años. Tenemos que tomar en consideración la edad cronológica aunque pueda existir en algunos casos una discrepancia importante en cuanto al estado físico de los pacientes.
- Insuficiencia orgánica crónica. La afectación orgánica grave de riñón, hígado, cerebro, pulmón, etc.

es una contraindicación formal para la asistencia y lo es también para el posterior trasplante.

– Insuficiencia orgánica aguda. Estos órganos pueden presentar disfunción aguda cuya reversibilidad será difícil de valorar, ya que puede estar provocada y potenciada por el propio estado hemodinámico catastrófico del paciente. Sin embargo, debemos tomar en consideración una serie de determinaciones analíticas que nos van a permitir objetivar el estado real de cada órgano.
  - La insuficiencia renal aguda con cifras de creatinina ≥ 2-5 mg/dl y valores de aclaramiento < 30 ml/min condiciona la necesidad de diálisis, lo que a su vez constituye, para la mayoría de grupos, una contraindicación absoluta.
  - La insuficiencia hepática con cifras de bilirrubina < 2 mg/dl o de transaminasas > 150 UI/l constituye una contraindicación que puede verse cuestionada cuando dichas cifras persistan elevadas o incluso aumenten aun después de instaurada la AC.
  - La insuficiencia respiratoria aguda viene condicionada en la mayoría de los casos por el fallo cardiocirculatorio del paciente, por ello no debe constituir una contraindicación, ya que la instauración de la AC mejora el estado hemodinámico y con ello el problema pulmonar.
  - Vasoplejía persistente. La existencia de resistencias vasculares sistémicas bajas, en especial si persisten a pesar de una medicación correcta, debe considerarse una contraindicación absoluta de AC, sobre todo si pensamos que suelen ser el reflejo de un fallo multiorgánico.
  - Infección activa. Esta enfermedad debe valorarse con sumo cuidado ya que muchas de estas infecciones, sobre todo las que afectan a los pulmones y al riñón, pueden controlarse con un tratamiento antibiótico correcto. Hay también que tener en cuenta el germen causal, ya que en algunos casos, como con los hongos u otros microorganismos que respondan muy mal a los antibióticos, puede constituir una contraindicación absoluta.
  - Accidente cerebrovascular reciente (< 3 m). Muchas veces este cuadro es de difícil valoración por el estado neurológico producido por el bajo gasto cardíaco; sin embargo, siempre que exista focalidad neurológica debe considerarse como una contraindicación, ya que la instauración de la asistencia conllevará un tratamiento anticoagulante que empeorará el cuadro.
  - La hemorragia gastrointestinal y la embolia pulmonar reciente contraindican, por la misma causa, la implantación de un sistema de AC.
  - Shock cardiogénico prolongado. La duración del estado de *shock* grave tiene que ser valorada con sumo cuidado, ya que cuando se sobrepasa un límite prudencial, que podemos situar entre las 6-12 h, se establece fallo multiorgánico, que constituye por sí mismo una contraindicación absoluta, tanto de implantación de la asistencia como de llegar a realizar un posterior trasplante.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ASISTENCIA

Existen múltiples sistemas para obtener un soporte mecánico de la función hemodinámica del corazón, y para realizar una clasificación racional de los mismos es necesario ordenarlos según varias características. Así, si tenemos en cuenta el sistema de flujo, los podemos diferenciar en los que proporcionan un flujo pulsátil y los que lo tienen continuo. Si tenemos en cuenta su implantación podemos a su vez dividirlos en paracorpóreos, que son aquellos colocados fuera del organismo, y en intracorpóreos. Finalmente, si tenemos en cuenta la fuente de energía utilizada, los podemos clasificar en neumáticos, los que utilizan aire u otro gas comprimido, y los eléctricos.

ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS SISTEMAS

Balón intraaórtico de contrapulsación

El sistema de AC más utilizado y, sin ninguna duda, del que se ha obtenido un rendimiento clínico excepcional, es el balón de contrapulsación intraaórtico (BIAC). Este sistema fue ideado y desarrollado por Dwight E. Harken y Adrian Kantrowitz, siendo utilizado por primera vez en 1970. Sus ventajas[7] son que puede implantarse fácilmente por vía percutánea, que puede utilizarse sin necesidad de anticoagular al paciente –o, en caso de hacerlo, puede ser sólo de manera parcial–, que las complicaciones debidas directamente a su utilización son muy limitadas y que su coste es reducido. Su eficacia hemodinámica es escasa, ya que sólo consigue aumentar el gasto cardíaco en un 10 o 15%; sin embargo, suficiente para permitir la recuperación de multitud de pacientes.

Sistemas de flujo continuo

Tienen como característica común el conseguir un gasto hemodinámico adecuado pero a través de flujo continuo, lo que en principio parecería estar en desacuerdo con el sistema pulsátil desarrollado por el propio corazón; sin embargo, se ha comprobado que la importancia del sistema de flujo sobre la perfusión de los órganos es mínima.

Oxigenación de membrana extracorpórea (OME)

Se conoce de forma popular por sus siglas en inglés (ECMO = *extracorporeal membrana oxygenation*). La OME es, en esencia, la derivación cardiopulmonar con canulación extratorácica[8-10] con módulo de rodillo o centrífuga y oxigenador de membrana. Suple la función del corazón y pulmones al drenar la sangre venosa mediante una cánula y reinyectarla una vez oxigenada a la aorta o la femoral, y por ello es utilizada en los casos de insuficiencia respiratoria aguda. Para su implantación es necesaria la exposición del corazón y grandes vasos, aunque en algunos casos esto no es necesario. Precisa una anticoagulación completa con un tiempo de coagulación activado superior a 400 s. Su tiempo de utilización es reducido debido al propio sistema, pero tiene a su favor su gran efectividad y su coste relativamente bajo.

Bombas centrífugas

Estos sistemas de AC, como los sistemas Biomedicus[8,11,12] y Sarns[13], pueden ser utilizados también en cirugía cardíaca convencional para la CEC. Son dispositivos[14-17] que suplen la función cardíaca al aprovechar la fuerza centrífuga que genera una pieza móvil para impulsar la sangre. Su implantación requiere también la práctica de una esternotomía para proceder a la canulación de una aurícula y de la aorta, o de ambas aurículas de la aorta y la arteria pulmonar. Es necesaria una anticoagulación moderada, pero su tiempo de utilización es limitado. Su coste económico es bajo, lo que determinó que en otros tiempos fueran utilizados como primer soporte hemodinámico, antes de la implantación de otros sistemas de AC que permitían, por su mayor duración sin problemas, actuar como verdaderos puentes al trasplante.

Basándose en el mismo sistema de impulsión sanguínea, es de reciente aparición el sistema Centrimag-Levitronix, que permite realizar una asistencia circulatoria total de una duración sensiblemente superior a las bombas centrífugas; sin embargo, su coste es sensiblemente mayor, pero este dato hay que matizarlo, ya que nos permite utilizarlo como un puente eficaz al trasplante.

Bombas rotatorias o axiales

Este sistema de impulsar la sangre está basado en el principio del «tornillo de Arquímedes»[14,18]. El sistema Impella se coloca a través de la aorta, situándose entre el tracto de salida del ventrículo izquierdo y la propia aorta, atravesando la válvula. Gracias a un movimiento de rotación a alta velocidad, llegando a las 32.000 revoluciones/min, se origina una turbulencia que puede llegar a proporcionar un gasto cardíaco adecuado. El sistema descrito[19,20] sólo puede suplir la función del ventrículo izquierdo, y para su implantación es necesario actualmente practicar una esternotomía y exponer el corazón; sin embargo, ya están en avanzada fase de estudio las que se puedan colocar por vía percutánea[15,20]; en ambos casos es preciso una anticoagulación moderada, su tiempo de utilización es limitado, pero su coste de utilización es relativamente bajo. El motor eléctrico que los hace funcionar está colocado por fuera del organismo, precisando una conexión permanente, con la consiguiente merma de la movilidad del paciente en AC.

Basándose en el mismo sistema han ido apareciendo con posterioridad una serie de aparatos que son de implantación interna y suplen también, de manera exclusiva, la función del ventrículo izquierdo. Realmente, tanto el De Bakey-Nasa como el Incor-Berlin-Heart y el Heart-Mate II son bastante parecidos entre sí y tienen una serie de características comunes como el extraer la sangre a través de la punta del ventrículo izquierdo y devolverla al torrente arterial en la aorta ascendente, su pequeño tamaño que va a permitir su colocación en la cavidad pericárdica, y la posibilidad de ofrecer un volumen/min elevado. El sistema Jarvik-2000 es el único de ellos que, por su mayor tamaño, se coloca en la cavidad abdominal y por ello reinyecta la sangre en la aorta descendente. Estos aparatos precisan la exposición del corazón, anticoagulación y antiagregación, pero su tiempo de aplicación puede ser más prolongado, pensándose incluso que más adelante podrán llegar a ser definitivos y poder utilizarse en todos aquellos casos en que esté afectada la función ventricular izquierda y exista alguna contraindicación para realizar un trasplante. El inconveniente actual es su muy elevado coste.

Sistemas de flujo pulsátil

Tienen como característica común, además de procurar un gasto cardíaco adecuado y suficiente, hacerlo a través de un flujo pulsátil del todo semejante al desarrollado por el propio corazón. Dentro de estos sistemas de asistencia circulatoria, existen los de colocación externa o paracorpórea y los de implantación interna.

Sistemas de flujo pulsátil paracorpóreos

Existen actualmente en el mercado varios aparatos paracorpóreos o externos que pueden proporcionar una asistencia circulatoria con un flujo pulsátil que suple la función cardíaca; sin embargo, pueden también ser utilizados para suplir un solo ventrículo, ya sea el derecho o el izquierdo. Todos ellos tienen como característica común el disponer de un dispositivo impulsor que remeda un ventrículo orgánico con una válvula de entrada y otra de salida y un diafragma o saco que impulsa la sangre al ser comprimido por el aire suministrado por un compresor. Tanto dicho compresor como el aparato neumático impulsor y la consola de control están

colocados fuera del cuerpo. Así pues, son sistemas neumáticos que precisan la exposición del corazón para ser implantados, ya que es necesario canular una o ambas aurículas para la recogida de sangre, y la aorta o la arteria pulmonar para reinyectarla. Es necesaria una anticoagulación moderada, su tiempo de utilización es limitado y su coste económico es importante dependiendo del aparato elegido.

Entre estos sistemas de AC se encuentran el BCM (Biomed Comunidad de Madrid)[21], el Abiomed BVS-5000[15,18,22-26], que son similares, siendo el primero de ellos de diseño e investigación totalmente español. Permiten un tiempo de utilización, con un margen importante de seguridad, que puede oscilar entre las 4-6 semanas, ya que pasado este periodo los problemas de tromboembolismo se hacen patentes y no permiten movilidad alguna al paciente que debe permanecer encamado. Los sistemas Thoratec portátil[27-29] y Excor-Berlin-Heart, debido al menor tamaño tanto del aparato impulsor como del compresor y la consola, permiten una movilización efectiva del paciente, al mismo tiempo que el margen de seguridad en su tiempo de utilización es bastante mayor que en los dos sistemas anteriores, de tal forma que pueden proporcionar AC temporal que, en algunos casos, ha superado el año.

Sistemas de flujo pulsátil de implantación interna

Estos sistemas de AC se diferencian de los descritos anteriormente no sólo en que el dispositivo de bombeo de la sangre puede implantarse en la cavidad abdominal, sino también en que sólo están diseñados para suplir la función del ventrículo izquierdo. Drenan dicho ventrículo a través de la punta e inyectan la sangre bombeada en el sistema arterial por la aorta ascendente. Para su funcionamiento utilizan un dispositivo impulsor dotado de un doble plato mecánico, impulsado eléctricamente, que remeda un ventrículo orgánico con una prótesis valvular de entrada y otra de salida.

La fuente de energía eléctrica se encuentra colocada fuera del organismo, pero permite la carga por inducción de una serie de baterías que son las responsables del funcionamiento correcto del sistema; todo ello condicionará una posibilidad extraordinaria de movilidad para el paciente, consiguiéndose de esta forma, en bastantes casos, llegar a reincorporarse a una vida, si no normal, que pueda desarrollarse por lo menos lejos del hospital.

Los sistemas de que disponemos en este momento son Novacor[27,30-32], TCI-Heart-Mate[15,33-36] Lion-Heart y Thoratec implantable[37], y todos ellos son muy parecidos, teniendo, además de las características ya descritas, la necesidad de una anticoagulación muy ligera o nula pero asociada a una antiagregación, un tiempo de utilización muy prolongado, pudiendo llegar a tender a ser definitivo, al mismo tiempo que un coste económico muy elevado[15,32,36].

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ASISTENCIA

Como ya hemos expuesto al referirnos a los distintos aparatos de asistencia circulatoria, todos cumplen la finalidad de suplir la circulación. Sus diferencias residen básicamente en el tiempo máximo de aplicación, en la posibilidad de utilizarse como soporte uni o biventricular, en las complicaciones que suelen producir, en la necesidad o no de tratamiento anticoagulante y, finalmente, en su coste económico.

La elección del sistema adecuado se realizará según estos condicionantes:

- Aparato disponible. No todos los grupos quirúrgicos disponen de los mismos sistemas de AC, debido, entre otros factores, a su complejidad y elevado precio.
- Tiempo previsto de aplicación. Dependiendo de ello podemos utilizar uno u otro sistema. Las bombas centrífugas suelen utilizarse cuando se prevé un tiempo de aplicación menor de 1 semana. Los ventrículos externos Abiomed BVS-5000 y BCM pueden utilizarse varias semanas o, en el caso de Thoratec, incluso meses. Los ventrículos de implantación interna y los corazones artificiales pueden superar los 2 años, y este límite está ampliándose.
- Donaciones de órganos. Una gran influencia sobre la elección del sistema la tiene la disponibilidad de donantes, que en nuestro país, en general, es superior a los del resto de Europa. Cuando un paciente lleva implantada una AC en espera de trasplante, se coloca, una vez valorado, en prioridad nacional (urgencia cero) y, por lo general, puede ser trasplantado en menos de 1 semana.
- Clase de asistencia. Se pueden utilizar sistemas uni o biventriculares dependiendo de la necesidad de suplir a un solo ventrículo o a ambos.
- Anticoagulación. Todos los sistemas requieren anticoagulación, cuando menos moderada, y sólo los ventrículos artificiales implantables pueden ser tratados con anticoagulantes orales o antiagregantes.
- Costes. Las diferencias de precio de los diferentes sistemas son realmente grandes, tal como se indicaba en su descripción, lo que condiciona con frecuencia el aparato a utilizar.

RESULTADOS DE LA ASISTENCIA CIRCULATORIA TEMPORAL

Según los datos obtenidos del registro nacional, del registro inglés, del registro alemán y del registro internacional podemos decir que:

- Entre el 25-30% de los pacientes sometidos a AC fallecen antes de poder ser trasplantados.
- Entre el 35-40% de los pacientes que llegan a ser trasplantados fallecen después del trasplante.
- Entre el 60-65% de los pacientes trasplantados sobreviven al trasplante.
- Entre el 40-45% de los pacientes asistidos sobreviven.

Es necesario resaltar que estos resultados, que inicialmente pueden parecer pobres, son excelentes, ya que estamos hablando de pacientes en los cuales la mortalidad, dejados a su evolución natural, es del 100%. Además, la AC permite llegar con garantías hemodinámicas al trasplante a un grupo de enfermos que, de otra manera, no podrían beneficiarse de este tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cooley DA, Liotta D, Hallman GL, Bloodwell RD, Leachman RD, Milam JA. Orthotopic cardiac prosthesis for two-staged cardiac replacement. Am J Cardiol 1969;24:723-6.
2. Norman JC, Brook MI, Cooley DA. Total support of the circulation of a patient with postcardiotomy stone-heart syndrome by a partial artificial heart (LVAD) for 5 days followed by heart and kidney transplantation. Lancet 1978;1:1125-7.
3. De Vries WC, Anderson JL, Yoyre LD. Clinical use of the total artificial heart. N Engl J Med 1984;310:273-6.
4. Copeland JG, Levinson MM, Smith R. The total artificial heart as a bridge to transplantation: a report of two cases. JAMA 1986;256:2991-6.
5. Llorens R, Castells E, Concha M. Indicaciones de asistencia ventricular como puente al transplante. En: Concha M, Arizón JM, Crespo M, Llorens R, eds. Trasplante cardíaco. Conferencia de Consenso Nacional 1996; Barcelona 1996. p. 83-129.
6. Pavie A, Leger P, Rábago G. Clinical use of mechanical cardiac assist devices. En: Akutsu T, Koyanagi H, eds. Heart replacement. Artificial heart 4. Tokio: Springer-Verlag; 1993. p. 185-94.
7. Maccioli GA. Intraaortic balloon pump therapy. Baltimore (MD): Williams & Wilkins; 1997. p. 1-200.
8. Magovern GJ Jr. The biopump and postoperative circulatory support. Ann Thorac Surg 1993;55:245-9.
9. Bandok P, Del Nido PJ, Siewers RD. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) circulatory support as a bridge to pediatric heart transplantation. En: Akutsu T, Koyanagi H, eds. Heart replacement. Artificial heart 4. Tokio: Springer-Verlag; 1993. p. 387-92.
10. Philips SJ. Resuscitation for cardiogenic shock with extracorporeal membrane oxygenation systems. Seminars in Thoracic and Cardiovasc Surg 1994;6:131-5.
11. Magovern GJ, Park SB, Maher TD. Use of a centrifugal pump without anticoagulants for postoperative left ventricular assist. World J Surg 1985;9:25-36.
12. Golding AR, Crouch RD, Stewart RN. Postcardiotomy centrifugal mechanical circulatory support. Ann Thorac Surg 1992;54:1059-64.
13. Curtis JJ, Walls JT, Schmaltz R, Boley TM, Nawarawong W, Landreneau RJ. Experience with the Sarns centrifugal pump in postcardiotomy ventricular failure. J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104(3):554-60.
14. Wampler RW, Frazier OH, Lansing AM. Treatment of cardiogenic shock with the hemopump left ventricular assist device. Ann Thorac Surg 1991;52:506-13.
15. Frazier OH. New technologies in the treatment of severe cardiac failure: the Texas Heart Institute experience. Ann Thorac Surg 1995;59:31-8.
16. Meyns BP, Sergeant PT, Daenen WJ, Flameng WJ. Left ventricular assistance with the transtoracic 24 F hemopump for recovery of the failing heart. Ann Thorac Surg 1995;60:392-7.
17. Lönn U, Peterzen B, Granfeld H, Babi A, Casimir-Ahn H. Hemopump treatment in patients with postcardiotomy heart failure. Ann Thorac Surg 1995;60:1067-71.
18. Champsaur G, Ninet J, Vigneron M. Use of the Abiomed BVS 5000 system as a bridge to cardiac transplantation. J Thorac Cardiovasc Surg 1990;100:122-8.
19. Lönn U. A minimally invasive axial blood flow pump. Linköping: University of Linköping; 1997. p. 1-126.
20. Nose Y. Strategy for the development of a rotary blood pump. Abstracts 7th World Congress ISCTS; 1997:113; Düsseldorf.
21. Duarte J, Fernández de Caleya D, Antoranz C, Cañizo JF. Asistencia mecánica circulatoria con el dispositivo BCM. En: Téllez de Peralta G, ed. Tratado de Cirugía Cardiovascular. Madrid: Díaz de Santos; 1998. p. 385-9.
22. Castells E. The initial Spanish experience. Proceedings of the 3rd Abiomed Symposium. Danvers: Abiomed Inc; 1995.
23. Castells E, Calbet JM, Saura E. Ventricular circulatory assistance with the Abiomed system as a bridge to heart transplantation. Transplant Proc 1995;27:2343-5.
24. Castells E, Calbet JM, Saura E. Ventricular circulatory assistance with Abiomed system as a bridge to heart transplantation. En: Akutsu T, Koyanagi H, eds. Heart replacement. Artificial heart 6. Tokio: Springer-Verlag; 1998.
25. Shooks B. Worlwide Registry of the Abiomed-BVS 5000 system. proceedings of the 3rd Abiomed Symposium. Danvers: Abiomed Inc; 1995. p. 1-8.
26. Copeland JG, Smith RG, Clearinger MR. Development and current status of the Cardiowest C70 (Jarvik-7) total artificial heart. En: Lewis T, Graham TR, eds. Mechanical circulatory support. Londres: Edward Arnold; 1995. p. 186-98.
27. Dew MA, Kormos RL, Roth LH. Life quality in the era of bridging to cardiac transplantation: bridge patients in an outpatient setting. ASAIO Transactions 1993;39:145-52.
28. Llorens R, Dávalos G, Indaburu D. Use of biventricular circulatory support as bridge to simultaneous heart and kidney transplantation. Eur J Cardio-thorac Surg 1993;7:96-100.
29. Farrar DJ, Hill JD. Univentricular and biventricular Thoratec VAD support as a bridge to transplantation. Ann Thorac Surg 1993;55:276-82.
30. Kormos RL, Borovetz HS, Pristas JM. Out of hospital facility for the Novacor bridge to transplant: the Pittsburgh family house experience. ASAIO 1991;20:13.
31. McCarthy PM, Portner PM, Tobler HQ. Clinical experience with the Novacor ventricular assist system. J Thorac Cardiovasc Surg 1991;102:578-86.
32. Portner PM. A totally implantable heart assist system: the Novacor program. En: Akustu T, Koyanagi H, eds. Heart replacement. Artificial heart 4. Tokio: Springer-Verlag; 1993. p. 71-82.
33. Frazier OH, Rose EA, Macmanus Q. Multicenter clinical evaluation of the Heart-Mate 1000 IP left ventricular assist device. Ann Thorac Surg 1992;53:1080-90.
34. Poirier UL, Frazier OH. Portable electric systems for long-term use. En: Akutsu T, Koyanagi H, eds. Heart replacement. Artificial heart 4. Tokio: Springer-Verlag; 1993. p. 103-16.
35. McCarthy PM. Heart-Mate implantable left ventricular assist device: bridge to transplantation and future applications. Ann Thorac Surg 1995;59:46-51.
36. Granfeldt H, Solem JO, Lönn U. The Linköping-Lund surgical experience with the Heart-Mate left ventricular assist system. Ann Thorac Surg 1995;59:52-6.
37. Hill JD, Farrar DJ. The Thoratec VAD system: patient selection and results in bridging to transplantation. En: Lewis T, Graham TR, eds. Mechanical circulatory support. Londres: Edward Arnold; 1995. p. 169-78.

BIOMED
unidix
Especialistas
en cirugía
cardiovascular
desde 1977 al cuidado de tu salud
91 803 28 02
info@biomed.es