

# Contraindicaciones y complicaciones de la asistencia circulatoria mecánica

Eduardo Castells Cuch

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

La asistencia circulatoria mecánica se emplea cuando han fracasado todos los tratamientos posibles. Por ello, antes de su aplicación bastantes pacientes presentan ya contraindicaciones, absolutas o relativas, que hay que valorar de forma rápida y exhaustiva para una selección adecuada. En indicaciones agudas y urgentes, como en el *shock* cardiogénico, es muy importante no retrasar la indicación. Las enfermedades crónicas de órganos vitales avanzadas no suelen mejorar con la asistencia, aunque sí pueden hacerlo las agudas, dentro de ciertos límites. Los aparatos de larga duración suelen aplicarse en situaciones no urgentes, estables, lo que facilita mejores resultados. Describimos las contraindicaciones más importantes: edad avanzada, fallo orgánico, infecciones activas, hemorragia, vasoplejía, esperanza de vida no cardíaca muy corta. Las escalas de riesgo ayudan a su valoración. La mortalidad y complicaciones de la asistencia son frecuentes y elevadas, en especial en el primer mes, aunque persisten durante toda su aplicación. La hemorragia, el fallo orgánico, la infección, la tromboembolia y los fallos de los aparatos son las de mayor incidencia. Estos últimos se van reduciendo, al tiempo que se va alargando su durabilidad (bombas axiales). Aunque los progresos de la asistencia han sido más lentos de lo deseado, los niveles de aparataje y funcionamiento no se corresponden con el escaso uso que, en general, se hace en nuestro país.

**Palabras clave:** Complicaciones. Contraindicaciones. Asistencia mecánica circulatoria.

## *Contraindications and complications of mechanical circulatory support*

Mechanical circulatory support is usually a last resort therapy. Before its application some patients have absolute or relative contraindications and have to be evaluated in a fast and exhaustive manner, to achieve an adequate selection. In acute and emergency indications, such as cardiogenic shock, it is critical not to delay the indication. Associated advanced chronic diseases very rarely improved with support, although acute complications can improve. We describe the most frequent contraindications: advanced age, organ failure, active infections, bleeding, vasoplegia, short life expectancy. The use of screening scales to prevent survival is important. Mortality and complications related to circulatory support support are very frequent and numerous, especially in the first month, although they persist during all the time. Bleeding, organ failure, infections and thromboembolism have the highest incidence. Prevention and fast diagnosis and treatment are very important. Mechanical failure of the devices is decreasing. Durability is increasing, especially with axial pumps. Although the progress of the mechanical circulatory support has been much slower than desired, the quality and quantity of the devices available today does not correspond with the infrequent use of these devices in our country.

**Key words:** Complications. Contraindications. Mechanical circulatory support.

Correspondencia:  
Eduardo Castells Cuch  
Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario de Bellvitge  
Feixa Llarga, s/n  
Hospitalet de Llobregat, Barcelona  
E-mail: castellscuch@bellvitgehospital.cat

Recibido 7 de Noviembre de 2008  
Aceptado 25 de Junio de 2009

## CONTRAINDICACIONES DE LA ASISTENCIA CIRCULATORIA MECÁNICA

Es evidente que la contraindicación más importante es la ausencia o falta de criterios de indicación de una asistencia circulatoria mecánica (ACM). Muchas veces las contraindicaciones no lo son de manera absoluta, sino como factores de riesgo, cuya suma puede hacer prohibitivo el caso. En ocasiones, dependerá del riesgo que se considere asumible. Hay que tener muy en cuenta las enfermedades crónicas asociadas del paciente, ya que difícilmente van a ser mejorables por la implantación de una ACM.

En cambio, los fallos agudos suelen estar relacionados con el trastorno hemodinámico y en algunos casos pueden mejorar con la ACM. Consideramos unas contraindicaciones generales, otras según el objetivo o propósito de la asistencia y otras dependiendo del sistema a emplear.

### Contraindicaciones generales

Los factores más importantes a valorar son:

- Edad<sup>1-6</sup>. Hay que considerar más la edad funcional o biológica que la cronológica. Aunque la edad no debe considerarse una contraindicación, salvo en casos avanzados, sí aumenta el riesgo con la misma. Se han comprobado peores resultados en ACM de corta duración a partir de los 50-60 años, y en las de más larga duración a partir de los 60-65 años<sup>7</sup>, si bien se han comunicado resultados satisfactorios en casos seleccionados de más de 70 años<sup>8</sup>. Cuando la indicación es puente al trasplante deberán considerarse los límites de indicación para el mismo, en estos casos en general alrededor de los 65-70 años<sup>9</sup>. En indicaciones de larga duración o como terapia de destino, sus límites se han situado en los 75-80 años, aunque partiendo de la base de que la aplicación no se hace en condiciones agudas y críticas<sup>5,6,8</sup>.
- Fallo multiorgánico<sup>1-6</sup>. Considerado como tal el fracaso funcional de dos o más órganos. Es una contraindicación casi siempre absoluta, ya que constituye la primera causa de mortalidad tras la colocación de una ACM<sup>10</sup>.
- Afectación orgánica crónica o aguda<sup>1-7</sup>. Una enfermedad crónica grave, que afecte a órganos importantes como el riñón, hígado, cerebro o pulmón, es una contraindicación formal de ACM, así como también lo es de trasplante cardíaco<sup>9</sup>. Estos mismos órganos pueden presentar disfunción aguda, en general relacionada con el trastorno hemodinámico del paciente y su mal estado general. En

estos casos, las posibilidades de reversibilidad son mayores, al mejorarse su situación circulatoria. A veces, la reversibilidad resulta difícil de precisar, en especial cuando el grado de disfunción es avanzado.

- Insuficiencia renal. Cuando es crónica y grave, y en especial cuando requiere diálisis, es una contraindicación formal. Las cifras de creatinina límites que se valoran son 2,5-3 mg/dl y un aclaramiento de creatinina inferior a 30 ml/min; pueden indicar diálisis o hemofiltración, dependiendo del riesgo que consideremos aceptable y de la agudeza o reversibilidad de la insuficiencia renal aguda. En general, con creatinina superior a 3 mg/dl el riesgo de fracaso es elevado, y sólo se considerarán candidatos si el fallo es agudo y las posibilidades de recuperación probables (jóvenes; función renal previa normal)<sup>6,11</sup>.
- Afectación cerebral o neurológica. Cuando sea grave, crónica o reciente, suele ser una contraindicación. Se necesita la colaboración del paciente, en especial en la ACM de duración intermedia o larga. La necesidad de tratamiento anticoagulante que precisa una ACM puede agravar el daño cerebral. En caso de accidentes cerebrovasculares recientes la existencia de focalidad suele considerarse una contraindicación. En casos de paro cardíaco previo es necesaria una evaluación suficiente, aunque a veces no puede llegar a efectuarse. Es un factor de riesgo, en especial cuando la recuperación no es completa. En casos dudosos pueden usarse aparatos de corta duración y bajo coste para, si la evolución es favorable, poder pasar a otras más largas.
- Hepatopatía. Cuando es irreversible, por cirrosis, hepatitis y/o hipertensión portal, constituye una contraindicación. En una insuficiencia hepática aguda las cifras de bilirrubina y transaminasas pueden aumentar considerablemente. Cifras de bilirrubina superiores a 2 mg/dl y ALT o AST mayores de tres veces el control suelen ser de alto riesgo y, en general, límites. Si tras la implantación no mejoran o empeoran, el pronóstico es muy malo. También serán contraindicaciones cuando afecte a la coagulación, con valores de ratio internacional normalizada (INR) espontánea superiores a 2,5<sup>6</sup>.
- Insuficiencia respiratoria. Cuando la afectación es crónica y grave es una contraindicación, como también lo es para trasplante. Como tal suele considerarse una FEV<sub>1,0</sub> inferior a 1. Si es aguda, viene condicionada en la mayoría de casos por el fallo cardiocirculatorio del paciente, que

puede mejorarse con la ACM. Por ello, no debe constituir *per se* una contraindicación. Sin embargo, la ventilación mecánica, en especial con más de 1 semana de duración, es un factor de riesgo muy importante<sup>5,6,10</sup>. La embolia pulmonar y los infiltrados parenquimatosos recientes pueden desarrollar focos infecciosos y ser difíciles de tratar con la ACM. Las primeras, si son importantes, son una contraindicación.

- Infección<sup>1-6</sup>. En general, debe tratarse previamente, aunque no siempre es posible. En caso de infección sistémica aguda no debe implantarse una ACM. La aparición de *shock* séptico debe valorarse como contraindicación absoluta. Infecciones cutáneas, pulmonares, renales y bacteriemias simples, con fiebre de bajo grado y leucocitosis discreta, pueden ser tratadas durante la ACM, aunque no dejan de ser un factor de riesgo. Hay que tener en cuenta el germen causal y su respuesta a los antibióticos. En el caso de microorganismos u hongos que respondan mal a la medicación, la contraindicación podrá ser absoluta. La leucocitosis aislada, aunque sea importante, puede ser debida a respuesta inflamatoria; en nuestra experiencia hemos conseguido resultados aceptables.
- Vasoplejía<sup>1,3,5</sup>. Unas resistencias vasculares sistémicas bajas que provocan hipotensión, y en especial si persisten a pesar de una medicación correcta, deben considerarse contraindicación absoluta, sobre todo considerando que suelen ser el reflejo de fallo multiorgánico.
- Hemorragia digestiva y otras hemorragias activas<sup>1-6</sup>. Cuando no sean inmediatamente corregibles contraindican ACM, por la necesidad de tratamiento anticoagulante.
- Estado nutricional<sup>6</sup>. La caquexia, con pérdidas de peso llamativas e índices de masa corporal inferior a 21 en hombres e inferior a 19 en mujeres, es un factor de riesgo importante.
- Expectativa de vida corta<sup>1</sup>. La existencia de otras enfermedades asociadas con esperanza de vida corta (< 1-2 años) no relacionadas con el corazón, como pueden ser neoplasias activas u otras sistémicas, será una contraindicación, en especial para el uso de dispositivos de larga duración.
- Trastornos psiquiátricos, drogadicción y apoyo sociofamiliar<sup>5,6</sup>. Siempre que sea posible, deben evaluarse antes con el paciente y su familia. Las enfermedades psiquiátricas activas deben considerarse una contraindicación, en especial en casos previsibles de duración intermedia o larga, en que se necesita la colaboración del paciente. La adicción a drogas o tóxicos como el alcohol

es también una limitación importante en todos los casos. Es muy importante conocer si dispone de apoyo familiar o social adecuado, así como su nivel cultural y capacidad de entendimiento, en especial en casos en que pueda abandonar el hospital.

- Reoperaciones y otras cardiopatías asociadas<sup>5,6</sup>. Pueden modificar el riesgo y/o la técnica quirúrgica. Así, cuando el paciente haya sido operado antes del corazón, el riesgo de la implantación de ACM es mayor, en especial con dos o más intervenciones previas, en cuyo caso puede llegar a considerarse una contraindicación<sup>6</sup>. Si se trata de implantar sólo ACM izquierda puede ser recomendable el acceso por toracotomía izquierda. Las cardiopatías asociadas no suelen ser una contraindicación, excepto en algunos casos en que el objetivo sea la recuperación, pero pueden requerir de su tratamiento. La existencia de una insuficiencia aórtica más que ligera puede agravarse en sistemas pulsátiles al producir una descarga inadecuada del ventrículo. Se recomienda su sutura o sustitución por una bioprótesis. En caso de una prótesis mecánica aórtica se debe considerar su sustitución por una bioprótesis por el riesgo de tromboembolia, en aparatos de larga duración. Tampoco podrán usarse aparatos transvalvulares tipo Impella<sup>®</sup>.

También debe corregirse la estenosis mitral grave, y si se espera la retirada, la insuficiencia mitral significativa, aunque ésta puede verse agravada por la situación clínica. Menor consenso existe en cuándo y cómo debe tratarse la insuficiencia tricuspídea grave. Una comunicación interauricular debe ser objeto de cierre.

En caso de estenosis coronarias graves y revascularizables, en especial si esperamos la retirada del aparato, pueden asociarse injertos coronarios en el momento del implante.

## Contraindicaciones por su propósito u objetivo

Aparte de las citadas anteriormente, tendremos en cuenta según los casos:

- Poscardiotomía. Cuando la intervención haya sido infructuosa y el paciente no pueda abandonar la circulación extracorpórea (CEC), no deberá considerarse para ACM poscardiotomía, salvo que se piense en puente al trasplante. Las posibilidades de recuperación también serán escasas si se ha producido infarto agudo de miocardio extenso, existe ya una función ventricular muy deteriorada, el fallo es biventricular, en la historia del paciente constan múltiples infartos previos y/o existe insuficiencia cardíaca congestiva.

La hemorragia intraoperatoria no corregible quirúrgicamente, cuando no es debida a un trastorno de la coagulación, es una contraindicación absoluta. Si es difuso y debido a la alteración de la coagulación, su limitación es relativa, ya que con la colocación del aparato puede revertirse la heparina, tratar el déficit y sangrar menos.

La existencia de episodios de taquicardia o fibrilación ventricular no es un indicador predictivo de mortalidad al colocar el aparato, que deberá ser biventricular.

Cuando el paciente se opera por endocarditis infecciosa, si está controlada con cultivos estériles, puede ser un candidato razonable tras la resección y sustitución de las válvulas afectadas.

En operaciones cardíacas urgentes puede haber ya afectación de órganos principales que haga las posibilidades de supervivencia escasas.

- Puente a la recuperación. Ya hemos comentado los criterios poscardiotomía para estos casos, que pueden modificarse si el objetivo es puente al trasplante. En los casos de *shock* cardiogénico por infarto agudo de miocardio los resultados han mejorado con la angioplastia primaria. Sin embargo, muchas veces no revierte con ella o se presenta o progresa más tarde. Estos pacientes todavía pueden ser candidatos a ACM como recuperación o puente al trasplante, si reúnen las condiciones indicadas, aunque la recuperación en nuestra experiencia es reducida y los resultados han sido buenos con el trasplante. Se han comunicado buenas recuperaciones con ACM de duración intermedia (> 1 mes), tipo Abiomed® AB 5000. En las miocarditis la recuperación es frecuente, salvo que se trate de casos por células gigantes<sup>12-14</sup>.

- Puente al trasplante. En este caso, las contraindicaciones principales de ACM son la falta de criterios de trasplante cardíaco y/o la afectación de órganos vitales, crónica o aguda, grave e irreversible, tal como hemos indicado antes. De todas formas, en el momento de la aplicación de la asistencia no es necesario que se reúnan todos los criterios para trasplante, ya que si la aplicación se hace en un estado hemodinámico crítico algunos parámetros pueden mejorar después. En la actualidad, se ha demostrado que la ACM de duración intermedia o larga puede mejorar la insuficiencia renal o hipertensión pulmonar que inicialmente contraindicaban el trasplante.

En nuestro país se suele usar ACM de corta duración, en relación con la posibilidad de colocar al paciente en código «0» y realizar el trasplante en pocos días. Sin embargo, ello puede conllevar que la recuperación

no sea completa y una mayor mortalidad global. En otros países, con menos posibilidades de donantes, es más frecuente el uso de ACM de larga duración.

- Terapia de destino y/o ACM de larga duración. La llamada terapia de destino se refiere a una aplicación definitiva o permanente, aunque se ha visto que este concepto inicial a veces debe modificarse por la evolución clínica del paciente, pudiéndose producir la recuperación y explantación, en general poco frecuente –como en un caso propio a los 135 días–, o pasar a ser candidato a un trasplante. Por ello, la preferencia por el segundo término, de ACM de larga duración. En general, su indicación e implantación no se harán en condiciones críticas de *shock* cardiogénico sino en situación más estable. Si ello fuera así, puede recurrirse a una ACM de duración corta, y si mejora, aplicar un dispositivo de larga duración. Casi todos los aparatos de larga duración son univentriculares, excepto en el caso del corazón artificial. Las bombas axiales son las preferidas.

### Contraindicaciones según el aparato

En la actualidad, se dispone de diversos aparatos cuya descripción, ventajas e inconvenientes se exponen en otro apartado. Hay aparatos para ACM de duración corta (< 1 mes), como Abiomed® BVS 5000, Impella® Recover (Abiomed Inc, Danver, MA, USA) o Centrimag-Levitronix® (Levitronix LLC, Waltham, MA, USA), otros de duración intermedia (hasta 1 año), como el Thoratec (Thoratec Corporation, Pleasanton, California, USA), Excor (Berlin Heart GmbH, Berlín, Alemania) o Abiomed® AB 5000 (Abiomed Inc, Danver, MA, USA), incluso con experiencias de más de 1 año en los dos primeros y con capacidad de usar sistemas o consolas portátiles que permiten la deambulacion fuera del hospital, y aparatos de larga duración (> 1 año), como las bombas axiales Micromed-DeBakey® VAD, Jarvik® (Transcoil Inc, Norristown, PA, USA), HeartMate® II (Thoratec Corporation, Pleasanton, California, USA) o INCOR® (Mediport Berlin Heart GMBH Kardioteknik), cuyas durabilidades nos limitarán su uso a unos casos determinados, más teniendo en cuenta que los costes de dichos sistemas son crecientes. El HeartMate® I y el Novacor® ya no se usan.

Otras limitaciones en el uso de dichos aparatos vienen dadas por si pueden utilizarse como biventriculares, como los citados de duración corta-intermedia, o no, como las bombas axiales. A veces, pueden combinarse uno izquierdo, de mayor duración, con otro derecho, más corto, pensando que éste pueda retirarse antes.

Sólo hay un corazón artificial total neumático (Cardiowest™, Syncardia Systems Inc, Tucson, Arizona, USA),

con limitaciones a su uso a muy largo plazo pero bastante eficiente en casos de fallo de varios órganos, y otro eléctrico (Abiocor®, Abiomed Inc, Danver, MA, USA), que todavía no ha dado los resultados deseados. Las diferencias de coste de los aparatos son considerables, lo que en algunos casos es una limitación importante. Sin embargo, todavía es más considerable el gasto y empleo de recursos de todo el proceso intrahospitalario que hay que sopesar en la indicación.

## Escalas de riesgo

Con frecuencia, las contraindicaciones son relativas, comportándose como factores de riesgo, cuya suma es lo que puede hacer prohibitiva la ACM. Todo ello crea un escenario de opciones diversas, que van desde la aplicación de criterios restrictivos con, en general, mortalidad inmediata para el paciente sin ACM, a otros muy amplios, con posibilidades de supervivencia limitada y costes elevados. Para ello, se han empleado escalas de riesgo predictivas de mortalidad. De las más conocidas es la de la Universidad de Columbia<sup>16</sup>. Consideran cinco variables significativas:

- Soporte ventilatorio mecánico (riesgo relativo [RR]: 5,3; peso: 4).
- Estado poscardiotomía (RR: 3,3; peso: 2).
- Intervención previa de ACM izquierda (RR: 2,1; peso: 2).
- PVC superior a 16 mmHg (RR: 2,1; peso: 1).
- TP superior a 16 (RR: 2,1; peso: 1).

La mortalidad operatoria es 46% para puntuación superior a 5 y 12% para puntuación igual o inferior a 5. En 1995 realizaron un estudio similar en el que además tenían preeminencia la oliguria, la leucocitosis y la fiebre, aunque ahora no.

El registro de la *International Society for Heart and Lung Transplantation* (ISHLT) destaca como factores de riesgo de mortalidad inicial:

- Implantación concurrente de ACM derecha (RR: 4,89).
- Edad avanzada (RR: 3,13).
- Recuento de plaquetas bajo (RR: 2,13).
- Leucocitosis elevada (RR: 2,01).
- Grupo sanguíneo A (RR: 1,89).
- Diabetes (RR: 2,01).
- Ventilación preimplante (RR: 1,84).
- Creatinina elevada (RR: 1,64)<sup>10</sup>.

## Complicaciones de la asistencia ventricular

La mortalidad y morbilidad son frecuentes, en especial en los casos en que la indicación es urgente, por el estado crítico del paciente. Es necesario conseguir un

**TABLA I. CAUSAS DE MORTALIDAD EN ACM: PORCENTAJE DE LAS MISMAS SEGÚN LOS MUERTOS DE ACUERDO CON DIVERSOS REGISTROS Y BIBLIOGRAFÍA**

SISTEMA	ABIOMED®	ISHLT	INTERMACS
Autor	Samuels <sup>17</sup>	Deng <sup>10</sup>	Kirklin <sup>15</sup>
N.º pacientes	45	655	420
Muertos	31	178	104
Causa	%	%	%
Cardíaca	40	12	15
Neurológica	22	10	18
Infecciosa	16	8	8
FMO	16	35	16
Técnica	6	5	8
Hemorragia	–	15	5
Respiratoria	–	5	10
Aparato	–	–	5
Otras	–	13	16

FMO: fallo multiorgánico.

gasto cardíaco adecuado. Si es insuficiente, en casos de ACM univentricular debe optimizarse al máximo el tratamiento inotrópico y vasodilatador pulmonar, y si no se mejora, plantear ACM biventricular. El corazón artificial neumático puede producir un gasto cardíaco elevado y suele ser útil en caso de fallo hepático y/o renal avanzado.

Estas complicaciones en ACM pueden ser consecuencia de alteraciones orgánicas previas, cuya evolución puede ser ya irreversible a pesar de la normalización del gasto cardíaco. La falta de mejoría neurológica y los aumentos de la urea, creatinina, bilirrubina y enzimas hepáticas son malos índices pronósticos<sup>2-6</sup>.

En la intervención pueden presentarse complicaciones por el agravamiento del fallo circulatorio, hemorragias y/o problemas quirúrgicos en las reintervenciones.

## Mortalidad

Es la complicación más grave y definitiva. Su incidencia es elevada pero decreciente según la indicación sea poscardiotomía, puente al trasplante cardíaco o terapia de destino. Influye en gran parte el estado crítico del paciente y la operación de urgencia vital, y en general en menor medida el dispositivo. Dicho riesgo es mayor en el primer mes del implante. Las causas más frecuentes suelen ser el fallo de uno o más órganos, la hemorragia, las infecciones y los accidentes tromboembólicos (Tabla I).

A pesar de las cifras de mortalidad, más que de ellas deberíamos hablar de supervivencia, ya que la ACM suele implantarse cuando ya han fracasado todos los otros tratamientos posibles. Las mortalidades en casos de corta duración, con Abiomed® BVS 5000 se citan con el aparato del 51% y son alta hospitalaria el 31%,

TABLA II. PRINCIPALES COMPLICACIONES DE LA ACM, SEGÚN DIVERSOS REGISTROS Y BIBLIOGRAFÍA

ESTUDIO	ABIOMED®	ECMO	ISHLT	INTERMACS	AXIALES
Autor	Samuels <sup>17</sup>	Smedira <sup>18</sup>	Deng <sup>10</sup>	Kirklin <sup>15</sup>	Miller <sup>20</sup>
Pacientes	45	107	655	420	133
Causas	%	%	%	%	%
Sangrado	78	95	28	146	53
Neurológica	22	29	14	77	26
Renal		39	20	64	14
Respiratoria			16	84	26
Hepática			7	41	2
Infección	20	48	32	160	62
Aparatos		5	8	53	4
Hemólisis				17	3
Arritmias			24	77	24
Fallo del VD			11	25	17
Vascular		27	4		
Psiquiátricas				38	

con predominio de poscardiotomías<sup>17</sup>. En nuestros primeros 37 casos, fallecieron en bomba el 34% y altas el 42%, con mayor incidencia de puentes al trasplante en aquellos en que los resultados son mejores (supervivencia al alta 65%)<sup>13</sup>. Con oxigenación de membrana extracorpórea (ECMO) en poscardiotomía los resultados son similares, con 55% de mortalidad al destete y del 65% al alta<sup>18</sup>.

Con ACM de duración intermedia, en el registro de Thoratec<sup>®19</sup> las mortalidades con el aparato también son mejores como puente al trasplante (32% con ACM izquierda, 45% con ACM biventricular y 59% con ACM derecha y altas después del mismo del 93, 81 y 67%) que en poscardiotomía (del 62%, y al alta global del 77%).

En las ACM de larga duración los resultados son mejores, aunque en la mayoría la implantación no es emergente ni en estado crítico. Así, en los registros de la ISHLT<sup>10</sup> la mortalidad a 1 mes es del 17%, y del 50% al año; en el de INTERMACS del 10 y 44%, respectivamente<sup>15</sup>, y en un estudio multicéntrico de bombas axiales como puente al trasplante, de un 25% a los 6 meses y de un 32% al año<sup>20</sup>.

### Complicaciones del paciente

Las complicaciones son frecuentes y variadas. Su incidencia es mayor en el primer mes pero persisten a lo largo de todo el implante. En la tabla II se refiere su incidencia según diversos estudios o registros.

#### HEMORRAGIA<sup>1-6,21</sup>

Más frecuente en relación con la operación, en el momento del implante o en el postoperatorio inmediato. También puede manifestarse como taponamiento. Es la

segunda causa de mortalidad en el registro de la ISHLT<sup>10</sup>. La problemática puede iniciarse en la intervención por tratarse de reoperaciones o hacerse con CEC, aunque ello puede evitarse en algunos casos, como demostramos con Abiomed<sup>®</sup> BVS. También es frecuente la terapia anticoagulante/antiagregante o trastornos de la coagulación y/o hepatopatías.

Los dispositivos tienen superficies extrañas y riesgo de tromboembolia, por lo que requieren tratamiento anticoagulante y, a veces, antiagregante, que suele iniciarse en el primer día cuando la hemorragia deja de ser significativa. Ello puede agravarla, por lo que es necesario conseguir un equilibrio adecuado. Las reintervenciones por hemorragia son frecuentes y no hay que demorarlas, ya que hay que evitar hemorragia excesiva con requerimiento transfusional, por sus efectos nocivos en la hemodinámica y sobre el pulmón, y estado inflamatorio.

#### DISFUNCIÓN NEUROLÓGICA<sup>2,3,5,6</sup>

El daño neurológico y los accidentes cerebrovasculares pueden iniciarse preoperatoriamente, en especial en casos de paro circulatorio, durante la operación, por embolias aéreas o trombóticas, y en el postoperatorio, debidos al propio paciente, la intervención, los aparatos y los niveles de anticoagulación. Es la cuarta causa de muerte en el registro de la ISHLT, con un 10%<sup>10</sup>.

#### TROMBOEMBOLIA<sup>2-6</sup>

Es uno de los problemas más graves de la ACM. Son superficies extrañas, en las que también hay que incluir las cánulas y circuitos. Sin embargo, a veces el origen puede estar en los ventrículos dilatados y la estasis intracardiaca. Es necesario una evaluación óptima de la

coagulación con analítica habitual, tromboelastograma y agregación plaquetaria, y un tratamiento inicial con heparina y luego dicumarínicos, completado con antiagregantes plaquetarios, siguiendo los criterios de Szefner<sup>3</sup> y el hospital de *La Pitié*<sup>22</sup>. La incidencia de tromboembolia fue significativamente mayor con Novacor<sup>®</sup> que con HeartMate<sup>®</sup> I; en éste la ventaja es atribuida a la especial textura de su pared<sup>5,6</sup>.

#### *INFECCIÓN*<sup>2,4-6,15,23</sup>

Es la quinta causa de mortalidad en el registro citado, con un 8%<sup>10</sup>. En otras publicaciones sobre aparatos de larga duración es la causa más frecuente tardíamente<sup>15</sup>. Al principio, guardan relación con el estado crítico del paciente, malnutrición, afectación de los órganos, infecciones nosocomiales, intervención y cuidados intensivos.

Las tardías suelen relacionarse con el tamaño del aparato interno y las líneas de conexión con la consola, siendo estas últimas a veces localizadas en la piel a nivel del sitio de salida. Desde el principio se requiere un estricto cuidado de esta herida.

En los aparatos implantables se ha visto un descenso importante de estos problemas desde que los aparatos de ACM (HeartMate<sup>®</sup>, Novacor<sup>®</sup>) han sido sustituidos por las bombas axiales, más pequeñas<sup>20</sup>.

#### *FALLO MULTIORGÁNICO*<sup>2,6</sup>

Es la causa más frecuente de mortalidad inicial en el estudio que venimos citando, con un 35%<sup>10</sup>. El riñón, hígado y/o pulmón pueden no mejorar, a pesar de conseguirse un gasto adecuado, por la afectación previa o complicaciones asociadas. La insuficiencia renal y/o hepática son de mal pronóstico.

#### *SHOCK POR VASODILATACIÓN*<sup>1,4,21</sup>

Hipotensión sistémica e hipoperfusión orgánica causada por pérdida del tono vascular o colapso vasomotor. Las resistencias vasculares sistémicas son bajas, y el gasto cardíaco normal o aumentado. Es un cuadro parecido, aunque más progresivo e intenso, que el que a veces se presenta en el postoperatorio inmediato de cirugía cardíaca con CEC. Si se detecta ya antes de la implantación del aparato, puede ser una contraindicación. Los factores que lo provocan son múltiples, relacionados con el fallo cardíaco terminal, la administración de catecolaminas, el fallo de otros órganos y las alteraciones metabólicas. Se produce acidosis láctica e insensibilidad de los receptores adrenérgicos. Algunos autores creen que la deficiencia de la hormona vasopresina tiene un papel importante. La administración endovenosa de

vasopresina-arginina podría corregir la complicación<sup>4</sup>. Cuando se presenta en el postoperatorio inmediato suele tener un efecto devastador.

#### *ARRITMIAS*<sup>4-6,21</sup>

Son frecuentes, aunque pueden reducirse con la ACM y la mejoría cardíaca. Se consideran graves las arritmias ventriculares sostenidas que requieren desfibrilación o cardioversión, y algo menos las arritmias supraventriculares sostenidas que requieren medicación o cardioversión. Pueden aumentar las salvas de taquicardia ventricular monomórficas autolimitadas, que en bombas axiales pueden tener escasa repercusión. En arritmias ventriculares graves puede precisarse del implante de un desfibrilador. En ACM izquierda, el efecto de una fibrilación ventricular es difícil de predecir y variable. Por ello, si se presentan antes del implante, es mejor una ACM biventricular<sup>21</sup>.

#### *FALLO VENTRICULAR DERECHO*<sup>1,2,4,6,21</sup>

Es la aparición, persistencia o agravamiento de síntomas y signos de disfunción ventricular derecha que requieren tratamiento. Ya ha sido comentada su importancia en la decisión de una implantación uni o biventricular. Aparte del grado de fallo preoperatorio, una ACM izquierda puede acentuarlo al aumentar el gasto cardíaco y por la desviación del septo interventricular. Las transfusiones y la hipertensión pulmonar también pueden agravarlo. Es necesario tratamiento inotrópico y vasodilatador pulmonar adecuado y, si no se mejora, habrá que repensar la colocación de una ACM derecha, que puede ser de más corta duración. Son pacientes con mayor mortalidad y morbilidad<sup>21</sup>.

#### *SENSIBILIZACIÓN INMUNOLÓGICA*<sup>3,4,6</sup>

Las superficies extrañas de los aparatos y la administración de productos sanguíneos pueden provocar la formación de anticuerpos anti-HLA. Después de la aplicación de un ACM la incidencia de sensibilización es del 30-70%, y es usualmente aparente por el panel de anticuerpos dentro de las semanas 4-6 de la implantación. Ello podría explicar en parte la tendencia que hemos observado de más fallos primarios en el trasplante con ACM en el primer mes.

#### *FALLO MECÁNICO DE LOS APARATOS*<sup>5,6,20,21,23</sup>

Este problema va disminuyendo. La trombosis y la infección<sup>23</sup> pueden influir. Observamos un trombo en una Abiomed<sup>®</sup> BVS que se solucionó con el cambio de la misma en la cama del paciente. De los aparatos de duración intermedia o larga, Thoratec<sup>®</sup> ha tenido pocos.

Excor<sup>®</sup> ha sobrepasado los 4 años en varios casos. CardioWest<sup>™</sup> también ha mostrado buenos resultados.

Más frecuentes han sido con ACM izquierdas, cuya duración raramente ha sobrepasado los 2-3 años. La incidencia ha sido más elevada con HeartMate<sup>®</sup> que con Novacor<sup>®5,6</sup>. En cambio, las bombas axiales de larga duración muestran escasos problemas<sup>20</sup>, habiendo llegado a 7 años en un Jarvik<sup>®</sup> y varias INCOR<sup>®</sup> a más de 5 años en terapia definitiva. Una trombosis en un INCOR<sup>®</sup> se solucionó con trombolíticos. Se prevé que puedan superar los 10 años sin demasiados problemas.

## COMENTARIOS

Las contraindicaciones de ACM pueden ser absolutas, en general escasas, o relativas, más frecuentes, pero cuya suma puede ser prohibitiva. Dependen casi siempre de la existencia de enfermedades crónicas avanzadas, difíciles de mejorar, o de estados críticos pero agudos como el *shock* cardiogénico, que pueden regresar con la mayoría hemodinámica.

Es importante su valoración ante una posible indicación, ya que la mortalidad, morbilidad y costes de ACM son elevados, lo que obliga a un uso juicioso de sus aplicaciones. El estudio de los factores citados debe ser rápido y completo, pero sin retrasar el momento de la indicación. Las escalas de riesgo sirven para una valoración más precisa.

Los aparatos a usar deben seleccionarse según la disponibilidad, necesidades del paciente y las limitaciones de los mismos.

Las complicaciones son muy frecuentes y variables, tal como hemos citado. Su mayor incidencia es en el primer mes y en los casos agudos, pero se mantienen en todo lo largo del implante. Su elevada incidencia, aunque parece tiende a mejorar con los nuevos dispositivos, sigue siendo uno de los grandes inconvenientes de la ACM<sup>23</sup>. Para reducirlas, no debemos retrasar las indicaciones, realizar una prevención activa y diagnosticarlas y tratarlas rápidamente. Con las bombas axiales se están produciendo supervivencias de larga duración, muy esperanzadoras. Las posibilidades de ACM, tanto de corta como larga duración, están aumentando considerablemente en los últimos años.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Castells E, Saura E, Calbet JM, et al. Asistencia circulatoria. Ventrículo artificial. En: Gomar C, Pomar JL, Mata MT, eds. Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea. Barcelona: Asociación Española de Perfusionistas; 2003. p. 649-68.

2. Llorens R, Castells E, Concha M, et al. Indicaciones de asistencia ventricular mecánica como puente al trasplante. En: Concha M, Arizón JM, Crespo M, Llorens R, eds. Trasplante cardíaco. Conferencia Consenso Nacional. Barcelona: J Uriach; 1996. p. 83-128.
3. Lewis T, Graham TR. Mechanical circulatory support. London: E. Arnold; 1995.
4. Argenziano M, Oz MC. Left ventricular assist devices. En: Rose EA, Stevenson LW, eds. Management of end-stage heart disease. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998. p. 197-212.
5. Frazier OH, Kirklin JK. Mechanical circulatory support. ISHLT Monograph Series I. Philadelphia: Elsevier; 2006.
6. Deng MC, Naka Y. Mechanical circulatory support therapy in advanced heart diseases. London: Imperial College Press; 2007.
7. Paul S, Leacche M, Unic D, et al. Determinants of outcome for postcardiotomy VAD placement. An 11 years, two institution study. J Card Surg. 2006;21:234-7.
8. Jurmann MJ, Weng Y, Drews T, Pasic M. Permanent mechanical circulatory support in patients of advanced age. Eur J Cardiothorac Surg. 2004;25:610-8.
9. Mehra MR, Kobashigawa J, Starling R, et al. Listing criteria for heart transplantation. ISHLT guidelines for the care of cardiac transplant candidates 2006. J Heart Lung Transplant. 2006;25:1024-42.
10. Deng MC, Edwards LB, Taylor DO, et al. Mechanical circulatory support device database of the ISHLT: third annual report 2005. J Heart Lung Transplant. 2004;24:1182-7.
11. Topkara VK, Dang NC, Basili F, et al. Predictors and outcomes of continuous veno-venous haemodialysis use after implantation of LVA device. J Heart Lung Transplant. 2006;25:404-8.
12. Tayara W, Starling RC, Yamani MH. Improved survival after AMI complicated by cardiogenic shock with circulatory support and transplantation. J Heart Lung Transplant. 2006;25:504-9.
13. Castells E, Calbet JM, Fontanillas C, et al. Ventricular circulatory assistance with the Abiomed system as a bridge to heart transplantation. Transplantation Proceedings. 1995;27:2343-5.
14. Acker MA. Mechanical circulatory support for patients with acute fulminant myocarditis. Ann Thorac Surg. 2001;71 Suppl 7:73-6.
15. Kirklin JK, Naftel DC, Stevenson LW, et al. INTERMACS database for durable devices for circulatory support. First annual report. J Heart Lung Transplant. 2008;1065-72.
16. Rao V, Oz MC, Flannery MA, Catanese KA, Argenziano M, Naka Y. Revised screening scale to predict survival after insertion of a left ventricular assist device. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003;125:855-62.
17. Samuels LE, Holmes EC, Thomas MP, et al. Management of cardiac failure with mechanical cardiac assist: experience with the Abiomed BVS 5000. Ann Thorac Surg. 2001;71 Suppl:67-72.
18. Smedira NG, Blackstone EH. Postcardiotomy mechanical circulatory support: risk factors and outcomes. Ann Thorac Surg. 2001;71 Suppl:60-6.
19. Farrar DJ. The Thoratec ventricular assist device. A paracorporeal pump treating acute and chronic heart failure. Seminars in Thorac and Cardiovasc Surg. 2000;12:243-50.
20. Miller LW, Pagani FD, Russell SD, et al. Use of a continuous flow device in patients awaiting heart transplantation. N Engl J Med. 2007;357:885-96.
21. Goldstein DJ, Oz MC. Cardiac assist devices. New York: Futura PC; 2000.
22. Bellon JL, Szefer J, Cabrol C, Castellanos C. Coagulación y corazón artificial. Barcelona: Masson; 1988.
23. Christiansen S, Kloke A, Autschbach R. Past, present and future of long-term mechanical circulatory support. J Card Surg. 2008;23:664-76.