

## Puente al trasplante de 4 semanas utilizando el sistema de asistencia ventricular Levitronix Centrimag® en el shock cardiogénico post-infarto al miocardio. Caso clínico

MAURICIO VILLAVICENCIO, RICARDO LARREA,  
ERNESTO LARRAÍN, FEDERICO TURNER, JUAN RIVERA,  
JUAN PABLO PERALTA, ALEX REYES<sup>a</sup>, PATRICIA MUÑOZ<sup>a</sup>

### Four-week Levitronix Centrimag® bridge-to-transplant for post myocardial infarction cardiogenic shock. A case report

*Cardiogenic shock after myocardial infarction has a high mortality even if early revascularization is achieved. Biventricular assist devices have not been used in Chile in this critical setting. We report a case of a 55 year-old diabetic man who suffered an acute chest pain and ventricular fibrillation. Prompt outside hospital defibrillation/reanimation restored pulse and allowed emergency room transfer on mechanical ventilation. Electrocardiogram showed an anterior myocardial infarction and early revascularization was achieved by anterior descending artery angioplasty. However, severe cardiogenic shock continued in spite of inotropic and intra aortic balloon pump support. Levitronix Centrimag® biventricular mechanical circulatory support was inserted during reanimation for recurrent ventricular fibrillation and the patient listed for urgent cardiac transplantation upon stabilization. Heart transplantation was performed successfully 28 days later and the patient was discharged after a 21-day recovery period. Twelve months after transplant the patient is in NYHA functional class I with normal biventricular function. Levitronix Centrimag® biventricular mechanical circulatory support could be used successfully as a bridge-to-transplant for myocardial infarction cardiogenic shock.*

(Rev Med Chile 2010; 138: 752-757).

**Key words:** Heart transplantation; Myocardial infarction; Shock, cardiogenic.

Programa de Trasplante  
Cardiopulmonar y Soporte  
Cardiorrespiratorio  
Artificial, Departamento  
de Enfermedades  
Cardiovasculares/Respiratorias,  
Clínica Dávila, Santiago, Chile.  
<sup>a</sup>Enfermeros universitarios  
(perfusionistas).

Los autores declaran no tener  
relación financiera con la  
empresa o importador del  
sistema de soporte empleado

Recibido el 11 de junio de  
2009, aceptado el 12 de mayo  
de 2010.

Correspondencia a:  
Dr. Mauricio Villavicencio.  
Dirección: Clínica Dávila,  
Recoleta 464, Recoleta,  
Santiago, Chile.  
Teléfono: 7308000.  
E-mail: villavicencio.mauricio@  
gmail.com

La mortalidad global del infarto al miocardio ha sido reducida con los avances en la terapia médica y quirúrgica. Sin embargo, los pacientes que se presentan en shock cardiogénico siguen teniendo una mortalidad que se estima en 50 a 60%<sup>1,2</sup>. Por otro lado, en la última década se han utilizado numerosos dispositivos de asistencia ventricular mecánica para el tratamiento del shock cardiogénico post-infarto al miocardio. Entre ellos, el Levitronix Centrimag® se perfila como un dispositivo de asistencia ventricular de

menor costo, versátil y sencillo de usar en cuadros críticos agudos<sup>3</sup>.

En nuestro país, la experiencia comunicada con asistencia biventricular es escasa e incluye pacientes con insuficiencia cardíaca crónica progresiva y shock postcardiotomía en los que se empleó el dispositivo Abiomed BVS 5000® por un máximo de 8 días<sup>4</sup>. Presentamos el caso de un puente a trasplante de 4 semanas de duración utilizando asistencia biventricular mecánica con Levitronix Centrimag®.

## Métodos

### *El dispositivo*

El Levitronix Centrimag® es un dispositivo de asistencia circulatoria mecánica aprobado por la Comunidad Europea para su uso hasta por 30 días<sup>5</sup>. Sin embargo, se ha comunicado su uso hasta por 115 días y puede ser utilizado para soporte uni o biventricular. Consta de una bomba centrífuga, un motor, un medidor de flujo, una consola y un circuito de líneas (Figura 1). La hélice que se encuentra dentro de la bomba centrífuga es propulsada mediante levitación electromagnética por el motor, en forma similar al mecanismo de los trenes levitados de alta velocidad. La bomba no posee uniones ni rodamientos, lo que resulta en mínima fricción y generación de calor minimizando el trauma de la sangre que circula por la bomba.

El dispositivo permite flujos de hasta 10 litros por minuto en condiciones fisiológicas con un volumen de cebado del circuito de 31 ml. Para un adulto de más de 70 kilogramos las cánulas de drenaje venoso son 32 French y las arteriales 22 French, las que se exteriorizan por contrabertura y se conectan mediante líneas 3/8 a la bomba centrífuga. La configuración para asistencia biventricular se muestra en la Figura 1. En esta ocasión las cánulas fueron insertadas directamente en la aorta y la arteria pulmonar, sin interponer un tubo de dacrón.

### *Anticoagulación*

Después de la inserción quirúrgica la heparina se revierte completamente para alcanzar un tiempo de coagulación activado (TCA) menor a 120 segundos. En el postoperatorio en cuidados intensivos la anticoagulación no se inicia hasta que el sangrado por los drenajes haya disminuido de 50 ml/hora. Una vez iniciada la anticoagulación con heparina no fraccionada endovenosa, se ajusta para obtener un TCA de 150-170 segundos y un TTPA tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPA) de 50-70 segundos.

### *Caso clínico*

Paciente de 55 años, diabético insulinoirrequiente, despierta con dolor precordial intenso. Al salir de su domicilio sufre pérdida de conciencia por lo que sus familiares lo llevan a un Servicio de Atención Primaria de Urgencia (SAPU) ubicado

a 50 metros. En el SAPU lo encuentran en paro cardiorespiratorio/fibrilación ventricular procediendo a una reanimación/defibrilación eléctrica múltiple. Recuperó actividad mecánica en un tiempo estimado de 30 minutos y fue trasladado al Servicio de Urgencia de Clínica Dávila en coma y con ventilación mecánica.

Ingresó en shock cardiogénico y edema pulmonar. El electrocardiograma mostró un supradesnivel ST en cara anterior por lo que fue llevado al pabellón de hemodinamia donde se demostró una oclusión en el origen de la descendente anterior y una estenosis severa de un ramo intermedio de mediano desarrollo. Se realizó angioplastia simple de la descendente anterior con apertura exitosa pero con flujo lento en toda la descendente anterior por fenómeno de no reflujo. Además se realizó una angioplastia con "stent" no medicado al ramo intermedio obteniendo un flujo TIMI III (flujo coronario normal). Dado la persistencia del shock cardiogénico se instaló un balón de contrapulsación aórtico.

Ingresó a la Unidad Coronaria con presión arterial de 90/60, frecuencia cardíaca de 130 por min, índice cardíaco de 1,2 litros/min/m<sup>2</sup>, presión capilar pulmonar de 32 mm de Hg con pulsos periféricos ausentes y extremidades inferiores frías, con balón de contrapulsación 1:1 y epinefrina 0,1 mcg/kg/min. Requería FiO<sub>2</sub> de 70% para saturar 93% y se encontraba en coma pero con escaso movimiento de extremidades derechas ante el dolor. Un ecocardiograma mostró una fracción de eyección de 10 a 15% y una extensa akinesia de la pared anterior.

Se decidió conexión a asistencia ventricular Levitronix Centrimag®. Una vez en pabellón presentó nuevamente fibrilación ventricular/taquicardia ventricular/bradicardia extrema en forma alternada por lo que se asistió con defibrilación, masaje cardíaco y bolos de adrenalina logrando completar la esternotomía y conexión a circulación extracorpórea de urgencia luego de 5 minutos de paro cardíaco. En la inspección macroscópica del corazón y el ecocardiograma intraoperatorio se evidenció severo compromiso contráctil del ventrículo derecho. Se conectó a Levitronix Centrimag® en configuración biventricular obteniendo flujos de 5,5 a 6,0 litros por minuto, es decir, un índice cardíaco de 2,7 a 3,0 litros/min/m<sup>2</sup>, realizándose el retiro de la circulación extracorpórea convencional sin dificultad.



**Figura 1.** Canulación y componentes del sistema de asistencia biventricular Levitronix Centrimag®.

La hemodinamia se estabilizó y no presentó sangrado significativo. A las 24 horas se evidenció movimiento de 4 extremidades ante órdenes simples. A las 48 h se logró la extubación, pero con agitación sicomotora que se recuperó gradualmente. La función renal y hepática no sufrió deterioro significativo (creatinina < 1,4 mg/dl y protrombinemia normal). Se logró los objetivos de anticoagulación descritos con heparina no fraccionada endovenosa en dosis cercanas a los 1.200 UI por hora. Consiguió rehabilitación neuromuscular logrando sentarse al lado de la cama y recuperó funciones cognitivas significativas a los 5 días (Figura 2). Se enlistó para trasplante cardíaco de urgencia en status IA. En los días siguientes realizó ejercicios dirigidos de pie. La función contráctil en el ecocardiograma y la hemodinamia no mejoraron al bajar los flujos del sistema de asistencia en 3 ocasiones por lo que continuó en lista de espera de trasplante cardíaco.

A los 28 días de insertada la asistencia ventricular se identificó un donante hombre de 23 años, el que presentó muerte cerebral por traumatismo encefalocraneano y neumonía luego de 5 días en ventilación mecánica. El ecocardiograma mostró hipokinesia difusa con fracción de eyección de 50% que se interpretó en el contexto de sepsis y muerte cerebral. El donante estaba apoyado con 0,3 mcg/kg/min de norepinefrina. Se decidió aceptar el órgano dado lo prolongado del puente



**Figura 2.** Paciente conectado a Levitronix Centrimag® en rehabilitación y recuperando sus funciones cognitivas.

a trasplante, que la sepsis no estaba descontrolada, y que no existía evidencia de endocarditis en el ecocardiograma transesofágico.

Se procedió a un trasplante cardíaco ortotópico con técnica bicava sin dificultades técnicas. Salió de circulación extracorpórea en ritmo sinusal. En menos de 24 horas estaba extubado, consciente,

obedeciendo órdenes simples pero dentro de pocas horas se hizo evidente hemiparesia braquiocrural derecha que alternaba con mioclonías. Un electroencefalograma mostró actividad convulsiva y una resonancia nuclear magnética posterior mostró pequeños infartos en la región frontal y en el cerebelo. La actividad convulsiva cedió con levetiracetam y en alrededor de 2 semanas presentaba recuperación neurológica *ad integrum*. No presentó otras complicaciones.

Fue dado de alta a los 21 días del trasplante. Ha tenido 6 biopsias endomiocárdicas sin rechazo y la función biventricular es normal en el ecocardiograma transtorácico. Su terapia inmunosupresora consiste en ciclosporina y micofenolato mofetil. Los esteroides se suspendieron al mes 10. En el seguimiento a los 12 meses se encuentra en CF I de la NYHA (*New York Heart Association*).

## Discusión

Las terapias disponibles para el manejo del infarto al miocardio con shock cardiogénico son la farmacológica convencional, la trombolisis, la angioplastia percutánea y la cirugía de revascularización miocárdica. A pesar de los avances en cada una de estas técnicas con las cuales se ha demostrado una disminución de la mortalidad global (50 a 60%)<sup>1,2</sup>, existe un subgrupo de pacientes en que se desarrolla o persiste el shock cardiogénico (3 a 7%)<sup>6</sup>. En estos pacientes el pronóstico es ominoso alcanzando mortalidades de entre 60 y 100%.

A la luz del éxito que ha tenido el puente a trasplante en la insuficiencia cardíaca crónica, en los últimos años se ha explorado con éxito el uso de los aparatos de asistencia ventricular en el contexto agudo, dentro del que se cuenta el infarto al miocardio con shock cardiogénico. El primer caso reportado de puente al trasplante en este contexto se realizó en 1986 con el aparato de Thoratec Pierce-Donachy<sup>7</sup>. Park y colaboradores en el año 2000 publicaron una de las primeras series dedicadas exclusivamente al puente a trasplante en los pacientes con infarto al miocardio. Trató 7 pacientes en shock cardiogénico post-infarto con asistencia ventricular. Logró puente-al-trasplante en 86% y una sobrevida post trasplante cardíaco del 71%<sup>8</sup>.

¿Son los resultados del trasplante cardíaco peores al utilizar asistencia ventricular en el infarto

al miocardio complicado con shock cardiogénico? Drakos y colaboradores demostraron que la sobrevida post-trasplante a 4 años es de 80% en el contexto agudo post-infarto y 81,6% en el crónico<sup>9</sup>. Es decir, los resultados del trasplante fueron iguales cuando se trataba de recuperar a un paciente con una falla aguda comparado con la insuficiencia cardíaca crónica descompensada.

Existe una multiplicidad de aparatos de asistencia ventricular que han sido usados en el contexto de la insuficiencia cardíaca aguda. Las ventajas teóricas que posee el Levitronix Centrimag® es su inserción sencilla dado que sus cánulas son pequeñas y muy similares a las usadas en cirugía cardíaca convencional. La consola que requiere es pequeña y ha permitido el transporte de pacientes en asistencia ventricular de un centro a otro. La anticoagulación que requiere es considerablemente menor, origina menos trombocitopenia y es posible utilizarla durante un periodo mayor de tiempo al compararla con otros sistemas que se usan en el contexto agudo como la ECMO (del inglés "Extra Corporeal Membrane Oxygenation"). Por último, y muy importante en el medio chileno, tiene un costo cercano a los 20,000 dólares para soporte biventricular, lo que se compara favorablemente con otros aparatos de asistencia ventricular.

Por todas las características mencionadas, escogimos este dispositivo de asistencia ventricular para el programa de trasplante cardiopulmonar más capacitación a los demás integrantes del equipo. Dado su alto costo el equipo tratante no tenía ni tiene acceso a otros dispositivos de asistencia ventricular. Desde el punto de vista de los recursos humanos, la monitorización diaria de la asistencia ventricular se realizó a lo menos con visita del cirujano y cardiólogo tratante, 2 visitas de los perfusionistas y atención continua exclusiva de un enfermero de intensivo capacitado en asistencia ventricular.

La asistencia ventricular mecánica en Chile ha sido comunicada por Castro y colaboradores al utilizar el sistema Abiomed BVS 5000® para tratar 4 pacientes<sup>4</sup>. Tres de ellos eran pacientes con insuficiencia cardíaca crónica descompensada. Un paciente fue tratado en el contexto agudo de un infarto al miocardio que se complicó con una comunicación interventricular y edema pulmonar agudo. Se operó con cierre de la comunicación interventricular presentando shock cardiogénico post cardiectomía. Se asistió con el sistema Abio-

med BVS 5000® trasplantándose con éxito a los 7 días. Una ventaja del Levitronix Centrimag® sobre el sistema Abiomed® es que el paciente puede hacer rehabilitación neuromuscular levantado de su cama con bicicleta estática o ejercicios dirigidos. En este caso se logró levantar al paciente, a diferencia de lo ocurrido en la serie de 12 pacientes de la University of Minnesota<sup>3</sup>. Este hecho es crucial para evitar el desacondicionamiento físico que se produce cuando el paciente debe esperar largo tiempo por un trasplante cardíaco.

Otra ventaja es el mayor flujo que se puede obtener con el Levitronix Centrimag®, hasta 10 litros por minuto en comparación con los 6 litros por minuto del sistema Abiomed®. Esto representa una ventaja considerable en el contexto agudo en que muchos pacientes presentan una respuesta inflamatoria sistémica. Con este sistema es posible esperar la disminución de la respuesta inflamatoria con débitos altos y así disminuir el riesgo de falla multiorgánica.

#### *Evaluación de función neurológica post paro cardiorrespiratorio*

Obviamente, una de las determinantes más importantes de la terapia que puede recibir un paciente post-paro es su estado neurológico. Es común que se desconozca el tiempo de paro, sobretudo cuando ocurren extra-hospitalarios, y es muy frecuente que las imágenes (tomografía axial computada, resonancia) no ayuden mucho pues no revelarán inmediatamente la magnitud del daño hipóxico-isquémico. Por último, esperar para evaluar la recuperación del estado neurológico no contribuye significativamente dado que el bajo débito cardíaco produce por sí mismo compromiso de conciencia y existe la urgencia de evitar la progresión de la falla multiorgánica.

En el caso presentado, el paciente se encontraba en coma con escaso movimiento del hemicuerpo derecho. Optamos por seguir el algoritmo de Ranjit y el grupo de la University of Minnesota<sup>3</sup>. Esto es asistir rápidamente al paciente con Levitronix Centrimag® y esperar la recuperación de la función neurológica como así también de otros órganos con un débito circulatorio adecuado. Al cabo de 24 horas el paciente salió del coma y logró ser extubado rápidamente.

#### *Duración de la asistencia biventricular*

El Levitronix Centrimag® está aprobado por la

Comunidad Europea para su uso por 4 semanas. Sin embargo, el grupo del Royal Brompton y Harefield Hospital<sup>10</sup> ha demostrado recientemente y posterior a la realización de este caso, que su uso puede ser extendido hasta por 105 días cambiando las bombas del sistema. Demostraron resultados aceptables en 4 pacientes con un promedio de 88 días de soporte. Es una experiencia inicial y publicada posterior a este caso por lo que el pensamiento del equipo tratante fue que existía premura de trasplantar a nuestro paciente que ya había cumplido 4 semanas de asistencia biventricular.

#### *Alternativas de tratamiento en el infarto al miocardio con shock cardiogénico*

Podría pensarse que el tratamiento conservador post-revascularización (balón de contrapulsación y drogas vasoactivas) sería una alternativa a la inserción de un dispositivo de asistencia ventricular. Tayara demostró que la alternativa agresiva (asistencia ventricular seguida de trasplante) es dramáticamente superior en cuando a resultados perioperatorios y a largo plazo que el manejo conservador<sup>11</sup>. Otra alternativa posible, es trasplantar directamente el corazón desde el shock cardiogénico como lo demostró Arzamendi y colaboradores<sup>12</sup> Esto lo logró en un sistema con rápida disponibilidad de donantes como es el español, pero esta opción es difícil de aplicar en el contexto chileno actual. La mortalidad a 30 días fue de 10% con trasplante directo versus 45% con manejo conservador.

#### **Conclusión**

La asistencia biventricular mecánica con Levitronix Centrimag® puede ser usada exitosamente como puente al trasplante para el shock cardiogénico post-infarto al miocardio. Este es el caso de asistencia biventricular de mayor duración reportada en Chile.

#### **Referencias**

1. Jeger RV, Radovanovic D, Hunziker PR, Pfisterer ME, Stauffer JC, Erne P, et al; AMIS Plus Registry Investigators. Ten-year trends in the incidence and treatment of cardiogenic shock. *Ann Intern Med* 2008; 149 (9): 618-26.

2. Klein LW, Shaw RE, Krone RJ, Brindis RG, Anderson HV, Block PC, et al; American College of Cardiology National Cardiovascular Data Registry. Mortality after emergent percutaneous coronary intervention in cardiogenic shock secondary to acute myocardial infarction and usefulness of a mortality prediction model. *Am J Cardiol* 2005; 96 (1): 35-41.
3. John R, Liao K, Lietz K, Kamdar F, Colvin-Adams M, Boyle A, et al. Experience with the Levitronix CentriMag circulatory support system as a bridge to decision in patients with refractory acute cardiogenic shock and multisystem organ failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 134 (2): 351-8.
4. Castro P, Baraona F, Baeza C, Mc-Nab P, Berlin A, Zalaquett R, et al. [Ventricular assist device as a bridge to transplant in patients with cardiogenic shock. Preliminary experience in Chile with Abiomed BVS 5000]. *Rev Med Chile* 2006; 134 (8): 1019-23.
5. Shuhaiber JH, Jenkins D, Berman M, Parameshwar J, Dhital K, Tsui S, et al. The Papworth experience with the Levitronix CentriMag ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant* 2008; 27 (2): 158-64.
6. Moscucci M, Bates ER. Cardiogenic shock. *Cardiol Clinics* 1995; 13: 391-406.
7. Hill JD, Farrar DJ, Hershon JJ, Compton PG, Avery GJ 2nd, Levin BS, et al. Use of a prosthetic ventricle as a bridge to cardiac transplantation for postinfarction cardiogenic shock. *N Engl J Med* 1986; 314 (10): 626-8.
8. Park SJ, Nguyen DQ, Bank AJ, Ormaza S, Bolman RM 3rd. Left ventricular assist device bridge therapy for acute myocardial infarction. *Ann Thorac Surg* 2000; 69 (4): 1146-51.
9. Drakos SG, Kfoury AG, Long JW, Stringham JC, Gilbert EM, Horne BD, et al. Similar transplantation outcomes in patients bridged with cardiac assist devices for acute cardiogenic shock versus chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2007; 9 (8): 845-9.
10. Haj-Yahia S, Birks EJ, Amrani M, Petrou M, Bahrami T, Dreyfus G, et al. Bridging patients after salvage from bridge to decision directly to transplant by means of prolonged support with the CentriMag short-term centrifugal pump. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 138 (1): 227-30.
11. Tayara W, Starling RC, Yamani MH, Wazni O, Jubran F, Smedira N. Improved survival after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock with circulatory support and transplantation: comparing aggressive intervention with conservative treatment. *J Heart Lung Transplant* 2006; 25 (5): 504-9.
12. Arzamendi D, García-Álvarez A, Roig E, Benito B, Kiamco R, Pérez-Villa F, et al. New insights in the management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: role of urgent heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 2008; 27 (9): 984-9.