

# BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN INTRAAÓRTICO

## INTRA-AORTIC BALLOON PUMP

RICARDO LEVIN<sup>1</sup>, IGNACIO VACA VALVERDE<sup>1</sup>

### RESUMEN

El Balón de Contrapulsación Intraaórtico (BCIA) constituye el dispositivo de asistencia circulatoria más utilizado en la actualidad, debido a su relativa facilidad de implante y amplia disponibilidad. La base fisiopatológica de su uso consiste, básicamente, en aumentar el flujo coronario (al inflarse en diástole) y en disminuir la poscarga ventricular izquierda (al desinflarse en sístole).

Las indicaciones del BCIA pueden dividirse entre aquellas que se vinculan a cirugía (cardíaca y no cardíaca) y las no relacionadas con la misma (angioplastias, síndromes coronarios agudos, shock cardiogénico, puente al trasplante cardíaco, etc.). Si bien el uso del BCIA se asocia con un número no menor de complicaciones, fundamentalmente vasculares, en la actualidad el uso de dispositivos más modernos, que involucran catéteres de menor diámetro y sin introductor, ha reducido la frecuencia las mismas, haciendo más segura su utilización.

A pesar de encontrarse bajo cuestionamiento desde las observaciones del estudio IABP-Shock II, el BCIA continúa siendo la forma de apoyo circulatorio más ampliamente utilizada. Es probable que el BCIA resulte una opción demasiado buena como para abandonar definitivamente su uso, pero seguramente tampoco sea una estrategia tan buena como para recomendar su adopción universal. Una temprana y apropiada selección del caso correcto por parte de un equipo médico idóneo redundará, incuestionablemente, en beneficios para la población tratada con este dispositivo el cual, debe destacarse, acaba de cumplir cincuenta años de empleo clínico ininterrumpido.

**Palabras clave:** contrapulsador intraaórtico; choque cardiogénico; infarto del miocardio.

### ABSTRACT

The Intra-aortic Balloon Pump (IABP) is the most used circulatory assistance device currently, due to its relative ease of implantation and wide availability. The pathophysiological basis of its use consists, basically, of increasing the coronary flow (when inflating in diastole) and decreasing the left ventricular afterload (when deflating in systole).

The indications of IABP can be divided into those that are linked to surgery (cardiac and non-cardiac) and those not related to it (angioplasties, acute coronary syndromes, cardiogenic shock, bridge to heart transplantation, etc.).

Although the use of IABP is associated with a number of complications, mainly vascular, at present the use of more modern devices, which involve smaller diameter catheters without an introducer, has reduced the frequency thereof, making its use safer.

Despite being questioned since the observations of the IABP-Shock II study, the IABP continues to be the most widely used form of circulatory support. The IABP is likely to be too good an option to definitively abandon its use, but it is probably not a good enough strategy to recommend its universal adoption. An early and appropriate selection of the correct case by a suitable medical team will unquestionably result in benefits for the population treated with this device which, it should be noted, has just completed fifty years of uninterrupted clinical implementation.

**Keywords:** intra-aortic balloon pumping; shock, cardiogenic; myocardial infarction.

REVISTA CONAREC 2017;33(141):206-212 | VERSIÓN WEB WWW.REVISTACONAREC.COM.AR

## INTRODUCCIÓN

*“¿Será el momento de abandonar el barco (del balón) o habrá, aún, esperanzas para un viejo amigo...?”*

*D. Perera<sup>1</sup>*

El Balón de Contrapulsación Intraaórtico (BCIA) constituye el dispositivo de asistencia circulatoria más ampliamente utilizado en la actualidad, con varios millones de catéteres implantados desde su primer uso clínico, hace 50 años, y una utilización de aproximadamente 100.000 por año<sup>2,3</sup>.

Es una asistencia fundamentalmente izquierda, tipo pulsátil (genera pulso) y en serie con el ventrículo izquierdo. Resulta bastante limi-

tada, incrementando entre 0,5 a 1 litro/minuto la eyección ventricular. Su éxito se basa en su amplia disponibilidad, relativo bajo costo y sencillez de su manejo. Desde un punto de vista técnico, el dispositivo consta de un balón cilíndrico de poliuretano de unos 25 cm de largo montado en el extremo de un catéter intravascular, que se ubica en la aorta torácica descendente del paciente, asociado a una consola extracorpórea. Esto constituye, según Bolooki, un sistema capaz de introducir un volumen de gas preestablecido (en el presente se utiliza Helio) dentro del balón durante un intervalo de tiempo determinado, con un reconocido comienzo y finalización del mismo, a través del censado de distintos eventos eléctricos (onda T y complejo QRS) y/o de presión arterial<sup>4</sup> (**Figura 1**).

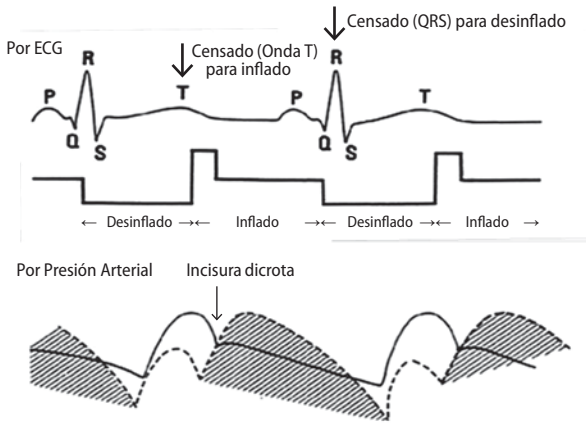
## FUNDAMENTO FISIOPATOLÓGICO

El balón es implantado, habitualmente, en forma percutánea a través de un acceso vascular femoral (si bien existen las opciones aórtica, axilar o subclavia y braquial), debiendo posicionarse en la aorta torácica descendente, con su extremo superior ubicado distalmente al nacimiento de la arteria subclavia izquierda.

Al inflarse (en diástole), la aorta resulta dividida o compartimentalizada en dos segmentos: uno proximal al balón, que comprende desde el plano valvular aórtico hasta el balón e incluye el nacimiento de las arterias coronarias y el origen de los vasos del cuello, en los que ocu-

1. Miembro del Consejo de Emergencias Cardiovasculares y Cardiología Crítica, Sociedad Argentina de Cardiología. Médico del Hospital Universitario. Universidad Abierta Interamericana

✉ **Correspondencia:** Dr. Ricardo Levin, Maure 1779, C1426CUE CABA. Rep. Argentina rllewin@gmail.com



**Figura 1.** Se observa censado, inflado y desinflado del balón, en modo gatillado por electrocardiograma (en 1) y por presión arterial (en 2).

re un desplazamiento de volumen (contrapulsación implica desplazar un volumen sanguíneo) y un consecuente incremento de la presión arterial diastólica, lo cual eleva el gradiente de perfusión coronaria (presión diastólica aórtica menos presión de fin de diástole ventricular izquierda) y, secundariamente a ello, incrementa el flujo sanguíneo coronario; y un segmento distal, desde el extremo inferior del BCIA hacia el resto de la aorta.

Al desinflarse inmediatamente antes del comienzo de la sístole, genera un descenso de la presión que reduce la impedancia aórtica (efecto Windkessel), facilita la descarga sistólica del ventrículo izquierdo, y reduce el trabajo cardíaco y el consumo miocárdico de oxígeno. Esta combinación de efectos con incremento de la presión de perfusión y, generalmente, también del flujo coronario, por un lado, y la reducción del trabajo cardíaco, por el otro, resulta la base fisiopatológica del beneficio otorgado por el dispositivo, que consiste en optimizar una relación aporte-demanda que se encontraba comprometida (**Figuras 2 y 3**).

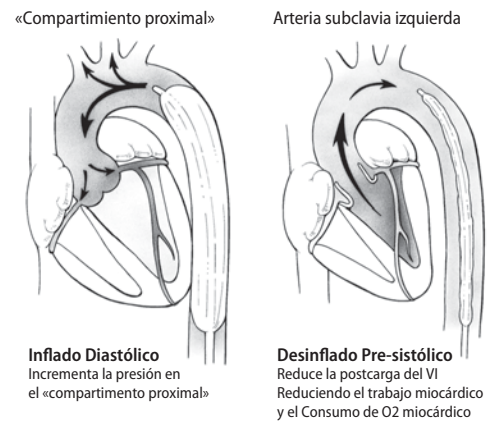
## INDICACIONES

Las indicaciones del BCIA pueden dividirse entre aquellas que se vinculan a cirugía y las no relacionadas con ella, pudiendo en ocasiones entrecruzarse. Las no quirúrgicas incluyen: el uso en apoyo de procedimientos no quirúrgicos, como angioplastias (ATC) y ablaciones de alto riesgo; el uso en cardiopatía isquémica ante formas de angina inestable y refractaria (el BCIA además de un dispositivo de asistencia resulta un efectivo tratamiento antiisquémico); las complicaciones mecánicas del infarto de miocardio (IAM) y, si bien bajo discusión contemporánea, el *shock* cardiogénico (SC) en contexto de IAM. También ha sido utilizado, entre otros, en insuficiencia cardíaca (IC) avanzada y descompensada y como puente al trasplante cardíaco (TxC)<sup>5</sup> (**Figura 4**).

Entre las indicaciones quirúrgicas se encuentran: el uso en cirugía cardíaca, el cual puede ser pre-, intra- o posoperatorio, y raros casos de apoyo en cirugías no cardíacas.

### BCIA EN ATC

Datos del Registro Benchmark, el registro multicéntrico más grande sobre balón de contrapulsación, que incluyó más de 22.000 pa-



**Figura 2.** Ubicación, inflado y desinflado del balón.

cientes asistidos en centros de varios países entre 1996 y 2001, establecieron que la indicación más frecuente del uso del dispositivo resultaba el apoyo de procedimientos percutáneos (coronariografía y ATC de alto riesgo). Resulta razonable considerar que un paciente con deterioro de su función ventricular tolerará mal el insulto isquémico agregado por el procedimiento, así como aquellos con una intervención sobre una arteria que suple un territorio considerable (por ejemplo, lesión de tronco de coronaria izquierda). En el estudio **BCIS-1** (*Balloon-Pump Assisted Coronary Intervention Study*), un ensayo clínico prospectivo, multicéntrico (301 pacientes en 17 instituciones del Reino Unido), aleatorizado a BCIA pre-ATC electiva vs. solo ATC, se evidenció que a pesar de la ausencia de beneficio temprano y a 6 meses, se apreciaban diferencias favorables a largo plazo (promedio 51 meses) con una reducción de la mortalidad de cualquier causa del 34% entre aquellos tratados con agregado del uso del dispositivo<sup>6,7</sup>.

### BCIA EN ANGINA INESTABLE

Debido a su excelente eficacia como antiisquémico, el BCIA ha ocupado un lugar, hoy más histórico que presente, en el tratamiento de las distintas formas de angina inestable. En la era previa a la difusión de la coronariografía y la angioplastia (ATC), el uso del dispositivo lograba estabilizar un porcentaje significativo (superior al 90% en algunas series) de cuadros inestables. En la actualidad, raros casos refractarios, que por alguna razón no puedan acceder tempranamente a hemodinamia, logran estabilizarse tras el implante de un BCIA, si este se encuentra disponible.

### BCIA EN EL IAM

El BCIA no tiene una indicación rutinaria en el IAM. En el estudio prospectivo, controlado y aleatorizado **CRISP-AMI** se determinó que dicho uso (pre-ATC en 337 infartos de territorio anterior sin inestabilidad hemodinámica) no resultó efectivo en reducir el tamaño del IAM valorado por resonancia cardíaca a los 5 días. No obstante ello, un *end-point* combinado de muerte, *shock*, o desarrollo de nueva, o empeoramiento de una previa IC objetivó diferencias a favor del grupo tratamiento con BCIA (5 vs. 12%,  $p=0,03$ ), y un reciente subestudio analizando una población con infartos extensos (sumatoria del supra-

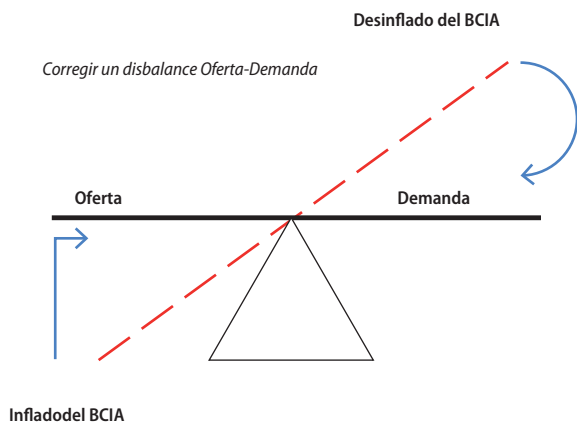


Figura 3. Efectos primarios de la contrapulsación. Véase el texto para más detalles.

desnivel ST > 15 mm) o isquemia persistente (descenso del ST post-ATC < 50%) mostró una reducción significativa de la mortalidad en los pacientes que utilizaron el dispositivo<sup>8</sup> (Figura 5).

El estudio SEMPER FI (NCT02125526), cuya finalización se estima para diciembre del 2017, analizará específicamente la hipótesis de que el uso del BCIA podría mejorar el pronóstico de pacientes con isquemia persistente post-ATC<sup>9</sup>.

El BCIA resulta efectivo en pacientes que desarrollan complicaciones mecánicas del IAM (comunicación interventricular [CIV] y/o insuficiencia mitral [IM] aguda por rotura o disfunción de músculo papilar) con SC porque reduce el grado de reflujo, estabiliza a los pacientes con compromiso hemodinámico y mejora su pronóstico quirúrgico. En pacientes con complicaciones mecánicas pero sin inestabilidad hemodinámica, el beneficio del BCIA no resulta evidente<sup>10</sup>.

### BCIA EN EL SC

Ensayos efectuados en la era del tratamiento trombolítico, así como estudios retrospectivos, registros y series de casos, mostraban resultados favorables al uso del BCIA en el IAM complicado con SC. En el año 2012, sin embargo, los resultados del estudio IABP-SHOCK II cuestionaron dicho beneficio, al no observar diferencias en la mortalidad temprana (39,7 vs. 41,3%;  $p=0,69$ ) ni al año de seguimiento entre los 600 pacientes aleatorizados (Figura 6). Una consecuencia del estudio fue la reducción en la recomendación otorgada al uso del dispositivo en las guías de las principales sociedades, que pasó de IC a IIB para la Sociedad Europea de Cardiología y de IB a IIA para la American College/American Heart Association<sup>11,12</sup>.

El IABP-SHOCK II ha sido fuertemente criticado en algunos aspectos metodológicos. En la Figura 7 se resumen sus principales fortalezas y debilidades.

### PUENTE AL TXC

En una era donde el 50% de los pacientes que arriban a un trasplante lo hacen bajo el apoyo de asistencia circulatoria, el rol del BCIA resulta destacable, especialmente en pacientes con un tiempo de espera en lista de TxC presumido como prolongado (gran superficie corporal, grupo sanguíneo O, etc.), y su implante subclavio o axilar permitirá a dichos pacien-

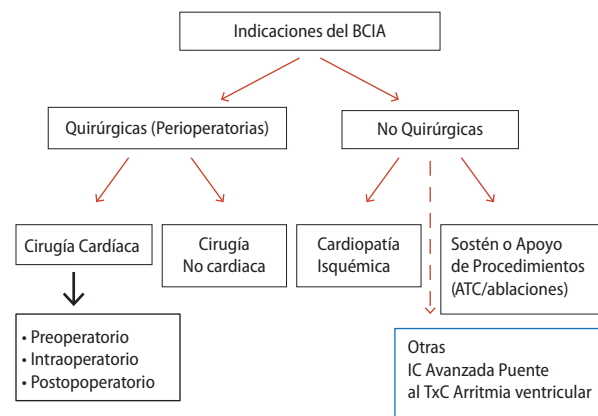


Figura 4. Indicaciones del BCIA. ATC: angioplastia. IC: insuficiencia cardíaca. TxC: trasplante cardíaco.

tes moverse fuera de la cama, evitando las consecuencias indeseables de un período prolongado de inmovilización<sup>13,14</sup> (Figura 7).

### BCIA EN ARRITMIA VENTRICULAR COMPLEJA O TORMENTA ELÉCTRICA

Cuando el sustrato arrítmico es la isquemia, el beneficio del dispositivo resulta evidente. Aun en pacientes sin dicho sustrato ha sido propuesto el efecto directo del balón basado en el denominado acoplamiento mecano-eléctrico o retroalimentación contracción-estimulación, el cual se basa en que incrementos de la poscarga inducen un aumento de las ectopias ventriculares y la taquicardia. Fisiológicamente, el mayor grado de estiramiento del músculo cardíaco acorta la duración del potencial de acción afectando la refractariedad e incrementando la despolarización diastólica, mientras que el efecto del balón, al reducir el estiramiento y la distensión, modifica favorablemente la irritabilidad del miocardio<sup>15</sup>.

### USO EN LOS PERÍODOS INTRA- Y POSOPERATORIO DE CIRUGÍA CARDÍACA

El uso intraoperatorio del BCIA se limita a la salida dificultosa de bomba, situación en la cual no existe, ni existirá, evidencia aleatorizada contra placebo. De contarse con el dispositivo, no existe duda u oposición a su uso. En una antigua evaluación no aleatorizada, Downing et al. analizaron un grupo de 319 pacientes que requirieron BCIA por salida dificultosa de bomba: compararon los 280 pacientes en quienes se colocó el dispositivo frente a los 39 en quienes no se logró colocarlo. Observaron que la mortalidad en estos últimos duplicó a la registrada en los primeros (64 vs. 33%;  $p=0,03$ )<sup>16</sup>.

En el período posoperatorio, las indicaciones del dispositivo son el desarrollo de isquemia posoperatoria (ya sea como tratamiento antiisquémico y/o para estabilizar un paciente hemodinámicamente inestable), la presencia de síndrome de bajo volumen minuto y la arritmia ventricular compleja refractaria a tratamiento médico. Las evaluaciones que analizan la inserción preoperatoria en comparación con la intra- o posoperatoria describen peores resultados con esta última<sup>17,18</sup>.

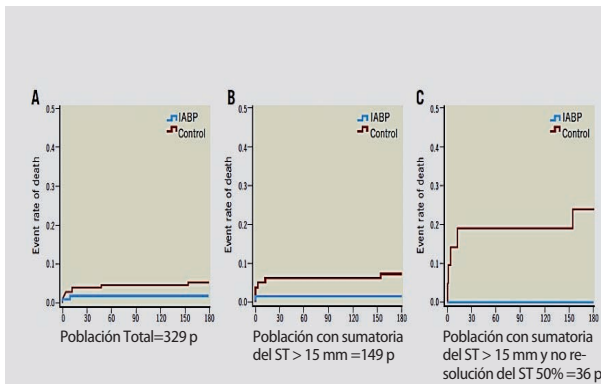


Figura 5. Datos del estudio CRISP. Véase el texto para más detalles. p: pacientes.

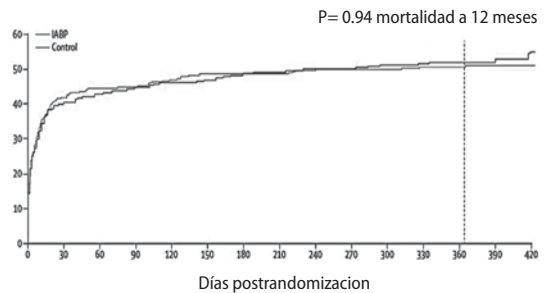


Figura 6. Mortalidad en el IABP-Shock Trial II. Véase el texto para más detalles.

#### Tabla 1. IABP-Shock Trial II, fortalezas y debilidades.

Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>El <b>mayor estudio</b> sobre shock cardiogénico (SC) efectuado hasta el presente.</li> <li>Inclusión de 600 pacientes provenientes de 37 instituciones.</li> <li><b>Seguimiento al año</b> superior al 99%.</li> </ul>
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Definición «no estricta»</b> de SC (no exigiendo criterios hemodinámicos duros).</li> <li>Falta de especificación del <b>momento preciso</b> del implante del balón.</li> <li>Por lo anterior, el 87% de los implantes fue posangioplastia.</li> <li>Un <b>número bajo de eventos en el grupo control</b>, lo que redujo el poder del estudio (que debió, entonces haber incluido un número mayor de pacientes).</li> <li><b>Alto entrecruzamiento.</b></li> <li>Análisis por intención de tratar y no por tratamiento recibido, con lo cual hay pacientes que recibieron un BCIA y son analizados como grupo control.</li> <li>Un número importante (40%) de pacientes post paro donde el pronóstico depende más del compromiso neurológico que del cardíaco.</li> <li><b>Alto uso de dispositivos</b> de asistencia circulatoria en el grupo control.</li> <li>En el <b>análisis de subgrupos</b> faltan los datos de balón pre y post ATC.</li> <li>Incluye IAM con y sin supra-ST.</li> </ul>

p: pacientes ATC: angioplastia coronaria IAM: infarto agudo de miocardio.

#### Tabla 2. Complicaciones asociadas al uso del BCIA

Vasculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isquémicas (desde la pérdida de pulso hasta la amputación del miembro).</li> <li>Perforación.</li> <li>Síndrome compartimental.</li> <li>Dissección.</li> </ul>
Infecciosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Locales.</li> <li>Generales: fiebre/bacteriemia/sepsis.</li> </ul>
Hemorrágicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plaquetopenia.</li> <li>Técnicas: rotura/malfunción.</li> </ul>
Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atrapamiento de catéter.</li> <li>Trombosis.</li> <li>Isquemia visceral.</li> <li>Injuria de nervio periférico.</li> </ul>

## USO PREOPERATORIO

Más complejo y debatible resulta el empleo preoperatorio del dispositivo. Dicha situación puede dividirse entre aquellas indicaciones en las que el BCIA cumplirá una función terapéutica, como angina refractaria o complicaciones mecánicas del IAM con inestabilidad hemodinámica, que serían equivalentes a aquellas situaciones no relacionadas a cirugía. Probablemente, el aspecto más controvertido es definir en quiénes resulta necesario su empleo preventivo, para lo cual se han considerado como posibles indicaciones el deterioro severo de la función ventricular, las reoperaciones o la lesión severa del tronco de coronaria izquierda (o tronco más lesión de coronaria derecha), entre otras.

Dietl et al. analizaron comparativamente una población con deterioro severo de la función ventricular (fracción de eyección <25%)

#### Tabla 3. Factores predisponentes para complicaciones asociadas al balón.

Sexo femenino (vasos de menor tamaño).
Diabetes (mayor enfermedad vascular periférica).
Enfermedad vascular periférica preexistente.
Hipertensión (factor de riesgo para enfermedad vascular).
Tabaquismo (factor de riesgo para enfermedad vascular).
Implante con introductor (mayor diámetro con mayor oclusión del flujo vascular).

observando que en quienes se implantó un BCIA previo a la cirugía la mortalidad resultó 4 veces menor (2,7 vs. 11,9%;  $p=0,005$ )<sup>19</sup>. Coincidentemente, una serie de estudios por parte de Christenson et al. corroboró ese beneficio determinando y que, además, el implante 2 horas previas a la cirugía es el momento óptimo de colocación<sup>20-22</sup>. Una completa revisión por parte del *Cochrane Heart Group* encontró beneficios del uso preoperatorio en cuanto a mortalidad y morbilidad en subgrupos específicos de pacientes, remarcando la dificultad en establecer claramente quienes serían los beneficiados<sup>23</sup>.

## CONTRAINDICACIONES

Escasas pero significativas, las contraindicaciones pueden dividirse en absolutas y relativas.

### CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS

- Insuficiencia aórtica (IAo).** Cualquier insuficiencia valvular aórtica vería incrementado el grado de regurgitación hacia el ventrículo izquierdo, que ocurre en diástole. Por ello, la IAo moderada o severa resultan contraindicaciones absolutas para el empleo del

**Tabla 4.** Recomendaciones sobre balón en síndromes coronarios agudos y revascularización.

Guía	Año	Escenario clínico	Clase de recomendación	Nivel de evidencia
ACC/AHA SCA sin supra-ST	2014	Shock cardiogénico	Ila	C
ACC/AHA SCA con supra-ST	2013	Shock cardiogénico	IIb	B
ESC SCA sin supra-ST	2015	Complicaciones mecánicas con shock cardiogénico	Ila	C
ESC SCA con supra-ST	2012	Uso rutinario (contraindicado)	III	B
ACC/AHA cirugía coronaria	2011	Paciente de «alto riesgo»	Ila	B
ESC/EACTS revascularización coronaria (CRM o ATC)	2014	Shock cardiogénico de complicaciones mecánicas	Ila	C

ACC: American College of Cardiology AHA: American Heart Association ESC: Sociedad Europea de Cardiología

**Figura 7.** Paciente fuera de la cama, asistido con BCIA implantado por arteria subclavia.

dispositivo. En el caso de una IAO leve debería valorarse la relación riesgo-beneficio, y definir el uso (o no) en función de ello<sup>24</sup>.

- *Ductus arterioso permeable.* También resulta una contraindicación absoluta porque incrementaría el grado de *shunt* hacia la arteria pulmonar, elevando la poscarga del ventrículo derecho<sup>25</sup>.
- *Diseción aórtica.* Resulta otra contraindicación absoluta, ya que los intentos de colocar el balón dentro de una pared vascular debilitada podrían llevar a su ubicación en la falsa luz y hasta a incrementar la circulación en la misma favoreciendo su extensión o provocando una ruptura externa.
- *Aneurisma de aorta abdominal o aneurisma toracoabdominal.* La acción del balón actuando sobre la pared de un aneurisma aórtico puede llevar a la diseción o ruptura del mismo.
- *Existencia de bypass femoropoplíteo bilateral.* Imposibilita el implante femoral del dispositivo, no representando, por su parte, un *bypass* aortobifemoral una contraindicación absoluta, pudiendo llegar a colocarse el balón a través del mismo. En ambos casos podría considerarse el acceso subclavio como una alternativa válida de implante.
- *Infección activa severa o sepsis.* Estas condiciones contraindicarían el implante de un cuerpo extraño intravascular, el cual con pocas dudas sería colonizado por el germen. Además, evidencias experimentales no han demostrado beneficio hemodinámico del BCIA en animales tratados con *shock* séptico que se encuentren severamente vasodilatados.
- *Obstrucción dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOTO).* El balón puede, por su propia fisiología, precipitar un cuadro de LVOTO y empeorar la condición hemodinámica del paciente. Aparte de la miocardiopatía hipertrófica, el desarrollo de LVOTO ha sido descrito en circunstancias que inclu-

yen el IAM, el posoperatorio de cirugía cardíaca y el *tako-tsubo*. En el caso de que esto ocurriera, el uso de drogas inotrópicas y/o BCIA empeoraría el cuadro clínico. Los inotrópicos, por el aumento de la contractilidad y el incremento de la frecuencia cardíaca, empeorarán la obstrucción, mientras que el balón, al descender la poscarga incrementará la velocidad de la sangre a través de la obstrucción empeorando, ambos, la misma. Diversos autores describen el desarrollo de LVOTO *a posteriori* del inicio de asistencia con balón y la mejoría del cuadro tras su suspensión<sup>26-28</sup>.

## CONTRAINDICACIONES RELATIVAS

*Enfermedad vascular periférica severa.* Esta enfermedad generalmente compromete arterias de miembros inferiores y hace difícil el acceso del dispositivo, que puede provocar la ruptura de alguna placa o, en caso de lograr atravesarla, comprometer, por su permanencia, el flujo distal del vaso pudiendo desarrollar o empeorar una condición de isquemia periférica. En esta situación y ante la necesidad del implante puede considerarse la vía subclavia o axilar de acceso.

*Diátesis hemorrágicas y trombocitopenia severa.* Esta última podría verse afectada por el efecto del trauma mecánico de dichos elementos, lo que incrementará la caída del número de plaquetas. Dependiendo de su severidad, estas dos últimas situaciones podrían eventualmente convertirse en contraindicaciones absolutas.

*Arteriosclerosis severa aórtica conocida.* Esta situación podría complicarse con la ruptura de alguna placa o el desprendimiento de un *debris* aórtico, con la posibilidad de desarrollar un evento tromboembólico.

*Estadio terminal de cualquier enfermedad severa.* Esto resultará, obviamente, una contraindicación basada en el sentido común.

## COMPLICACIONES

Tratándose de un dispositivo de implante y permanencia intravascular de diámetro considerable, el empleo del balón no está exento de asociaciones con diversos problemas, los principales de los cuales se exponen en la **Figura 8**. Un concepto equivocado, lamentablemente aún arraigado en el presente, sostiene que el uso del BCIA se asocia a un número elevado de complicaciones severas, planteando un riesgo casi prohibitivo, idea que proviene de la experiencia inicial y, especialmente, de las primeras dos décadas de empleo del dispositivo (con uso de un catéter de 12 *french* o 4 mm de diámetro). En el presente, resulta razonable entender que tanto el uso percutáneo en vez de quirúrgico de catéteres de menor diámetro (7.5 u 8 *french*), el implante sin introductor (*sheathless*) así como una mayor experiencia en el uso del dispositi-

vo y la forma de prevenir y enfrentar las complicaciones han llevado a la disminución tanto de su frecuencia como de sus consecuencias. Las complicaciones vasculares son las más frecuentes, encontrándose grados variables de isquemia del miembro que pueden requerir solo observación sin ninguna conducta activa, hacer necesario el retiro del balón o, eventualmente, requerir procedimientos percutáneos (embolectomía), quirúrgicos (*bypass* periférico, fasciotomía, etc) o hasta llevar (raramente) a la amputación del miembro. La incidencia de isquemia del miembro del implante puede variar ampliamente y representa un buen ejemplo de la influencia de la época considerada<sup>29</sup>.

Diversos factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones han sido definidos<sup>30</sup> (Figura 9).

## RETIRO DEL BCIA

El retiro del dispositivo, una vez resuelta la condición que motivó su implante, implica la existencia de condiciones para el destete y la técnica empleada para el mismo. Las condiciones para el retiro implican la observación de un paciente estabilizado hemodinámicamente, sin arritmias, acidosis metabólica u oliguria, sin requerimiento o con un requerimiento bajo de fármacos vasoactivos, idealmente no más de un inotrópico en dosis bajas. En dicha condición puede plantearse el retiro por frecuencia, reduciendo sucesivamente la frecuencia de asistencia de 1 a 1, a 1 a 2 y de no observarse deterioro hemodinámico a 1 a 3. Otra opción es la reducción progresiva (25 a 33%) de la aumentación del balón. Esta aproximación resulta más fisiológica al evitar variaciones de la poscarga ventricular latido a latido.

## BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN EN LAS GUÍAS

Ya fue comentada, previamente, la modificación ocurrida en las recomendaciones en el *shock* cardiogénico del IAM. Las guías AHA/ACA (2011) para cirugía de revascularización miocárdica recomiendan considerar el BCIA en pacientes de alto riesgo, definidos por la presencia de alguna de las siguientes condiciones: reoperación, fracción de eyección <30%, o lesión severa de tronco (clase IIa, nivel de evidencia B)<sup>31</sup>.

Las guías de revascularización miocárdica de la ESC (2014) recomiendan el uso del BCIA en complicaciones mecánicas del IAM (IM, CIV o rotura de pared libre), siendo una recomendación clase IIa con nivel de evidencia C<sup>31</sup> (Figura 10).

## CONCLUSIONES

A pesar de encontrarse bajo cuestionamiento desde las observaciones del estudio **IABP-Shock II**, el BCIA continúa siendo la forma de apoyo circulatorio más ampliamente utilizada, y es muy probable que continúe siéndolo por un tiempo prolongado. Otros tipos de asistencia ventricular más compleja (ECMO, Impella, Tandem Heart) han demostrado mejoría de parámetros hemodinámicos, lo cual no se ha traducido, hasta ahora, en reducción de la mortalidad. Es probable que el BCIA resulte una opción demasiado buena como para abandonar definitivamente su uso, pero seguramente tampoco sea una estrategia tan buena como para recomendar su adopción universal. Una temprana y apropiada selección del caso correcto por parte de un equipo médico idóneo y experimentado redundará, incuestionablemente, en beneficios para la población tratada con este dispositivo el cual, debe destacarse, acaba de cumplir cincuenta años de empleo clínico ininterrumpido.

## PUNTOS DESTACADOS

- El BCIA representa el dispositivo de asistencia circulatoria más ampliamente utilizado, debido a su accesibilidad, costo y simpleza.
- Proporciona una asistencia preferentemente izquierda, de tipo pulsátil y en serie con el ventrículo izquierdo.
- Como asistencia constituye una bastante limitada, a la vez que resulta un efectivo tratamiento antiisquémico.
- Presenta indicaciones quirúrgicas (fundamentalmente en cirugía cardíaca) y no quirúrgicas (apoyo de procedimientos).
- El empleo preoperatorio en pacientes estables pero de alto riesgo se ha asociado a reducción de la mortalidad posoperatoria.
- Su principal contraindicación es la insuficiencia aórtica moderada a severa.
- Su efectividad en el *shock* cardiogénico está cuestionada a partir del estudio IABP-Shock II. Los resultados de dicho estudio influenciaron la recategorización de su recomendación, de I a II.
- Las complicaciones más frecuentes son las vasculares.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Perera D, Lumley M, Pijls N, Patel MR. Intra-aortic Balloon Pump Trials. Questions, Answers, and Unresolved Issues. *Circ Cardiovasc Interv* 2013;6(3):317-21.
2. Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed PS, Phillips SJ, Butner AN, Sherman JL Jr. Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* 1968;203(2):113-8.
3. Poirier Y, Voisine P, Plourde G, Rimaq G, Barria Perez A, Costerousse O, et al. Efficacy and safety of preoperative intra-aortic balloon pump use in patients undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2016;207:67-79.
4. Parissis H, Graham V, Lampridis S, Lau M, Hooks G, Mhandu PC. IABP: history-evolution-pathophysiology- indications: what we need to know. *J Cardiothorac Surg* 2016;11(1):122.
5. Kapelios CJ, Terrovitis JV, Siskas P, Kontogiannis C, Repasos E, Nanas JN. Counterpulsation: a concept with a remarkable past, an established present and a challenging future. *Int J Cardiol* 2014;172(2):318-25.
6. Ferguson JJ 3rd, Cohen M, Freedman RJ Jr, Stone GW, Miller MF, Joseph DL, et al. The Current Practice of Intra-Aortic Balloon Counterpulsation: Results From the Benchmark Registry. *J Am Coll Cardiol* 2001;38(5):1456-62.
7. Perera D, Stables R, Clayton T, De Silva K, Lumley M, Clack L, et al. Long-term mortality data from the balloon pump –assisted coronary intervention study (BCIS-1).

- A randomized, controlled trial of elective balloon counterpulsation during high risk percutaneous coronary intervention. *Circulation* 2013;127(2):207-12.
8. van Nunen LX, van 't Veer M, Schampaert S, Rutten MC, van de Vosse FN, Patel MR, et al. Intra-aortic balloon pump counterpulsation reduces mortality in large anterior myocardial infarction complicated by persistent ischaemia AMI: a CRISP-AMI substudy. *EuroIntervention* 2015;11(3):286-92.
  9. vanNunen L. Intra-aortic Balloon Pump in Extensive Myocardial Infarction With Persistent Ischemia (SEMPER FI) [ClinicalTrials.gov Identifier:NCT02125526](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT02125526).
  10. Kettner J, Sramko M, Holek M, Pirk J, Kautzner J. Utility of Intra-Aortic Balloon Pump Support for Ventricular Septal Rupture and Acute Mitral Regurgitation Complicating Acute Myocardial Infarction. *Am J Cardiol* 2013; 112(11):1709-13.
  11. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intra-aortic Balloon Support for Myocardial Infarction with Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 2012;367(14):1287-96.
  12. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomized, open-label trial. *Lancet* 2013;382(9905):1638-45.
  13. Cochran RP, Starkey TD, Panos AL, Kunzelman KS. Ambulatory intraaortic balloon pump use as bridge to heart transplant. *Ann Thorac Surg* 2002;74(3):746-51; discussion 751-2.
  14. Mayer J. Subclavian artery approach for insertion of intra-aortic balloon. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987;76(1):61-3.
  15. Goyal D, Nadar SK, Koganti S, Banerjee P. Successful use of intra-aortic counterpulsation therapy for intractable ventricular arrhythmia in patient with severe left ventricular dysfunction and normal coronary arteries. *Cardiol J* 2010;17(4):401-3.
  16. Downing TP, Miller DC, Stinson EB, Burton NA, Oyer PE, Reitz BA, et al. Therapeutic efficacy of IABP; analysis with concurrent "control" subjects. *Circulation* 1981;64(2 Pt 2):1108-13.
  17. Baskett RJ, Ghali WA, Maitland A, Hirsch GM. The intraaortic balloon pump in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2002;74(4):1276-87.
  18. Parissis H, Leotsinidis M, Akbar MT, Apostolakis E, Dougenis D. The need for intra-aortic balloon pump support following open heart surgery: risk analysis and outcome. *J Cardiothorac Surg* 2010;5:20.
  19. Dietl C, Berkheimer MD, Woods EL, Gilbert CL, Pharr WF, Benoit CH. Efficacy and cost-effectiveness of preoperative IABP in patients with ejection fraction of 0.25 or less. *Ann Thorac Surg* 1996;62(2):401-8; discussion 408-9.
  20. Christenson JT, Simonet F, Badel P, Schmuziger M. The effect of preoperative intra-aortic balloon pump support in patients with coronary artery disease, poor left ventricular function (LVEF < 40%), and hypertensive LV hypertrophy. *Thorac Cardiovasc Surg* 1997;45(2):60-4.
  21. Christenson JT, Simonet F, Badel P, Schmuziger M. Evaluation of preoperative intra-aortic balloon pump support in high risk coronary patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;11(6):1097-103; discussion 1104.
  22. Christenson JT, Simonet F, Badel P, Schmuziger M. Optimal timing of preoperative intra-aortic balloon pump support in high-risk coronary patients. *Ann Thorac Surg* 1999;68(3):934-9.
  23. Theologou T, Bashir M, Rengarajan A, Khan O, Spyt T, Richens D, et al. Preoperative intra-aortic balloon pumps in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(1):CD004472.
  24. Trost JC, Hillis D. Intra-aortic balloon counterpulsation. *Am J Cardiol* 2006;97(9):1391-8.
  25. Diaz LK. Mechanical Circulatory Support. En: Coté CJ, Lerman J, Anderson BJ. *A Practice of Anesthesia for Infants and Children* (2008). (5ª Edición, 425-37). Estados Unidos: Elsevier.
  26. Panduranga P, Maddali MM, Mukhaini MK, Valliatu J. Dynamic left ventricular outflow tract obstruction complicating aortic valve replacement: A hidden male-factor revisited. *Saudi J Anaesth* 2010;4:99-101.
  27. Shah BN, Curzen NP. Dynamic Left Ventricular Outflow Tract Obstruction and Acute Heart Failure in Tako-Tsubo Cardiomyopathy. *JACC* 2011;58(11):1194-6.
  28. Coddens J, Van Alphen J, Deloof Th, Hendrickx J. Dynamic Left Ventricular Outflow Tract Obstruction Caused by Afterload Reduction Induced by Intra-Aortic Balloon Counterpulsation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16(6):749-51.
  29. Stone GW, Ohman EM, Miller MF, Joseph DL, Christenson JT, Cohen M et al. Contemporary Utilization and Outcomes of Intra-Aortic Balloon Counterpulsation in Acute Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol* 2003;41(11):1940-5.
  30. Parissis H, Soo A, Al-Alao B. Intra-aortic balloon pump: literature review of risk factors related to complications of the intraaortic balloon pump. *J Cardiothorac Surg* 2011;6:147-52.
  31. Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, Bittl JA, Bridges CR, Byrne JG, et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2011;124(23):e652-735.