

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN INTRA-AÓRTICO (BCIA): CONCEPTOS Y CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Autores:

Gallego López, JM ^{*}, Carmona Simarro, JV ^{**}, Soliveres Ripoll, J ^{***}, Gans Llorens, FJ ^{****}
(vcarmona@hospital-ribera.com)

^{*} Diplomado en Enfermería. Unidad de Reanimación. Hospital Clínico Universitario. Valencia.
Profesor Asociado. Dpto. de Enfermería. E.U.E. Universidad de Valencia.

^{**} Diplomado en Enfermería. Unidad de Vigilancia Intensiva. Hospital de la Ribera. Alzira. Valencia.

^{***} Médico Adjunto. Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario Dr. Peset. Valencia.

^{****} Diplomado en Enfermería.

Resumen

La adecuada circulación sanguínea es esencial para el mantenimiento adecuado de la perfusión miocárdica y sistémica. Cuando un paciente presenta trastornos de la función circulatoria y un estado alterado de su hemodinámica como consecuencia de hipovolemia, isquemia miocárdica, sobrecarga de volumen o trastornos mecánicos se debe identificar el problema para de esta forma actuar de forma rápida. La elección del tratamiento dependerá de la causa del déficit circulatorio y sobre todo del grado de descompensación hemodinámica del paciente.

Para aumentar el volumen minuto se utilizan dispositivos de asistencia circulatoria destinados al aumento del retorno venoso y la resistencia venosa. Por lo que el objetivo terapéutico deseado consistirá en generar una buena perfusión tanto miocárdica adecuada, como cerebral.

Uno de estos dispositivos es el balón de contrapulsación intra-aórtico (BCIA). El apoyo de la función cardíaca mediante el BCIA se realiza con el objetivo de mejorar el aporte de oxígeno al miocardio y reducir la carga de trabajo del corazón. Es un tratamiento agudo y de corto plazo para aquellos pacientes con fallo ventricular izquierdo o para mejorar la insuficiencia cardíaca irreversible.

Antes de atender y cuidar a un paciente portador de BCIA el personal de Enfermería debe conocer los principios de la técnica aséptica, anatomía y fisiología cardiovascular y sistema vascular periférico, principios de la monitorización hemodinámica y vigilancia del paciente crítico y sobre todo los principios de la contrapulsación, dado por supuesto que conocemos las técnicas correctas de asepsia (precauciones universales) y evaluación e interpretación de los signos vitales.

Palabras clave: Circulación sanguínea, insuficiencia cardíaca, perfusión coronaria, balón contrapulsación intra-aórtica.

Abstract**Intraaortic Balloon Counterpulsation. Concepts and benefits**

The appropriate blood circulation is essential for the suitable maintenance in systemic and myocardial perfusion. It is mandatory to identify the problem in order to act quickly when a patient presents circulatory disorders and an altered state of his hemodynamic conditions, as a result of hypovolemia, myocardial ischemia, volume overload, or mechanical upheavals. The election of treatment will depend on the cause of the circulatory deficit, and mainly on the degree of the patient's hemodynamic decompensation

To increase the volume/minute rate devices of circulatory attendance are used in order to increase the venous return and the venous resistance. Thus, the therapeutic objective will consist of an appropriate perfusion, myocardial as well as cerebral perfusion.

One of these devices is the intraaortic balloon counterpulsation. The support of the cardiac function by means of the intraaortic balloon counterpulsation has two objectives: to improve the contribution of oxygen to the myocardium, and to reduce the overload of the heart. It is an acute and short term treatment for those patients with left ventricular failure or for those patients who need to improve the irreversible cardiac insufficiency.

Before taking care of a patient who carries an intraaortic balloon counterpulsation, nurses must know the principles of the aseptic technique (general precautions), cardiovascular anatomy and physiology and peripheral vascular system, principles of the hemodynamics monitoring and monitoring of the critical patient, evaluation and interpretation of vital signs, and above all the principles of counterpulsation.

Key words: intraaortic balloon counterpulsation · hemodynamics.

Introducción

Durante largo tiempo se han buscado métodos fiables para el apoyo mecánico a la circulación. Los primeros desarrollos en este campo se dirigieron hacia el mantenimiento de la circulación extracorpórea para cirugía cardíaca, consiguiéndose resultados aceptables en 1952 (Gibbon). Sin embargo, la circulación extracorpórea no proporcionaba un apoyo a medio y largo plazo a un corazón enfermo, por lo que continuaron las investigaciones en este sentido.

En 1962 se introdujo un sistema que permitía el apoyo ventricular izquierdo (Dennis y cols.), el cual fue modificado por De Bakey, utilizándolos en pacientes que no podían ser desconectados de la circulación extracorpórea tras la cirugía cardíaca.

A principios de los años 60 se definió la teoría de la contrapulsación intraaórtica. El método inicial consistía en un sistema que aspiraba sangre arterial del paciente durante la sístole, reinfundiéndola rápidamente en la diástole. Con éste método se conseguía una disminución del trabajo sistólico y un refuerzo de la función diastólica. Este concepto condujo a Mouloupoulos a desarrollar el sistema de balón intraaórtico, aunque fue Kantrowitz, el primero en aplicarlo con éxito en la práctica clínica, publicándose en 1968 los resultados del uso del primer balón de contrapulsación. Desde entonces, y paralelo a la aparición de nuevas tecnologías y desarrollo de las existentes, se han mejorado los diseños existentes permitiendo su utilización en la práctica clínica diaria de manera eficaz y segura.

Recuerdo de la fisiología del riego sanguíneo coronario normal

El riego sanguíneo coronario medio en reposo supone alrededor de 4-5 % del gasto cardíaco total, lo que significa una media de 225 ml/min. Durante la sístole, debido a la compresión del músculo cardíaco, especialmente del ventrículo izquierdo, sobre los vasos intramusculares, el riego coronario cae por debajo de los 100 ml/min. En la diástole, al relajarse el músculo por completo, disminuye esta compresión y la sangre fluye rápidamente por las arterias coronarias. El riego correspondiente al ventrículo derecho sufre asimismo cambios durante el ciclo cardíaco, pero debido a su menor fuerza de contracción, estas modificaciones son menos acusadas. Así pues, vemos que la mayor parte del flujo coronario se produce durante la diástole, por combinación de los factores de compresión de los vasos y la mayor duración de esta parte del ciclo.

Descripción y principio de funcionamiento

El sistema de contrapulsación intraaórtica consiste en un catéter de doble luz (figura 1), que dispone de un balón o globo en su porción distal.

Una de las luces se utiliza para el hinchado del citado balón, ocluyendo la luz de la arteria en la que está colocado (Aorta). Esta acción, sincronizada con el ritmo cardíaco del modo que estudiaremos a continuación, disminuye la postcarga cardíaca y aumenta el flujo coronario. La otra luz constituye una línea de infusión que se abre en la aorta, utilizándose para la monitorización de la presión arterial y en determinados casos, como disparador (trigger) de la secuencia de funcionamiento del balón. La línea del balón está conectada a la consola que controla el proceso de asistencia, y la línea de infusión a un transductor y sistema de infusión de fluidos. El hinchado del balón se realiza con Helio, dado que es un gas de bajo peso molecular y por lo tanto, su inercia al movimiento es mínima. Además, en el caso de rotura del balón minimiza los riesgos de embolia gaseosa.

Tipos de balón de contrapulsación

Existen principalmente 2 tipos de balón (figura 2): De cámara simple y de múltiple cámara. Estos últimos pueden ser de 2 ó 3 cámaras, teniendo un efecto unidireccional respecto a la contrapulsación, es decir, que desplazan el volumen sanguíneo casi en su totalidad en sentido retrógrado, a diferencia del de simple cámara, que reparte el desplazamiento en dirección retrógrada (contraria al flujo normal de la sangre), y anterógrada. El sistema más utilizado es el de simple cámara, que proporciona mayor sencillez de manejo, no existiendo diferencias clínicas significativas entre los 2 sistemas.

Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento de la contrapulsación está basado en el hecho de que una reducción de la presión al final de la diástole aumenta la función ventricular. Al mismo tiempo, y debido a que las arterias coronarias consiguen el máximo flujo durante la diástole, éste flujo se ve considerablemente aumentado, con la subsiguiente mejora en la perfusión del músculo cardíaco.

Como ya se ha mencionado, la secuencia de inflado y desinflado del balón se sincroniza con el ritmo cardíaco mediante una derivación del ECG. En el momento en que la consola detecta el inicio del complejo QRS, procede a un deshinchado rápido del balón, con lo que provoca una caída brusca de presión en la aorta. De este modo, el trabajo que realiza el corazón durante la sístole se ve disminuido (disminución de postcarga). En el tiempo en que dura la sístole, el balón permanece deshinchado, con lo que no ofrece resistencia al paso de la sangre impulsada por el ventrículo izquierdo. En el momento en que ha finalizado la sístole y disminuye la presión en la aorta, la consola hincha rápidamente el balón, desplazando

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

una cantidad de sangre equivalente a su volumen, y aumentando la presión durante la diástole. Este aumento de presión consigue superar incluso el valor de la presión sistólica, y se denomina presión diastólica aumentada. A partir de este momento, la presión arterial vuelve a caer hasta iniciar el siguiente ciclo (figura 3). El resultado de este mecanismo es el siguiente:

1. Aumento de la perfusión coronaria.
2. Aumento de gasto cardíaco en aproximadamente un 10%.
3. Disminución del consumo de oxígeno del miocardio.
4. Disminución de la postcarga.

Indicaciones de utilización del balón de contrapulsación

- Shock cardiogénico o fallo ventricular izquierdo:
 - Infarto agudo de miocardio con resultado de defectos mecánicos.
 - Enfermedad valvular.
 - Miocarditis.
 - Síndrome de bajo gasto postoperatorio.
- Angor inestable refractario a tratamiento médico.
- En conjunción con tratamiento trombolítico.
- Manejo de arritmias ventriculares refractarias a tratamiento.
- Infarto anterior agudo, para contener el área de lesión.
- En conjunción con arteriografía coronaria y angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP).
 - Soporte profiláctico en pacientes de alto riesgo.
 - Fallo de angioplastia.
- Estabilización preoperatoria, previa a la inducción anestésica, en pacientes de alto riesgo.
- Retirada de bypass cardiopulmonar.
- Soporte circulatorio para pacientes candidatos a trasplante.
- Como ayuda a otros dispositivos de asistencia circulatoria.
- En estudio y experimentación:
 - Aturdimiento de miocardio.
 - Transporte.
 - Reanimación cardiopulmonar.
 - Contusión miocárdica.
 - Shock séptico.
 - Fallo cardiovascular inducido por drogas.

CONTRAINDICACIONES

- Daño cerebral irreversible
- Enfermedad cardíaca crónica en fase final, sin posibilidades de recuperación.
- Insuficiencia aórtica severa.
- Disección aórtica o aneurisma de la aorta torácica.
- Enfermedad vascular periférica.

Inserción del balón

El método más frecuente es por punción de la arteria femoral, con técnica de Seldinger. Mediante un dilatador adecuado se posiciona el extremo distal del catéter a nivel del origen de la arteria subclavia izquierda, o poco antes. Otro sistema es mediante la disección de la arteria femoral, con técnica quirúrgica y con el mismo posicionamiento que el caso anterior.

En raras ocasiones se coloca directamente en la aorta ascendente, en quirófano, o también mediante disección de la arteria axilar.

Tras la inserción, y como en todos los casos de colocación de catéteres en grandes vasos centrales, deberá realizarse una radiografía de control para comprobar su correcto posicionamiento.

Ventajas del uso del balón de contrapulsación

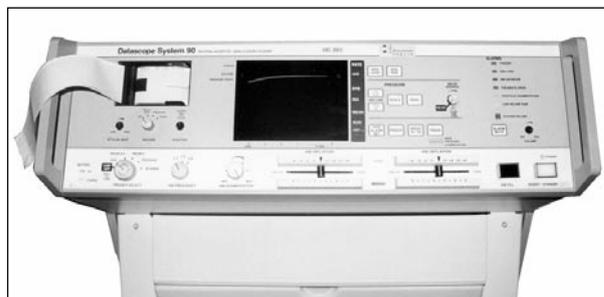
- Relativo bajo coste en relación coste/eficacia.
- Fácil inserción y utilización.
- A mayor experiencia de uso, menores requerimientos de supervisión.
- Anticoagulación, no absolutamente necesaria

Manejo de la consola

Existen en el mercado diversos fabricantes de sistemas de contrapulsación. Todos ellos tienen un funcionamiento similar, por lo que las indicaciones explicadas a continuación son válidas para el manejo de cualquiera de ellos.

El desarrollo de la tecnología informática ha permitido la construcción de sistemas de contrapulsación seguros y fiables controlados por microprocesadores, lo que facilita el manejo y control. Sin embargo, la vigilancia del sistema y sus efectos en el paciente deben de ser constantes y monitorizados adecuadamente. El enfermero/a responsable debe de conocer perfectamente el manejo, y ser capaz de responder adecuadamente a las alteraciones y modificaciones de funcionamiento que se produzcan.

La consola del sistema consta de una unidad electrónica que es la que gestiona el funcionamiento del sistema, y una electro-neumática, que es la que proporciona la energía necesaria para el movimiento del helio. Posee una serie de controles mecánicos y electrónicos, y suele disponer de una



pantalla de monitorización en la que se muestran los trazados electrocardiográficos y de la onda de presión central, además de los mensajes de alarma y estado del sistema; y en muchos casos, de un sistema de registro en papel. (Figura 4).

El primer lugar, necesitaremos monitorizar los mencionados trazados (ECG y presión arterial central) mediante las correspondientes entradas de que la consola dispone. Utilizaremos ésta monitorización para sincronizar el ciclo de llenado/vaciado del balón de acuerdo con el ritmo cardiaco del paciente. Es necesario asegurarse asimismo de que disponemos de suficiente helio en el cilindro para un funcionamiento prolongado, mediante el correspondiente manómetro. (Figura 5).

Una vez conectada la consola y seleccionada la señal de sincronización (habitualmente el ECG), se ajustarán los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento, que son:

- A) Volumen de llenado del balón. Dependiendo del tipo de balón y anatomía aórtica del paciente, necesitaremos más o menos volumen de gas en el balón para conseguir un efecto óptimo.
- B) Punto de hinchado/deshinchado del balón. Mediante los controles al efecto, ajustaremos el sincronismo, de forma que evitemos un hinchado durante la fase sistólica y consigamos un mayor aumento de la presión diastólica.
- C) Frecuencia. Podemos ajustar éste parámetro para que el sistema funcione en cada ciclo cardiaco o bien para que sólo funcione cada 2, 3 ó n ciclos. Este ajuste es útil principalmente durante el proceso de deshabitación.

La curva correspondiente a la presión arterial intraaórtica, obtenida mediante el mismo catéter de contrapulsación, debe ser semejante a la mostrada en la figura 6.

Complicaciones asociadas al uso del balón de contrapulsación

La naturaleza del propio sistema de contrapulsación, así como el estado crítico de los pacientes en los que se utiliza, suponen un riesgo de complicaciones graves. Diversos estudios cifran en alrededor de un 9% las complicaciones asociadas al uso del balón. Asimismo, diversos factores de riesgo tales como enfermedad vascular periférica, extensión del fallo miocárdico, sexo femenino, hipertensión y un largo periodo de utilización del balón aumentan significativamente la frecuencia de aparición de complicaciones. Las más frecuentes son:

- Traumatismos en la pared arterial durante la inserción y posicionamiento de la guía y/o el balón.
- Isquemia de miembros asociada a la posición del catéter.
- Tromboembolismo distal, principalmente durante la retirada del balón.



Deshabitación y desconexión del balón

Después de que el paciente haya obtenido una estabilidad hemodinámica durante el uso del balón, puede iniciarse el proceso de deshabitación. Mediante los modernos sistemas, esto se consigue mediante la disminución de la frecuencia de asistencia, efectuándose ésta cada 2-3 latidos cardíacos. Al mismo tiempo puede disminuirse la cantidad de gas insuflado al balón paulatinamente hasta conseguir una retirada completa.

Cuidados de enfermería

Antes de atender a un paciente sometido a tratamiento con BCIA la enfermería debe conocer los principios de la técnica aséptica, anatomía y fisiología cardiovascular y del sistema vascular periférico, principios de la monitorización hemodinámica, fundamentos de la coagulación y sobre todo los principios de la contrapulsación. Así mismo, debemos ser capaces de evaluar los signos vitales del paciente, realizar un examen físico cardiovascular y vascular periférico, evaluar el estado hemodinámico, toma de muestras para determinaciones analíticas, evaluar el dolor (según escalas), determinación del volumen minuto y gasto cardiaco y sobre todo el manejo y dosificación de fármacos vasoactivos, pero ante todo nunca nos olvidaremos de la adopción de las precauciones universales.

La preparación de la consola del BCIA es responsabilidad de la enfermería. En la preparación se incluye el calibrado de los transductores y medios de monitorización y registro. Además de los medicamentos normales de emergencias y soluciones intravenosas, se deben tener preparadas otras soluciones, generalmente heparinizadas, para mantener la limpieza de los catéteres tanto arterial como de la arteria pulmonar, utilizándose normalmente una perfusión a presión de 500 ml de CINA al 0.9% heparinizada.

Entre las responsabilidades del personal de enfermería destacan el apoyo alentador, explicando al paciente lo que se va a hacer, realizando una

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

valoración del nivel de ansiedad y asegurándole que en la medida de lo posible se aliviarán los dolores y molestias.

Se realizará una exploración electrocardiográfica para conocer la frecuencia, el ritmo y sobre todo los trastornos de la conducción, prestando particular atención al segmento ST y alteraciones de la onda T. Es de vital importancia obtener buenas muestras de exploración electrocardiográfica, libres de interferencias de al menos 60 ciclos, pues el mecanismo del balón es desencadenado por el complejo QRS (habitualmente se coloca al paciente un conjunto independiente de derivaciones de exploración procedentes de la propia consola del BCIA), en este sentido, cabe destacar que la muestra de la exploración proporciona una señal electrocardiográfica a la consola del BCIA, por lo que en ningún momento debe interrumpirse, ya que si así ocurriera cesaría también el bombeo.

Debemos determinar y realizar una valoración del estado respiratorio. La mayoría de los pacientes estarán sometidos a ventilación mecánica, por lo que deberemos monitorizar y vigilar los parámetros correspondientes.

Pondremos especial atención a la administración de medicamentos, que por otra parte, básicamente

serán administrados por vía intravenosa, incluyendo sedantes, fármacos estabilizadores del ritmo, diuréticos, etc.

La extracción de sangre para determinaciones analíticas se realizará según las normas preestablecidas. La exploración de los signos vitales, se efectuará observando de forma especial los procedimientos y cambios de terapia, debiendo ser registrados de forma continua, en la gráfica correspondiente.

También debemos comprobar que la botella de helio esté llena, procurándonos una segunda botella de reserva.

Por último, señalar que en cualquier momento del periodo de contrapulsación del paciente pueden aparecer signos que aconsejen la interrupción de la asistencia del BCIA. La extracción del balón es básicamente el reverso de su inserción, debemos observar y vigilar cualquier signo de oclusión arterial en el miembro, controlar frecuentemente el punto de inserción para detectar la posible pérdida de sangre, y seguir cambiando diariamente el vendaje.

Bibliografía

1. Alkan KE, Stertzer SH, Walls E, Bruno MS, de Pasquale NP. Current status of intra-aortic balloon counterpulsation in critical care cardiology. *Crit Care Med* 1984; 12:489-95.
2. Bojar RM and Warner KG. Manual of perioperative care in cardiac surgery (3rd. Ed) Blackwell science, Laden MA. 1999; 81.
3. Careaga G, Jiménez A, Sánchez O, Argüero R. Implante del balón intraaórtico de contrapulsación por punción arterial femoral. *Cir Ciruj* 2001; 69(5): 236-240.
4. Christenson JT, Simonet F, Badel P y col. Optimal timing of preoperative intraaortic balloon pump support in high-risk coronary patients. *Ann Thorac Surg* 1999; 68:934-939.
5. Christenson JT et al. Preoperative intraaortic balloon pump therapy in high risk coronary patient – impact on post operative inotropic drug use, *Today's Therapeutic Trends* 1999;17:217-225.
6. Cutler BS, Okike O, Salm TJV. Surgical versus percutaneous removal of the intraaortic balloon. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86:907.
7. Daily EK and Tilkian AG. Intraaortic balloon pumping. In E.K. Daily and A.G. Tilkian (Eds.), *Cardiovascular procedures*. St. Louis: Mosby 1986.
8. Datascope Corp. Mechanics of intraaortic balloon counterpulsation. Montvale, New Jersey 1989.
9. Fenton M. Intraaortic balloon pump therapy. *Cnt. Care Nurs* 1987; 15:54-60.
10. Frazier OH. Mechanical circulatory support: new advances, new pumps, new ideas. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2002; 14:178-186.
11. Goldstein DJ, Oz MC. Mechanical support for postcardiotomy cardiogenic shock. *Semin Torac Cardiovasc Surg*. 2000; 12(3):220-228.
12. Goran S. Vascular complications of the patient undergoing intraaortic balloon pumping. *Cnt Care Nurs Clin*. North Am 1989; 1:459-467.
13. Holman WL, Li Q, Kiefe CI y col. Prophylactic value of preincision intra-aortic balloon pump: Analysis of a statewide experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120:1112-1119.
14. Joseph DL and Bates S. Intraaortic balloon pumping: how to stay on course. *Am J Nurs* 1990; 90:42-47.
15. Kang N, Edwards M, Larbalestier R. Preoperative intraaortic balloon pumps in high-risk patients undergoing open heart surgery. *Ann Thorac Surg*. 2001; 72:54-57.
16. Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed PS, Philips SJ, Butner AN and Sherman JL. Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* 1968; 203:113-8.
17. Macciolo GA, Lucas WJ and Norfleet EA. The intraaortic balloon pump: A review *J Cardiothorac Anesth* 1988; 2:365.
18. Montero CG, Castillo JL. Asistencia circulatoria cardiopulmonar. *Contrapulsación cirugía cardiovascular* 1990; 8:2.
19. Mouloupoulos SD, Topaz S and Kolff WJ. Diastolic balloon pumping (with carbon dioxide) in the aorta. A mechanical assistance to the failing circulation. *Am Heart J* 1962; 63:669-75.
20. Pennington DG, Smedira NG, Samuels LE, Acker MA et al. Mechanical circulatory support for acute heart failure. *Ann Thorac Sur*. 2001;71:S56-9;discussion S82-5.
21. Quaal SJ. *Comprehensive intraaortic balloon pumping*. St. Louis: Mosby. 1985.
22. Rodríguez TJM, Rodríguez RN, Villa GMG, Camarillo GF. Complicaciones asociadas al uso del balón intraaórtico de contrapulsación. *Rev Mex Angiol* 1999; 27(4):78-88.
23. Soukup M. Plan of care for the patient requiring intraaortic balloon pump therapy in the nursing diagnosis framework. *Cardiac Assists* 1989; 4:1-6.
24. Weis AT, Engel S, Gotsaman CI et al. Regional and global left ventricular function during intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction shock. *Am Heart J* 1984; 108:249-254.