

## Poder cardiaco para valorar respuesta al reto de dobutamina en pacientes con choque séptico

Dra. Magally Arcos Zamora,\* Dr. Enrique Monares Zepeda,\* Dr. Christian Sánchez Castrillo,†  
Dra. Verónica Colín Espinosa,\* Dr. José Eduardo Etulain González,\* Dr. Manuel Poblano  
Morales,‡ Dra. Janet Aguirre Sánchez,§ Dr. Jesús Martínez Sánchez||

### RESUMEN

**Introducción:** El poder cardiaco (PC) es un subrogado de la función de bomba del corazón.

**Objetivo:** Evaluar la utilidad pronóstica del PC en respuesta al reto con dobutamina (dobu) en choque séptico (CS).

**Material y métodos:** Estudio retrospectivo. Pacientes con diagnóstico de CS, con monitoreo de gasto cardiaco (GC), de enero 2006 a mayo 2007. Se midió el GC, el PC, la disponibilidad de oxígeno (DO<sub>2</sub>), el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) antes y una hora después de la administración de dobu. Se formaron 2 grupos (G): G 1 sobrevivientes, G 2 no sobrevivientes. Se utilizaron las siguientes fórmulas: Fórmula 1:  $PC = GC * (PAM-PVC) / 451$ .

Fórmula 2: Cambio porcentual de PC =  $(PC \text{ post a dobu} * 100 / PC \text{ previo a dobu}) - 100$ .

### Resultados:

Variable	Grupo 1 (n = 27)	Grupo 2 (n = 15)	P
Edad (años)	69 (49-77)	71 (61-77)	NS
Estancia en UCI (días)	8 (6-9)	4 (2-10)	0.02
APACHE II (puntos)	27 (22-28)	29 (27-30)	NS
PC previo (W)	0.7 (0.5 - 1.0)	0.8 (0.6 - 1.0)	NS
PC post (W)	1.2 (1.0 - 1.5)	0.6 (0.5 - 0.8)	< 0.001
Cambio PC (%)	62 (27-100)	-20 (-40-25)	< 0.001

### SUMMARY

**Introduction:** The cardiac power (CP) is an estimation of the function of the heart pump. CP is the strongest hemodynamic correlate of mortality in cardiogenic shock.

**Methods:** Objective: To evaluate the use of the CP in the prognosis of patients with septic shock (SS). Retrospective study, included patients (p) with diagnosis of SS with catheter of Swan-Ganz from January 2006 to May 2007. The CP, the delta of CP after dobutamine administration, hemodynamic variables, and oxygen transport were measured at the start of the study and 24 h later. The following formulas were used:

$CP = \text{Mean arterial pressure} - \text{Central venous pressure} \times \text{cardiac output} / 451$

$\% \text{ CP change} = (\text{CP after dobutamine} * 100 / \text{CP before dobutamine}) - 100$

### Results:

Variable	Survivors (n = 27)	Non survivors (n = 15)	P
Age (years)	69 (49-77)	71 (61-77)	NS
Length of stay (days)	8 (6-9)	4 (2- 10)	0.02
APACHE II (points)	27 (22-28)	29 (27-30)	NS
Previous PC (W)	0.7 (0.5-1.0)	0.8 (0.6-1.0)	NS
Post PC (W)	1.2 (1.0-1.5)	0.6 (0.5-0.8)	<0.001
PC Change (%)	62 (27-100)	-20 (-40-25)	< 0.001

\* Médico residente en Medicina del Enfermo en Estado Crítico. Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

† Coordinador del Comité Institucional de Investigación. División de Enseñanza e Investigación.

‡ Médico adscrito al Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

§ Sub-Jefe del Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

|| Jefe del Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

El punto de corte para la predicción de la mortalidad fue igual o menor de 25% en el cambio de PC con una sensibilidad de 80% y especificidad de 85.2%, obteniendo un área bajo la curva ROC de 0.840. VPP 75%, VPN 88.5%.

**Conclusión:** El cambio porcentual menor de 25% del PC predice mortalidad a 28 días en pacientes con choque séptico.

**Palabras clave:** Sepsis, poder cardiaco.

## INTRODUCCIÓN

El concepto físico de poder es energía por unidad de tiempo. La mejor forma de medir la función de una bomba es determinar su poder hidráulico, es decir, la relación que existe entre presión y flujo. Recordando que el corazón es una bomba, consume energía y produce un trabajo, el poder de bomba del corazón puede ser valorado mediante el poder cardiaco (PC) es decir la relación que existe entre la presión arterial media (presión) y el gasto cardiaco (flujo), con esto obtenemos la medición de la capacidad que tiene el corazón para impartir energía al sistema arterial, lo cual mantiene un flujo con dos componentes, uno pulsátil y otro constante. Este concepto es conocido desde hace más de 100 años y en la actualidad es la variable hemodinámica que mejor se asocia con la mortalidad en pacientes con choque cardiogénico. En un estudio previo, aún por publicar, demostramos que el delta de poder cardiaco al ingreso y tras 24 horas de tratamiento se correlaciona con mortalidad en la terapia intensiva.<sup>1-4</sup>

El poder cardiaco se determina mediante el producto de flujo (para el caso del corazón: el gasto cardiaco [GC]) y de presión del sistema al que se expele dicho flujo (la presión de la aorta o la presión arterial media). El poder debe determinarse en Watts por lo que la transformación de unidades L/min para el gasto cardiaco y mmHg para la presión arterial media puede realizarse mediante la siguiente fórmula:<sup>5,6</sup>

Fórmula 1:

PC (Watts) =

$\frac{\text{Presión arterial media} - \text{Presión venosa central} \times \text{Gasto cardiaco}}{451}$

451

En el choque séptico (CS) se documenta disfunción miocárdica. Los pacientes que sobreviven al CS son aquellos que en las primeras horas de evolución presentan dilatación y disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, mientras

*The cut point to mortality prediction was  $\leq 25\%$  in % CP's change, with an 80% sensibility and 85.2% specificity, obtaining an area under the ROC curve of 0.840. PPV 75%, NPV 88.5%.*

**Conclusion:** *The change of CP after the dobutamine challenge is a good predictor of mortality in SS.*

**Key words:** *Sepsis, cardiac power.*

que los pacientes que no sobreviven no muestran estos cambios.<sup>7</sup>

El GC tiene un doble componente en la valoración pronóstica del CS. Un estudio<sup>8</sup> demostró que el aumento del índice cardiaco (IC)  $> 7 \text{ L/min/m}^2$  aunado a resistencias vasculares sistémicas (RVS) bajas, predice mortalidad casi en un 100%, mientras que una disminución  $< 0.5 \text{ L/min}$  en el GC acompañado de RVS  $> 1,529 \text{ dinas s/cm}^5/\text{m}^2$  se asocian fuertemente a sobrevida en pacientes con CS. De lo anterior se deduce que existen 3 patrones hemodinámicos en los pacientes que fallecen por CS:

1. Distributivo: RVS bajas e IC preservado,
2. Cardiogénico: Disminución del IC y RVS elevadas,
3. Depresión miocárdica global tardía por falla orgánica múltiple (FOM): IC disminuido y RVS disminuidas.

Los pacientes que no sobreviven al CS no son capaces de aumentar su volumen diastólico final del ventrículo izquierdo ni disminuyen transitoriamente su IC. Otro grupo de mal pronóstico son aquellos pacientes que disminuyeron su fracción de eyección y dilataron su ventrículo izquierdo en los primeros días del CS, pero que no revirtieron estos cambios al séptimo día de evolución.<sup>9</sup>

Otro punto importante es el concepto de la reserva cardiaca, entendiéndose ésta como la diferencia entre el GC observado en reposo y el GC en el estado de mayor esfuerzo, que puede inferirse por el comportamiento del PC. En pacientes que fallecen por choque cardiogénico (CC) el PC disminuye evidenciando una reserva cardiaca baja independientemente de si la causa del choque fue corregida, mientras que los pacientes en los que no disminuye el PC  $> 0.5 \text{ W}$  el pronóstico es favorable si se corrige la causa del choque.<sup>10</sup> En el CS las metas de reanimación (MR) tienen un impacto bimodal en la mortalidad, si estas metas son instituidas de manera temprana (en las primeras seis horas de establecido el diagnóstico) el pronóstico mejora notable-

mente, pero si las metas son alcanzadas de manera tardía (más de 24 horas después de establecido el diagnóstico) los intentos por alcanzar estas metas pueden ser contraproducentes. Esto podría explicarse por una baja reserva cardiaca en los pacientes que no alcanzan las MR en las primeras 6 horas y por un agotamiento de la reserva cardiaca en los pacientes a quienes se intenta llevar a las MR tardíamente.<sup>11,12</sup> Por lo que es prioritario el estimar la reserva cardiaca del paciente en choque séptico que va a ser reanimado. La reserva cardiaca también puede ser estimada al valorar la respuesta tras un reto farmacológico idealmente con dobutamina. Un estudio demostró<sup>13</sup> la utilidad de un reto de dobutamina en la valoración pronóstica de pacientes en choque séptico. Ya que el gasto cardiaco puede tener comportamientos diferentes en las diversas etapas del choque séptico y que el poder cardiaco teóricamente es un mejor determinante de la función de bomba del corazón, nosotros proponemos utilizar los cambios porcentuales del PC tras un reto de dobutamina para detectar a pacientes con baja reserva miocárdica, lo que resulta de utilidad en el establecimiento del pronóstico.<sup>14</sup>

Fórmula 2:

Cambio porcentual de PC=  
(PC previo a dobutamina \* 100 / PC post dobutamina) - 100

## OBJETIVO

Valorar la utilidad del PC y el cambio porcentual de PC en respuesta al reto de dobutamina para el pronóstico de pacientes en choque séptico (CS).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo en el que se incluyeron todos los expedientes de pacientes con diagnóstico de CS acorde a las definiciones de los criterios internacionales<sup>13</sup> monitorizados con catéter de Swan-Ganz de enero 2006 a mayo 2007. Se determinó: edad, género, APACHE II, días de estancia, mortalidad, disponibilidad de oxígeno en mL/min ( $DO_2$ ), consumo de oxígeno en mL/min ( $VO_2$ ), presión arterial media en mmHg (PAM), PVC en mmHg, IC en L/min/m<sup>2</sup>; resistencias vasculares sistémicas en dinas s/cm<sup>5</sup>/m<sup>2</sup> (RVS), índice de trabajo de ventrículo izquierdo g.m/m<sup>2</sup>/latido (ITVI), velocidad de infusión de volumen en mL/h, tipo y dosis de vasopresores, lactato sérico en mmol/L, péptido cerebral natriurético en

pg/dL (BNP), PC basal en Watts (W), cambio porcentual de PC luego de una hora de infusión de dobutamina a una dosis de 5 gammas y mortalidad a los 28 días de ingreso al estudio.

Se excluyeron los expedientes de pacientes con choque séptico que ingresaron a la unidad 24 horas después del diagnóstico de choque séptico o que tuvieran infusión de inotrópicos antes de la medición basal de gasto cardiaco, también se excluyeron expedientes de pacientes con una infusión de dobutamina inicial diferente de 5 gammas.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La descripción de las variables numéricas se hizo con media y desviación estándar ( $M \pm DE$ ) o con mediana e intervalo intercuartilar [Md (25°-75°)], la de variables categóricas con frecuencias y porcentajes. Se utilizó prueba *t* de Student, prueba  $\chi^2$ , prueba exacta de Fisher o *U* de Mann-Whitney para las comparaciones entre grupos según correspondía. Se construyó curva ROC para valorar la utilidad del cambio porcentual del PC en el pronóstico de mortalidad.

## RESULTADOS

Un total de 42 expedientes de pacientes con diagnóstico de choque séptico y monitoreo de gasto cardiaco fueron incluidos en el estudio. Se construyeron 2 grupos (G): G 1 sobrevivientes y G 2 no sobrevivientes. En el G 1 un total de 27 pacientes, con una edad de 69 (49-79) años, estatura 170 (160-170) cm, peso real 75 (65-80) kg, APACHE II 27 (22-28) puntos, días de estancia en UCI 8 (6-9), índice cardiaco previo a dobutamina 3 (2.0-3.5) L/min/m<sup>2</sup>, poder cardiaco previo a dobutamina 0.7 (0.5-1.0) W. En el G 2 un total de 15 pacientes, edad de 71 (61-77) años, peso real 72 (65-80) kg, APACHE II 29 (27-30) puntos, días de estancia 4 (2-10). El índice cardiaco previo a dobutamina 2.4 (1.9-3.7) L/min/m<sup>2</sup>, poder cardiaco previo a dobutamina 0.8 Watts (W) (0.6-1.0). El cambio porcentual de PC en el grupo 1 fue de 62 (27-100) %, en el grupo 2 fue de -20 (-40 - 50) %, con una *P* < 0.001. El punto de corte para la predicción de la mortalidad fue de 25% con una sensibilidad de 80% y especificidad de 85.2% y con un área bajo la curva ROC de 0.840, con un valor predictivo positivo de 75% y un valor predictivo negativo de 88.5%, una razón de verosimilitud positiva de 5.41, una razón de verosimilitud negativa de 0.23 y una razón inversa negativa de verosimilitud de 4.26.

**Cuadro I. Características generales, hemodinámicas y de oxigenación de la población estudiada con relación a mortalidad.**

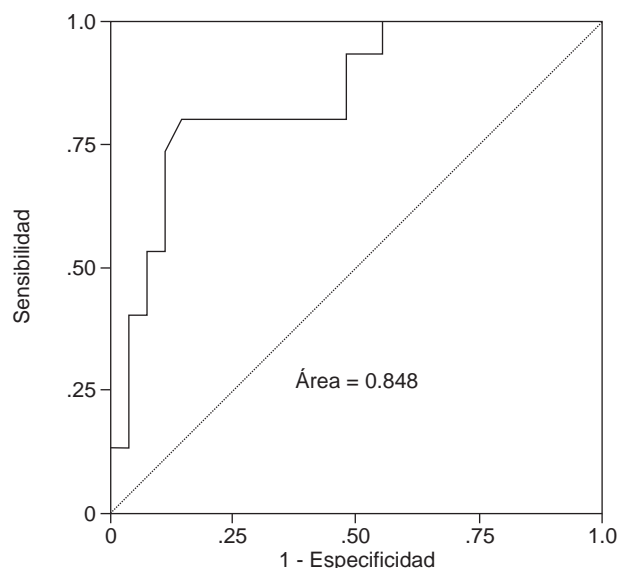
Variable	Grupo 1 (n = 27)	Grupo 2 (n = 15)	P
Edad (años)	69 (49-77)	71 (61-77)	NS
APACHE II (puntos)	27 (22-28)	29 (27-30)	NS
BNP (pg/mL)	430 (190-500)	500 (350-1,014)	NS
IC (L/min/m <sup>2</sup> )	3 (2.1-3.5)	2.4 (1.9-3.5)	NS
PVC (mmHg)	17 (14-19)	15 (12-18)	NS
IRVS (Dinas s/cm <sup>5</sup> /m <sup>2</sup> )	1,560 (1,000-2,150)	1,181 (1,033-1,892)	NS
ITVI (g.m/m <sup>2</sup> /latido)	30 (23-40)	29 (30-32)	NS
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg)	115 (90-170)	100 (83-129)	NS
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	8 (5-12)	9 (5-10)	NS
VO <sub>2</sub> (mL/min)	120 (110-180)	140 (120-160)	NS
PC previo (W)	0.7 (0.5-1.0)	0.8 (0.6-1.0)	NS
PC post (W)	1.2 (1.0-1.5)	0.6 (0.5-0.8)	< 0.001
Cambio PC (%)	62 (27-100)	-20 (-40-25)	< 0.001
Estancia en UCI (días)	8 (6-9)	4 (2-10)	0.02

**Cuadro II. Utilidad del cambio porcentual del poder cardiaco con punto de corte en 25% o menos para la predicción de mortalidad de pacientes en choque séptico.**

Variables operativas	
Sensibilidad (%)	80.00
Especificidad (%)	85.20
Valor predictivo positivo (%)	75.00
Valor predictivo negativo (%)	88.50
Razón de verosimilitud positiva	5.41
Razón de verosimilitud negativa	0.23
Inverso de razón de verosimilitud negativa	4.26

### CONCLUSIÓN

El cambio porcentual del poder cardiaco tras un reto de dobutamina ayuda a identificar a pacientes en choque séptico con alto riesgo de mortalidad en las primeras 24 horas de ingreso al Servicio de Cuidados Intensivos, probablemente porque esta prueba puede estimar el grado de reserva cardiaca. Entonces es posible que tengamos una maniobra diagnóstica terapéutica que nos permite clasificar a pacientes que pueden beneficiarse con medidas agresivas para llegar a las metas preestablecidas (pacientes con reserva cardiaca suficiente, es decir un cambio porcentual de poder cardiaco > 25% tras el reto de dobutamina) y aquéllos donde el intento de llegar a metas concretas sea contraproducente (reserva cardiaca disminuida, cambio porcentual de poder cardiaco < 25% tras el reto de dobutamina) y donde otras metas propuestas como la disminución

**Figura 1. Curva ROC del cambio porcentual del poder cardiaco para la predicción de mortalidad en pacientes en choque séptico.**

del VO<sub>2</sub> o la hibernación mitocondrial<sup>15</sup> serían más apropiadas para estos pacientes. Esta clasificación de pacientes potencialmente respondedores y potencialmente no respondedores sería indiferente del tiempo transcurrido desde el diagnóstico de choque séptico. Si la reserva cardiaca es insuficiente dentro de las primeras seis horas de reanimación el reto de dobutamina puede identificar a estos pacientes, si transcurridas más de seis horas se inicia la reanimación, el reto de dobutamina identifica a pacientes que aún pueden responder favorablemente a

una reanimación agresiva, esta propuesta debe ser valorada en futuros estudios.

#### AGRADECIMIENTOS Y/O PATROCINIO

No existen patrocinio ni conflicto de interés con ninguna institución u organización.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Nicholls W. Haemodynamics. *J Physiol* 1896;20:407-426.
2. Evans CL. The velocity factor in cardiac work. *J Physiol* 1918;52:6-14.
3. Fincke R, Hochman JS, Lowe AM, Menon V, Slater JN, Webb JG, LeJemtel TH, Cotter G. SHOCK investigators. Cardiac power is the strongest hemodynamic correlate of mortality in cardiogenic shock: a report from the SHOCK trial registry. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:340-8.
4. Monares E, Arcos M. Delta de poder cardiaco en choque séptico (artículo por publicar).
5. Firstenberg MS, Armstrong G, Greenberg NL, Garcia MJ, Thomas JD. Different estimates of cardiac power: relationship to altered loading conditions. *Computers in Cardiology* 2002;29:713-6.
6. Cotter G, Williams SG, Vered Z, Tan LB. Role of cardiac power in heart failure. *Curr Opin in Cardio* 2003;18(3):215-22.
7. Dellinger RP. Cardiovascular management of septic shock. *Critical Care Medicine* 2003;31(3):946-955.
8. Baumgartner J, Vaney C, Perret C. An extreme form of hyperdynamic syndrome in septic shock. *Intensive Care Med* 1984;10:245-249.
9. Parker SM, Shelhamer JH, Natanson C, Alling DW, Parrillo JE. Serial cardiovascular variables in survivors and non-survivors of human septic shock: heart rate as an early predictor of prognosis. *Crit Care Med* 1987;15:923-929.
10. Lupi HE, Chuquiure VE, González PH et al. El poder cardíaco un instrumento del pasado, posiblemente una herramienta moderna en la valoración: clínica, terapéutica y pronóstica del choque cardiogénico por síndrome isquémico coronario agudo. *Arch Cardiol Mex* 2006;76:95-108.
11. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P et al. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients: SvO2 Collaborative Group. *N Engl J Med* 1995;333:1025-1032.
12. Rivers E, Nguyen B, Havstad S et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001;345:1368-1377.
13. Vallet B, Curtis SE, Chopin C. Prognostic value of the dobutamine test in patients with sepsis syndrome. *Critical Care Medicine* 1995;23(2):415.
14. Vincent JL, Roman A, De Backer D, Kahn RJ. Oxygen uptake/supply dependency: effects of short-term dobutamine infusion. *Am Rev Respir Dis* 1990;142:2-8.
15. Rudiger A, Singer M. Mechanisms of sepsis-induced cardiac dysfunction. *Critical Care Medicine* 2007;35:1599-1608.

#### Correspondencia:

Dra. Magally Arcos Zamora.  
The American British Cowdray Medical Center I.A.P.  
Sur 136 Núm. 116, Colonia Las Américas,  
Delegación Álvaro Obregón, 01120, México, D.F.  
Apartado Postal 18901.  
Tel: 55 64 59 30 Cel: 045 55 23 14 43 60  
magaarcos@hotmail.com

## Ficha de Recolección de Datos

### Protocolo: Reto de dobutamina y poder cardiaco en choque séptico

**Identificación**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de ingreso: \_\_\_\_\_ Cama \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_  
 Género: 0 F 1 M Expediente: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ Tipo de paciente: 0 Médico 1 Quirúrgico Conversión a Qx: 0 No 1 Sí

Categorías DXS	No		Sí		No		Sí		No		Sí	
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Qx cardiovascular	0	1	Qx abdominal	0	1	Qx neurológica	0	1	Broncoaspiración	0	1	
SICA	0	1	STD	0	1	Neumonía	0	1	TEP/TVP	0	1	
Qx neurológica	0	1	Urológico	0	1	EPOC exacerbado	0	1	EAP	0	1	
Neurológico médico	0	1	Ginecológico	0	1	Asma	0	1	Trauma	0	1	

Dx de ingreso: \_\_\_\_\_

	Basal	6 h	12 h	24 h			
APACHE II					Horas de Dx de choque antes de ingreso a UCI:		
SOFA					Fecha Ingr. al hosp.:		
Poder cardiaco previo a dobuta					Fecha Ingr. a UTI/UCI:		
DO <sub>2</sub> previo a dobuta					Fecha egreso hosp.:		
VO <sub>2</sub> previo a dobuta					Días UTI:		
SaO <sub>2</sub> (%)					Días hospital		
O <sub>2</sub> ER							
GC (L/min) post-dobuta					Mortalidad a 28 días	No	Sí
Poder cardiaco post a dobuta						0	1
DO <sub>2</sub> post-dobuta							
VO <sub>2</sub> post-dobuta							
Norepinefrin (gamma)							
Volumen infundido mL/h							
Balance previo a dobuta							