

Predictores de bajo gasto cardíaco perioperatorio en pacientes operados de cirugía cardíaca valvular

Dr. José E. Fernández Mesa¹✉, Dra. Kenia M. Padrón García², Dr. Ángel M. Paredes Cordero³, Dra. Elizabeth Díaz Vázquez⁴, Dr. Omar González Greck³ y Dr. Aníbal González Trujillo³

¹ Servicio de Cardiología. Hospital Provincial Faustino Pérez Hernández. Matanzas, Cuba.

² Departamento de Medicina Nuclear. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

³ Servicio de Cirugía Cardiovascular. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

⁴ Unidad de Terapia Intermedia Polivalente. Hospital Provincial Faustino Pérez Hernández. Matanzas, Cuba.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 11 de junio de 2018

Aceptado: 18 de agosto de 2018

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

BGC: bajo gasto cardíaco

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo

NYHA: New York Heart Association

TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo (siglas en inglés)

RESUMEN

Introducción: El síndrome de bajo gasto cardíaco (BGC) perioperatorio es una complicación frecuente en el postoperatorio de cirugía cardíaca la cual disminuye la supervivencia a corto plazo.

Objetivo: Determinar las variables que pronostican de manera independiente la incidencia del BGC en el perioperatorio de cirugía cardíaca valvular en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, durante el trienio 2012-2014.

Método: Se realizó un estudio de cohorte donde se conformaron dos grupos: uno con BGC (46 pacientes) y otro sin él (110 pacientes). Se realizó una curva de Kaplan-Meier para determinar la supervivencia a los 30 días de la cirugía, se compararon los grupos con la prueba de rangos logarítmicos (*log-rank*). Se efectuó un análisis multivariable para determinar las variables que influyeron de manera independiente en la aparición del BGC. El nivel de significación estadístico empleado fue de $p < 0,05$.

Resultados: La muestra fue homogénea según características clínicas y demográficas. La incidencia y la mortalidad del BGC fueron del 29,5% y 28,3%, respectivamente. La disfunción renal preoperatoria ($OR=5,13$; $p=0,005$), el tiempo prolongado de circulación extracorpórea ($OR=4,89$; $p=0,001$) y la resistencia vascular pulmonar elevada ($OR=7,52$; $p<0,001$) fueron las variables que se asociaron de manera independiente a la aparición de bajo gasto.

Conclusiones: El BGC reduce significativamente la supervivencia perioperatoria. La disfunción renal preoperatoria, el tiempo prolongado de circulación extracorpórea y la resistencia vascular pulmonar elevada constituyeron variables de peor pronóstico en estos pacientes, asociadas a una mayor probabilidad de sufrir esta complicación.

Palabras clave: Bajo gasto cardíaco, Cirugía valvular cardíaca, Supervivencia perioperatoria, Análisis de supervivencia

Predictors of low perioperative cardiac output in patients with heart valve surgery

ABSTRACT

Introduction: The perioperative low cardiac output syndrome (LCOS) is a frequent complication in the postoperative period of cardiac surgery which decreases

✉ JE Fernández Mesa
Calle 61, N° 23201, e/ 232 y 236.
La Habana, Cuba. Correo electrónico: jose.mtz@infomed.sld.cu

short-term survival.

Objectives: *To determine the variables that independently predict the incidence of LCOS in the perioperative period of heart valve surgery at the Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, during the 2012-2014 triennium.*

Method: *A cohort study was conducted where two groups were formed: one with LCOS (46 patients) and the other without it (110 patients). A Kaplan-Meier curve was performed to determine survival 30 days after surgery. The groups were compared with the log-rank test. A multivariate analysis was carried out to determine the variables that independently influenced the appearance of LCOS. The level of statistical significance used was $p < 0.05$.*

Results: *The sample was homogeneous according to clinical and demographic characteristics. The incidence and mortality of the LCOS were 29.5% and 28.3%, respectively. Preoperative renal dysfunction ($OR=5.13$, $p=0.005$), prolonged extracorporeal circulation time ($OR=4.89$, $p=0.001$) and elevated pulmonary vascular resistance ($OR=7.52$, $p<0.001$) were the variables independently associated with the appearance of low cardiac output.*

Conclusions: *The LCOS significantly reduces perioperative survival. Preoperative renal dysfunction, prolonged extracorporeal circulation and elevated pulmonary vascular resistance were variables of worse prognosis in these patients, associated with a higher probability of suffering this complication.*

Keywords: *Low cardiac output, Heart valve surgery, Perioperative survival, Survival analysis*

INTRODUCCIÓN

El síndrome de bajo gasto cardíaco (BGC) sigue siendo una potencial complicación a la que se enfrenta el paciente en el postoperatorio de cirugía cardíaca, lo que prolonga la estadía hospitalaria, aumenta los costos sanitarios y, en consecuencia, incrementa la morbilidad y mortalidad perioperatorias^{1,2}. A pesar de que la enfermedad coronaria predomina en la indicación de cirugía cardíaca, la enfermedad valvular es frecuente en nuestro país y muchas veces se diagnostica en fases avanzadas, lo que constituye un reto para la intervención quirúrgica, con un riesgo mayor de complicaciones postoperatorias, dentro de las cuales el BGC presenta una alta incidencia¹⁻³.

Varios parámetros, cruentos e incruentos, se han establecido para el diagnóstico de esta complicación, pero desde el punto de vista clínico puede identificarse por oliguria (ritmo diurético menor de 0,5 ml/kg/h) y necesidad del uso de inotrópicos endovenosos, balón de contrapulso, o ambos, para lograr una adecuada hemodinámica¹.

Diversos estudios, prospectivos y observacionales, han descrito varios factores que pueden predecir su desarrollo, estos son la disfunción sistólica previa del ventrículo izquierdo, una mala clase funcional y tiempos prolongados de circulación extracorpórea, por solo mencionar algunos^{2,4,5}. En nuestro medio aún son insuficientes los estudios relacio-

nados con esta complicación, y casi todos se basan en la cirugía coronaria, no así en la valvular.

Por lo anteriormente expuesto se consideró interesante y útil realizar un estudio en los pacientes a los que se les realizó cirugía valvular, con el objetivo de determinar las variables que pueden pronosticar, de manera independiente, la aparición de este complejo síndrome del postoperatorio cardíaco; así como la supervivencia perioperatoria de quienes desarrollan esta complicación.

MÉTODO

Se realizó un estudio de cohorte que evaluó a todos los pacientes con diagnóstico de valvulopatía mitral o aórtica, o ambas, que fueron intervenidos quirúrgicamente para reparación o sustitución valvular, en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de La Habana, Cuba, en el período comprendido desde el primero de enero de 2012 hasta el 31 de diciembre de 2014.

Mediante la revisión de las historias clínicas se recogieron los datos definidos por las variables de interés, desde el ingreso hasta 30 días. El estudio se condujo de acuerdo con las guías propuestas en la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la mencionada institución. Fueron excluidos los pacientes que presentaran enfermedad

coronaria en los estudios preoperatorios.

Definición de las variables

Bajo gasto cardíaco perioperatorio (variable dependiente): se consideró cuando, por las condiciones hemodinámicas, fue necesario apoyo inotrópico por más de 12 horas o el uso de balón de contrapulsación intraaórtico, o ambos, asociado a un ritmo diurético menor de 0,5 ml/kg/h.

Variables independientes

Generales: edad, sexo, superficie corporal (DuBois), antecedentes patológicos personales, hábito de fumar, etiología reumática o no de la valvulopatía, clase funcional III/IV de la *New York Heart Association* (NYHA).

Del perioperatorio: cirugía realizada, tiempo quirúrgico y de circulación extracorpórea, estadía hospitalaria y estado al egreso, vivo o fallecido.

De laboratorio: hemoglobina, hematocrito, glucemia, creatinina, ácido úrico y filtrado glomerular calculado por CKD-EPI.

Ecocardiograma: fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE, por sus siglas en inglés), presión media en la arteria pulmonar calculada por la ecuación de Mahan ($79 - [0,45 \times \text{tiempo de aceleración pulmonar}]$), presión sistólica en la arteria pulmonar calculada por el gradiente de

regurgitación tricuspídea más la presión en aurícula derecha, presión media en aurícula derecha calculada por diámetro y colapso inspiratorio de vena cava inferior, área de aurícula izquierda en cuatro cámaras, resistencia vascular pulmonar calculada por ecuación: velocidad máxima de insuficiencia tricuspídea (m/s) / integral velocidad-tiempo del tracto de salida del ventrículo derecho $\times 10 + 0.16$.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usó el programa SPSS para Windows versión 15.0. Los pacientes se dividieron en dos grupos: uno quedó conformado por los que presentaron BGC (46 pacientes) y otro por los que no (110 pacientes). Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias absolutas y relativas y se les aplicó la prueba de Chi-cuadrado para homogeneidad, así como la prueba de Fisher para aquellas con frecuencias esperadas menores de cinco. A las variables cuantitativas se les aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, se empleó posteriormente la prueba de *t-Student* en las que presentaron distribución normal, así como la de U de Mann-Whitney en las que no; estas variables se expresaron como media $\pm$ desviación estándar.

La supervivencia perioperatoria de los pacientes fue calculada en una curva de Kaplan-Meier y comparada entre los grupos por la prueba de rangos logarítmicos. Se realizó una regresión logística mul-

Tabla 1. Caracterización general de los pacientes estudiados según bajo gasto cardíaco.

Variables	Bajo gasto cardíaco		Total (N=156)	Valor de p
	Sí (n=46)	No (n=110)		
Edad (años)	58,59 $\pm$ 10,24	53,46 $\pm$ 12,14	54,97 $\pm$ 11,85	0,013
Sexo femenino	23 (50,0)	50 (45,5)	73 (46,8)	0,61
Superficie corporal (m ²)	1,75 $\pm$ 0,21	1,76 $\pm$ 0,20	1,75 $\pm$ 0,20	0,76
Etiología reumática	13 (28,3)	33 (30,3)	46 (29,5)	0,82
CF III-IV (NYHA)	41 (89,1)	81 (73,6)	122 (78,2)	0,03
Hipertensión arterial	24 (52,2)	47 (42,7)	71 (45,5)	0,28
Diabetes mellitus	4 (8,7)	15 (13,6)	19 (12,2)	0,39
EPOC	1 (2,2)	10 (9,1)	11 (7,1)	0,12
FA permanente	13 (28,3)	15 (13,6)	28 (17,9)	0,03
Hábito de fumar	14 (30,4)	28 (25,5)	42 (26,9)	0,52

Los valores expresan media $\pm$ desviación estándar y n (%).

CF, clase funcional; EPOC, enfermedad pulmonar obstructiva crónica; FA, fibrilación auricular; NYHA, *New York Heart Association*

Fuente: Historias clínicas.

tivariada, donde se usó como variable dependiente la presencia de BGC y fueron incluidas en el modelo, analizado paso a paso, las variables que tuvieron diferencias entre los grupos ($p<0,05$). Las variables cuantitativas fueron agrupadas por rangos para su procesamiento. La calibración del modelo fue evaluada por la prueba de bondad de ajuste, y el nivel de significación empleado en todos los casos fue de $p<0,05$.

RESULTADOS

La población de este estudio estuvo constituida por 156 enfermos que fueron intervenidos quirúrgicamente por enfermedades valvulares cardíacas izquierdas; de ellos, 46 pacientes (29,5%) presentaron BGC en el postoperatorio. La muestra resultó homogénea según las características generales, solo exis-

tió diferencia significativa en cuanto a la edad, que fue mayor en el grupo que presentó BGC, así como la mala clase funcional preoperatoria y la fibrilación auricular crónica que también fueron más frecuentes en este grupo (**Tabla 1**).

En cuanto a las variables perioperatorias, los tiempos de circulación extracorpórea y quirúrgicos fueron significativamente más prologados en el grupo con BGC, así como mayor estadía ($p<0,0001$). Fallecieron en este período 13 pacientes, todos del grupo que padeció BGC, lo que representa una mortalidad de 28,3% en el mismo. La mortalidad general fue de 8,3% (**Tabla 2**).

Entre las variables de laboratorio estudiadas solo mostraron diferencias significativas las relacionadas con la función renal preoperatoria, la cual fue peor en el grupo con BGC, expresadas por la creatinina ($p<0,0001$) y el filtrado glomerular ($p<0,0001$); así como el ácido úrico, que también fue más elevado en

Tabla 2. Caracterización perioperatoria de los pacientes estudiados según bajo gasto cardíaco.

Variables	Bajo gasto cardíaco		Total (N=156)	Valor de p
	Sí (n=46)	No (n=110)		
Cirugía mitral aislada	18 (39,1)	50 (45,5)	68 (43,6)	0,46
Cirugía aórtica aislada	20 (43,5)	51 (46,4)	71 (45,5)	0,74
Doble sustitución valvular	8 (17,4)	9 (8,2)	17 (10,9)	0,09
Tiempo quirúrgico (min)	404,11±160,53	288,14±61,04	322,33±113,65	<0,0001
Tiempo de CEC (min)	199,78±18,70	122,68±36,50	145,42±70,77	<0,0001
Estadía (días)	19,43±15,33	11,62±6,51	13,92±10,53	<0,0001
Fallecidos	13 (28,3)	0 (0)	13 (8,3)	<0,0001

Los valores expresan media $\pm$ desviación estándar y n (%). CEC, Circulación extracorpórea.
Fuente: historias clínicas.

Tabla 3. Variables de laboratorio de los pacientes estudiados según bajo gasto cardíaco.

Variables de laboratorio preoperatorias	Bajo gasto cardíaco		Total (N=156)	Valor de p
	Sí (n=46)	No (n=110)		
Hemoglobina (g/l)	13,33±1,67	13,22±1,43	13,26±1,51	0,66
Hematócrito	0,40±0,05	0,40±0,04	0,40±0,42	0,92
Glicemia (mmol/l)	5,06±0,76	5,38±1,27	5,29±1,15	0,05
Creatinina (μ mol/l)	88,17±23,24	72,96±17,34	77,44±20,41	<0,0001
Ácido úrico (mmol/l)	405,89±141,56	320,72±118,57	345,84±128,09	<0,0001
FGe (ml/min/1,73m ²)	78,03±30,07	97,68±30,01	91,88±31,25	<0,0001

Los valores expresan media $\pm$ desviación estándar. FGe, filtrado glomerular estimado.
Fuente: historias clínicas.

Tabla 4. Variables ecocardiográficas de los pacientes estudiados según bajo gasto cardíaco.

Variables ecocardiográficas preoperatorias	Bajo gasto cardíaco		Total (n= 156)	Valor de p
	Sí (n=46)	No (n=110)		
FEVI (%)	58,33±16,25	62,97±11,70	61,60±13,32	0,08
TAPSE (mm)	19,24±4,89	21,87±4,92	21,10±5,04	0,003
Presión media en TAP (mmHg)	36,91±12,98	30,02±12,01	32,05±12,65	0,002
Presión en AD (mmHg)	9,02±6,14	6,00±4,91	6,89±5,49	0,004
Presión sistólica en TAP (mmHg)	54,01±26,24	40,10±21,87	44,19±24,02	0,001
Área de AI en 4 cámaras (cm ²)	30,02±10,85	29,25±12,47	29,48±11,99	0,71
RVP ≥ 3 (U/Wood)	17 (37,0)	11 (10,0)	28 (17,9)	<0,0001

Los valores expresan media ± desviación estándar y n (%).

AD, aurícula derecha; AI, aurícula izquierda; FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; RVP, resistencia vascular pulmonar; TAP, tronco de la arteria pulmonar; TAPSE, excursión sistólica del anillo tricuspídeo

Fuente: Informes ecocardiográficos.

los pacientes con BGC ($p<0,0001$) (**Tabla 3**).

El estudio de las variables ecocardiográficas (**Tabla 4**) expresó que los pacientes que presentaron BGC tenían menor TAPSE, así como mayor presión media en la arteria pulmonar y la aurícula derecha, y mayor presión sistólica en la arteria pulmonar, todas con diferencias significativas ($p<0,05$). La resistencia vascular pulmonar fue mayor de 3 U/Wood

en el 37% de los pacientes del grupo con BGC, con relación al 10% del grupo sin BGC, por lo que también fue significativa esta diferencia ($p<0,0001$).

La supervivencia general perioperatoria fue menor en el grupo con BGC ($p<0,0001$), la mayor reducción entre ambos grupos ocurrió en los primeros 10 días del postoperatorio (**Figura**).

El análisis multivariable (**Tabla 5**) encontró que los principales predictores de BGC fueron la resistencia vascular pulmonar mayor de 3 U/Wood (OR 7,52; $p<0,001$), el tiempo prolongado de circulación extracorpórea (OR 4,89; $p=0,001$) y la disfunción renal preoperatoria (OR 5,13; $p=0,005$), una vez ajustados los resultados por edad mayor de 65 años, sexo y FEVI $\leq 40\%$.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados evidenciaron que el BGC constituye una complicación muy seria a la cual se enfrentan los pacientes en cirugía cardíaca en general y en cirugía valvular, como es el caso de nuestro estudio. Su incidencia en nuestra serie está acorde a lo que se informa en la literatura^{1,2,6}.

El incremento de la edad, el sexo femenino, una superficie corporal extrema, una mala clase funcional y la FEVI disminuida, son algunas de las variables establecidas en la predicción del riesgo en cirugía cardíaca^{2,3,7,8}.

En el caso de la mujer, se ha visto que solicita los servicios de salud muchas veces en estados avan-

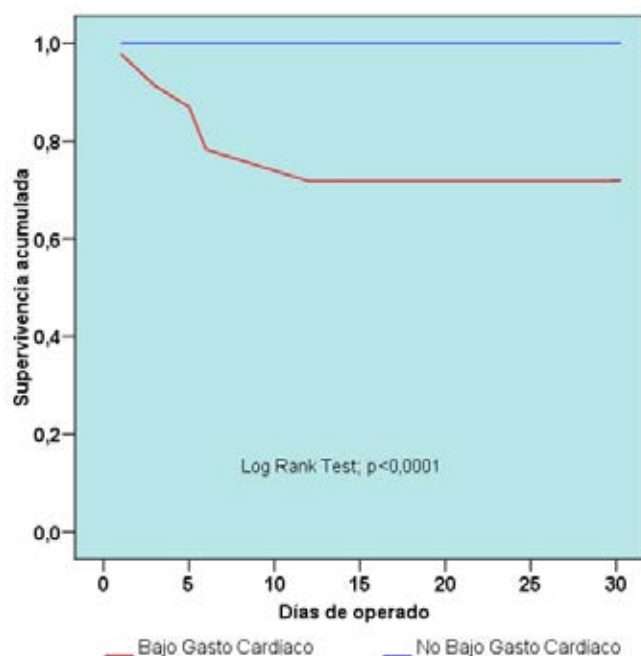


Figura. Curva Kaplan-Meier de supervivencia general perioperatoria según bajo gasto cardíaco.

Tabla 5. Variables predictoras independientes de bajo gasto cardíaco. Análisis multivariable.

Variables	B ± ET*	Wald	OR	IC 95%	Valor de p
FGe < 60 (ml/min/1,73m ²)	1,635±0,57	7,97	5,13	1,64-15,96	0,005
Tiempo prolongado de CEC	1,589±0,45	11,99	4,89	1,99-12,03	0,001
RVP ≥ 3 (U/Wood)	2,018±0,52	14,95	7,52	2,70-20,93	<0,001
Variables de ajuste					
Edad ≥ 65 años	0,059±0,59	1,42	0,55	0,20-1,46	0,23
FEVI ≤ 40%	0,214±0,75	0,08	0,8	0,18-3,56	0,80
Sexo femenino	0,011±0,42	0,01	0,98	0,42-2,28	0,98

* Coeficiente de regresión ± Error estándar.

CEC, circulación extracorpórea mayor de 120 minutos; FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; FGe, filtrado glomerular estimado; IC, intervalo de confianza; OR, *odds ratio*; RVP, resistencia vascular pulmonar.

Bondad de ajuste: $\chi^2=22,21$, $p=0,567$.

zados de la enfermedad, lo que aumenta el riesgo quirúrgico^{2,8}. También se describe que el área de superficie corporal extrema, tanto obesidad como desnutrición, predisponen a una peor evolución postoperatoria^{3,4}.

La presencia de comorbilidades como diabetes mellitus, hipertensión arterial y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, también se asocian a complicaciones⁹. Los pacientes con doble sustitución valvular presentan mayor riesgo, entre otros aspectos por ser sometidos a tiempos prolongados de circulación extracorpórea². En nuestra serie estas variables, con excepción de la edad, la clase funcional y la fibrilación auricular crónica, se distribuyeron de manera homogénea, por lo cual no influyeron en la incidencia del BGC.

La edad avanzada es uno de los predictores de complicaciones perioperatorias, dentro de ellas el BGC, por lo cual se justifica que sea significativamente mayor en este grupo^{1,2,10}. Una clase funcional III o IV de la *NYHA* indica mayor gravedad de la enfermedad y, por ende, más riesgo operatorio, por lo que es un predictor conocido de BGC, tal como se observó en nuestra serie¹. La fibrilación auricular crónica *per se* no constituye un factor de riesgo descrito para bajo gasto¹, pero se encuentra con mayor frecuencia en estadios avanzados de las enfermedades valvulares³, por lo cual se justifica su mayor presencia en el grupo de BGC.

Es conocido que el BGC prolonga notablemente la estadía de los pacientes en las unidades de terapia cardiovasculares⁴, igualmente ocurrió en nuestro estudio. Los tiempos prolongados de circulación

extracorpórea y quirúrgicos incrementan la probabilidad de BGC postoperatorio¹, múltiples mecanismos fisiopatológicos que provoca el uso de la máquina de circulación extracorpórea pueden favorecer este estado, entre los que podemos mencionar mecanismos inmunológicos que a través de la activación del complemento favorecen un estado de respuesta inflamatoria sistémica, cambios vasoactivos y trastornos en la hemostasia, entre otros¹¹. En nuestros pacientes, todos con enfermedades valvulares, fue imprescindible la misma; factor que fue fundamental en favorecer el BGC, con diferencias muy significativas ($p<0,0001$) entre los grupos comparados.

Existen estudios que vinculan la hiperuricemia con la insuficiencia cardíaca^{12,13}. Si entendemos al bajo gasto como una variedad específica de insuficiencia cardíaca¹, el resultado que encontramos en nuestra serie pudiera tener una relación causal, por lo cual pudiera investigarse más en un futuro.

La disfunción renal preoperatoria es un factor de riesgo establecido para cirugía cardíaca^{1,9,14}, incrementa el riesgo de insuficiencia renal aguda y la mortalidad; por tanto, es lógico encontrar en los enfermos con BGC una peor función renal antes del acto quirúrgico, lo que constituye un predictor para su desarrollo^{1,2,15}.

La hipertensión pulmonar se encuentra en varios modelos de predicción de riesgo quirúrgico como uno de los factores de más peso^{1,3,4}, la disfunción derecha previa se asocia a BGC^{1,16}, lo cual justifica haber encontrado las variables de hemodinámica pulmonar preoperatorias en rangos de gravedad en los pacientes que sufrieron BGC.

La mortalidad general de nuestros pacientes fue de 8,3%, en rango similar a lo que se informa en la literatura. Diversos estudios oscilan entre un 2 y un 7%^{4-7,14}, en el grupo de BGC la supervivencia fue significativamente menor ($p < 0,0001$) y, por tanto, la mortalidad mayor, para un 28,3%, que se asemeja a lo revisado^{1,3,14}, e incluso menor que lo informado en un estudio de más de mil casos donde la mortalidad del BGC fue de 40%¹⁵. Si tenemos en cuenta los cuantiosos recursos que necesita este tipo de cirugía¹⁷, nuestros resultados no son malos.

Luego de procesar todas las variables que tuvieron diferencias significativas entre ambos grupos, en un modelo de regresión multivariada, nos quedaron solamente con valor independiente la disfunción renal preoperatoria, el tiempo de circulación extracorpórea mayor de 120 minutos y una resistencia vascular pulmonar de más de 3 U/Wood. Un estudio realizado en pacientes con enfermedades valvulares encontró también a la disfunción renal preoperatoria como uno de los más fuertes predictores de bajo gasto y de mortalidad, así como tiempos de máquina (circulación extracorpórea) superiores a los 120 minutos en los pacientes que presentaron BGC¹⁵; además, diversos trabajos colocan a estos dos factores como fundamentales en el pronóstico de la cirugía cardíaca^{1,3,10,14}.

Finalmente llama la atención que la resistencia vascular pulmonar mayor de 3 U/Wood actúe como un predictor de bajo gasto, y que otras variables que evalúan la hemodinámica pulmonar como las presiones pulmonares media y sistólica, no se encuentren incluidos siendo factores reconocidos^{1,2,16}, lo cual, en nuestra opinión, obedece a que esta variable distingue un mayor remodelado en la vasculatura pulmonar –que ocurre en la hipertensión pulmonar–^{16,18} y pudiera estratificar mejor a los pacientes que ya tienen hipertensión pulmonar, pero estarían en un subgrupo de mayor riesgo de sufrir bajo gasto y, por ende, mayor mortalidad; no obstante, al ser este un estudio pequeño, debería investigarse más al respecto.

CONCLUSIONES

El síndrome de bajo gasto cardíaco en el postoperatorio de cirugía cardiovascular es una temible complicación que reduce notablemente la supervivencia perioperatoria de los pacientes estudiados, con relación a los que no sufren esta complicación. Las variables que se asociaron de manera independiente a

su desarrollo, en los pacientes estudiados, fueron la disfunción renal preoperatoria, el tiempo prolongado de circulación extracorpórea y una resistencia vascular pulmonar mayor de 3 U/Wood.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez Vela JL, Martín Benítez JC, Carrasco González M, de la Cal López MA, Hinojosa Pérez R, Sagredo Meneses V, *et al.* Guías de práctica clínica para el manejo del síndrome de bajo gasto cardíaco en el postoperatorio de cirugía cardíaca. Med Intensiva [Internet]. 2012 [citado 31 May 2018];36(4):e1-44. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es/guias-practica-clinica-el-manejo/articulo/S0210569112000757/>
2. Hortal J, Bonome C, Suárez L, Álvarez J, Galán J, Barrio JM, *et al.* Recomendaciones en el manejo del síndrome de bajo gasto en cirugía cardíaca del adulto [Internet]. España: SEDAR; 2015 [citado 31 May 2018]. Disponible en: <https://docplayer.es/32739485-Recomendaciones-en-el-manejo-del-sindrome-de-bajo-gasto-en-cirugia-cardiaca-del-adulto.html>
3. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, *et al.* 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation. 2014;129(23):e521-643.
4. Laparra H. Síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía [Internet]. PREZI; 2014 [citado 2 Jun 2018]. Disponible en: <https://prezi.com/kn84hshpsn7t/sindrome-de-bajo-gasto-cardiaco-poscardiotomia/>
5. Rincón Salas JJ, Novoa Lago E, Sánchez E, Hortal Iglesias J. Manejo de las complicaciones postoperatorias de la cirugía cardíaca en cuidados intensivos. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int. 2013;27(3):172-8.
6. Benzádon M. Síndrome de bajo gasto en cirugía cardíaca. En: Benzádon M, ed. Algoritmos en el posoperatorio de cirugía cardiovascular. 1ra Ed. Buenos Aires: Inter-Médica; 2012. p. 11-26.
7. Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, eds. Braunwald. Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular. 10^{ma} Ed. Barcelona: Elsevier Saunders; 2015.
8. Silva J, Carnero M, Reguillo F, Cobiella J, Villagrán E, Montes L, *et al.* Validación del Euro-

- SCORE II: ¿funciona en nuestro medio? *Cir Cardiov.* 2013;20(2):59-64.
9. Vásquez Jiménez LF, Castro Pérez JA, Sará Ochoa JE. Factores de riesgo asociados a mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Estudio de cohorte prospectiva. *Acta Colomb Cuid Intensivo.* 2016;16(4):270-6.
 10. Etayo EH, González FI, Florián MC, Chacón A. Cirugía cardíaca en ancianos. Epidemiología, calidad de vida y funcionalidad postoperatoria. *Acta Med Colomb.* 2014;39(2):118-23.
 11. Bojar RM. Cardiopulmonary bypass. En: Bojar RM, ed. *Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery.* 5^{ta} ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011. p. 227-62.
 12. Radovanovic S, Savic-Radojevic A, Pekmezovic T, Markovic O, Memon L, Jelic S, *et al.* El ácido úrico y la gammaglutamil transferasa se asocian a los índices de remodelado ventricular izquierdo en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. *Rev Esp Cardiol.* 2014;67(8):632-42.
 13. Franco J, Formiga F, Chivite D, Cerda P, Corbella X. Papel pronóstico de la hiperuricemia en insuficiencia cardíaca aguda. *Rev Esp Cardiol.* 2016; 69(7):699-700.
 14. Albornoz H, Morales M, Saona G, Perna A. Mortalidad a 30 días y factores de riesgo preoperatorios en la cirugía de reemplazo valvular aórtico en Uruguay. *Rev Urug Cardiol.* 2009;24(3):171-9.
 15. Maganti MD, Rao V, Borger MA, Ivanov J, David TE. Predictors of low cardiac output syndrome after isolated aortic valve surgery. *Circulation.* 2005;112(9 Supl I):448-52.
 16. Santos-Martínez LE, Bautista-Bautista É, Rivero-Sigarroa E, Namendys-Silva SA, Carrillo-Rojas JA. Hipertensión pulmonar posoperatoria y síndrome de bajo gasto cardíaco derecho. *Arch Cardiol Mex.* 2011;81(Supl. 2):41-6.
 17. Proto V. Uso de predictores de riesgo en cirugía cardíaca. *Rev Fed Arg Cardiol.* 2015;44(2):66-7.
 18. Bevacqua RJ, Bortman G, Perrone SV. Antagonistas de los receptores de la endotelina para la hipertensión arterial pulmonar. *Insuf Card.* 2013; 8(2):77-94.

Predictors of low perioperative cardiac output in patients with heart valve surgery

José E. Fernández Mesa¹✉, MD; Kenia M. Padrón García², MD; Ángel M. Paredes Cordero³, MD; Elizabeth Díaz Vázquez⁴, MD; Omar González Greck³, MD; and Aníbal González Trujillo³, MD

¹ Department of Cardiology. Hospital Provincial Faustino Pérez Hernández. Matanzas, Cuba.

² Department of Nuclear Medicine. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Havana, Cuba.

³ Department of Cardiovascular Surgery. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Havana, Cuba.

⁴ Polyvalent Intermediate Therapy Unit. Hospital Provincial Faustino Pérez Hernández. Matanzas, Cuba.

Este artículo también está disponible en español

ARTICLE INFORMATION

Recibido: June 11, 2018

Accepted: August 18, 2018

Competing interests

The authors declare no competing interests

Acronyms

LCOS: low cardiac output syndrome

LVEF: left ventricular ejection fraction

NYHA: New York Heart Association

TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion

ABSTRACT

Introduction: The perioperative low cardiac output syndrome (LCOS) is a frequent complication in the postoperative period of cardiac surgery which decreases short-term survival.

Objectives: To determine the variables that independently predict the incidence of LCOS in the perioperative period of heart valve surgery at the Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, during the 2012-2014 triennium.

Method: A cohort study was conducted where two groups were formed: one with LCOS (46 patients) and the other without it (110 patients). A Kaplan-Meier curve was performed to determine survival 30 days after surgery. The groups were compared with the log-rank test. A multivariate analysis was carried out to determine the variables that independently influenced the appearance of LCOS. The level of statistical significance used was $p < 0.05$.

Results: The sample was homogeneous according to clinical and demographic characteristics. The incidence and mortality of the LCOS were 29.5% and 28.3%, respectively. Preoperative renal dysfunction ($OR = 5.13$, $p = 0.005$), prolonged extracorporeal circulation time ($OR = 4.89$, $p = 0.001$) and elevated pulmonary vascular resistance ($OR = 7.52$, $p < 0.001$) were the variables independently associated with the appearance of low cardiac output.

Conclusions: The LCOS significantly reduces perioperative survival. Preoperative renal dysfunction, prolonged extracorporeal circulation and elevated pulmonary vascular resistance were variables of worse prognosis in these patients, associated with a higher probability of suffering this complication.

Keywords: Low cardiac output, Heart valve surgery, Perioperative survival, Survival analysis

Predictores de bajo gasto cardíaco perioperatorio en pacientes operados de cirugía cardíaca valvular

RESUMEN

Introducción: El síndrome de bajo gasto cardíaco (BGC) perioperatorio es una complicación frecuente en el postoperatorio de cirugía cardíaca la cual disminuye la supervivencia a corto plazo.

Objetivo: Determinar las variables que pronostican de manera independiente la

✉ JE Fernández Mesa
Calle 61, N° 23201, e/ 232 y 236.
La Habana, Cuba. Correo electrónico: jose.mtz@infomed.sld.cu

incidencia del BGC en el perioperatorio de cirugía cardíaca valvular en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, durante el trienio 2012-2014.

Método: Se realizó un estudio de cohorte donde se conformaron dos grupos: uno con BGC (46 pacientes) y otro sin él (110 pacientes). Se realizó una curva de Kaplan-Meier para determinar la supervivencia a los 30 días de la cirugía, se compararon los grupos con la prueba de rangos logarítmicos (log-rank). Se efectuó un análisis multivariable para determinar las variables que influyeron de manera independiente en la aparición del BGC. El nivel de significación estadístico empleado fue de $p < 0,05$.

Resultados: La muestra fue homogénea según características clínicas y demográficas. La incidencia y la mortalidad del BGC fueron del 29,5% y 28,3%, respectivamente. La disfunción renal preoperatoria ($OR=5,13$; $p=0,005$), el tiempo prolongado de circulación extracorpórea ($OR=4,89$; $p=0,001$) y la resistencia vascular pulmonar elevada ($OR=7,52$; $p < 0,001$) fueron las variables que se asociaron de manera independiente a la aparición de bajo gasto.

Conclusiones: El BGC reduce significativamente la supervivencia perioperatoria. La disfunción renal preoperatoria, el tiempo prolongado de circulación extracorpórea y la resistencia vascular pulmonar elevada constituyeron variables de peor pronóstico en estos pacientes, asociadas a una mayor probabilidad de sufrir esta complicación.

Palabras clave: Bajo gasto cardíaco, Cirugía valvular cardíaca, Supervivencia perioperatoria, Análisis de supervivencia

INTRODUCTION

Low cardiac output syndrome (LCOS) continues to be a potential complication among patients in the postoperative period of cardiac surgery which prolongs hospital stay, increases healthcare costs and subsequently, increases perioperative morbidity and mortality^{1,2}. Although cardiac surgery is indicated chiefly for coronary heart disease, valvular disease is frequent in our country and often diagnosed in advanced stages. This poses a challenge for surgical intervention as the risks of postoperative complications are higher; within which LCOS has a high incidence¹⁻³.

Several parameters, both bloody and bloodless, have been established to diagnose LCOS, but from the clinical point of view it can be identified by oliguria (diuretic rhythm less than 0.5 ml/kg/h) and the need to use intravenous inotropics, counterpulse balloon or both to achieve adequate hemodynamics¹.

Several prospective and observational studies have described different factors that can predict LCOS. Among them are: previous systolic dysfunction of the left ventricle, poor functional class and prolonged extracorporeal circulation times (cardiopulmonary bypass), to name but a few^{2,4,5}. This complication has been poorly assessed in our field and the studies are based more on coronary surgery

than on heart valve surgery.

Therefore, we found interesting and useful to carry out a study in patients who underwent heart valve surgery, in order to determine the variables that can independently predict the appearance of such a complex cardiac postoperative syndrome; as well as the perioperative survival of those who may develop it.

METHOD

A cohort study was carried out to assess all patients diagnosed with mitral or aortic valve disease, or both, who underwent heart valve repair or replacement surgery at the Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de La Habana, Cuba, from January 1st, 2012 to December 31, 2014.

Data from variables of interest were collected from admission to 30 days, after reviewing medical records. The study was conducted in accordance with the guidelines proposed in the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the aforementioned institution. We excluded all patients with coronary disease in the preoperative studies.

Definition of the variables

Low perioperative cardiac output (dependent varia-

ble): was considered when, due to hemodynamic conditions, inotropic support was necessary for more than 12 hours or the use of intraaortic balloon counterpulsation, or both, associated with a diuretic rhythm less than 0.5 ml/kg/h.

Independent variables

General: age, sex, body surface (DuBois), personal pathological history, smoking habit, rheumatic/non rheumatic-valve disease etiology, functional class III-IV of the New York Heart Association (NYHA).

Perioperative: type of surgery, surgical and extracorporeal circulation time, hospital stay and condition at discharge, living or deceased.

Laboratory: Complete blood count, hematocrit, glycemia, creatinine, uric acid and glomerular filtration calculated by CKD-EPI.

Echocardiogram: left ventricular ejection fraction (LVEF), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), mean pulmonary artery pressure using Mahan's regression equation: $(79 - [0.45 \times \text{time of pulmonary acceleration}])$, pulmonary artery systolic pressure calculated by the gradient of tricuspid regurgitation plus pressure in the right atrium, estimation of mean right atrial pressure from diameter and inspiratory collapse of the inferior vena cava, left atrium area in 4-chamber view, Pulmonary vascular resistance calculated by equation: maximum veloci-

ty of tricuspid regurgitation (m/s)/right ventricular outflow tract velocity time integral $\times 10 + 0.16$.

Statistical analysis

The SPSS program for Windows, version 15.0, was used for data analysis. The patients were divided into two groups: LCOS patients (46 patients) and non-LCOS patients (110 patients). Qualitative variables were expressed in absolute and relative frequencies and Chi-square test was applied for homogeneity, as well as the Fisher test for expected frequencies below five. Kolmogorov-Smirnov normality test was applied to the quantitative variables, t-Student test was used in those with normal distribution, as well as Mann-Whitney U test in those who did not; these variables were expressed as mean $\pm$ standard deviation.

Perioperative survival was determined using the Kaplan-Meier curve and logarithmic rank test for comparing survival between the groups. A multivariate logistic regression was performed, where the presence of LCOS was used as a dependent variable and the variables showing differences between the groups ($p < 0.05$) were included in the model (gradually analyzed). Quantitative variables were grouped by ranges for processing. We evaluated the model by means of the goodness-of-fit test. The level of significance used in all cases was $p < 0.05$.

Table 1. General characterization of patients according to low cardiac output.

Variables	Low cardiac output		Total (N=156)	p value
	Yes (n=46)	No (n=110)		
Age (years)	58.59 $\pm$ 10.24	53.46 $\pm$ 12.14	54.97 $\pm$ 11.85	0.013
Female sex	23 (50.0)	50 (45.5)	73 (46.8)	0.61
Body surface area (m ²)	1.75 $\pm$ 0.21	1.76 $\pm$ 0.20	1.75 $\pm$ 0.20	0.76
Rheumatic etiology	13 (28.3)	33 (30.3)	46 (29.5)	0.82
FC III-IV (NYHA)	41 (89.1)	81 (73.6)	122 (78.2)	0.03
High blood pressure	24 (52.2)	47 (42.7)	71 (45.5)	0.28
Diabetes mellitus	4 (8.7)	15 (13.6)	19 (12.2)	0.39
COPD	1 (2.2)	10 (9.1)	11 (7.1)	0.12
Permanent AF	13 (28.3)	15 (13.6)	28 (17.9)	0.03
Smoking habit	14 (30.4)	28 (25.5)	42 (26.9)	0.52

Values express mean $\pm$ standard deviation and n (%).

AF, atrial fibrillation; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; FC, functional class;

NYHA, New York Heart Association

Source: Medical records.

RESULTS

Our study population consisted of 156 patients who underwent left heart valve surgery; 46 patients (29.5%) developed postoperative LCOS. The sample was homogeneous according to the general characteristics; there was only a significant difference in terms of age, which was higher in the LCOS group, as well as poor preoperative functional class and chronic atrial fibrillation which were also more frequent in this group (**Table 1**).

Regarding perioperative variables, extracorporeal and surgical circulation times were significantly longer in the LCOS group, as well as longer stay ($p<0.0001$). Thirteen patients died in this period, all from the LCOS group, which represents a mortality of 28.3%. Overall mortality was 8.3% (**Table 2**).

Among the laboratory variables studied, only

those related to preoperative renal function were significantly different, being worse in the group with LCOS, expressed by creatinine ($p<0.0001$) and glomerular filtration ($p<0.0001$); as well as uric acid, also higher in patients with LCOS ($p<0.0001$) (**Table 3**).

Echocardiographic variables showed that LCOS patients had lower TAPSE (**Table 4**), as well as higher mean pulmonary artery and right atrial pressure, and higher pulmonary artery systolic pressure, all with significant differences ($p<0.05$). Pulmonary vascular resistance was greater than 3 U/Wood in 37% of patients in the LCOS group, compared to the 10% in the non-LCOS group, so the difference was also significant ($p<0.0001$).

General perioperative survival was lower in the LCOS group ($p<0.0001$), greater reduction between both groups occurred in the first 10 days of the

Table 2. Caracterización perioperatoria de los pacientes estudiados según bajo gasto cardíaco.

Variables	Low cardiac output		Total (N=156)	p value
	Yes (n=46)	No (n=110)		
Isolated mitral surgery	18 (39.1)	50 (45.5)	68 (43.6)	0.46
Isolated aortic surgery	20 (43.5)	51 (46.4)	71 (45.5)	0.74
Double valve replacement	8 (17.4)	9 (8.2)	17 (10.9)	0.09
Surgical time (min)	404.11±160.53	288.14±61.04	322.33±113.65	<0.0001
CPB time (min)	199.78±18.70	122.68±36.50	145.42±70.77	<0.0001
Stay (days)	19.43±15.33	11.62±6.51	13.92±10.53	<0.0001
Deceased	13 (28.3)	0 (0)	13 (8.3)	<0.0001

Values express mean ± standard deviation and n (%). CPB, cardiopulmonary bypass.
Source: Medical records.

Table 3. Laboratory variables of the patients according to low cardiac output.

Preoperative laboratory variables	Low cardiac output		Total (N=156)	p value
	Yes (n=46)	No (n=110)		
Hemoglobin (g/l)	13.33±1.67	13.22±1.43	13.26±1.51	0.66
Hematocrit	0.40±0.05	0.40±0.04	0.40±0.42	0.92
Glycemia (mmol/l)	5.06±0.76	5.38±1.27	5.29±1.15	0.05
Creatinine (μmol/l)	88.17±23.24	72.96±17.34	77.44±20.41	<0.0001
Uric acid (mmol/l)	405.89±141.56	320.72±118.57	345.84±128.09	<0.0001
eGFe (ml/min/1.73m ²)	78.03±30.07	97.68±30.01	91.88±31.25	<0.0001

Values express mean ± standard deviation and n (%). eGF, estimated glomerular filtration.
Source: Medical records.

Table 4. Echocardiographic variables of patients according to low cardiac output.

Preoperative echocardiographic variables	Low cardiac output		Total (n= 156)	p value
	Yes (n=46)	No (n=110)		
LVEF (%)	58.33±16.25	62.97±11.70	61.60±13.32	0.08
TAPSE (mm)	19.24±4.89	21.87±4.92	21.10±5.04	0.003
PA mean pressure (mmHg)	36.91±12.98	30.02±12.01	32.05±12.65	0.002
RA pressure (mmHg)	9.02±6.14	6.00±4.91	6.89±5.49	0.004
PA systolic pressure (mmHg)	54.01±26.24	40.10±21.87	44.19±24.02	0.001
LA area in 4-chamber view (cm ²)	30.02±10.85	29.25±12.47	29.48±11.99	0.71
PVR ≥ 3 (U/Wood)	17 (37.0)	11 (10.0)	28 (17.9)	<0.0001

Values express mean ± standard deviation and n (%).

LA, left atrium; LVEF, left ventricular ejection fraction; PA, pulmonary artery; PVR, pulmonary vascular resistance; RA, right atrium; TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion

Source: Echocardiographic report.

postoperative period (**Figure**).

The multivariate analysis (**Table 5**) found that the main predictors for LCOS were pulmonary vascular resistance more than 3 U/Wood (OR 7.52, $p<0.001$), prolonged extracorporeal circulation time (OR 4.89, $p=0.001$) and preoperative renal dysfunction (OR 5.13, $p=0.005$), after results were adjusted

for age over 65 years, sex and LVEF≤40%.

DISCUSSION

Our results showed that LCOS is a really serious complication that affects patients in both overall cardiac surgery and valve surgery, as is the case in our study. Its incidence in our series is consistent with what is reported in the literature^{1,2,6}. The increase in age, female sex, an extreme body surface area, a poor functional class and decreased LVEF are some of the variables established in the prediction of risk in cardiac surgery^{2,3,7,8}.

It has been demonstrated that women are more likely to request health services in advanced stages of the disease, which increases surgical risks^{2,8}. Extreme body surface area, both obesity and malnutrition, have been observed to predispose to a worse postoperative outcome^{3,4}.

Comorbidities such as diabetes mellitus, high blood pressure and chronic obstructive pulmonary disease are also associated with complications⁹. Patients with double valvular replacement present a greater risk due to prolonged extracorporeal circulation times, among other factors². In our series, except for age, functional class and chronic atrial fibrillation, these variables were homogeneously distributed so they did not influence the incidence of LCOS.

Advanced age is one of the predictors of perioperative complications, including LCOS, which justi-

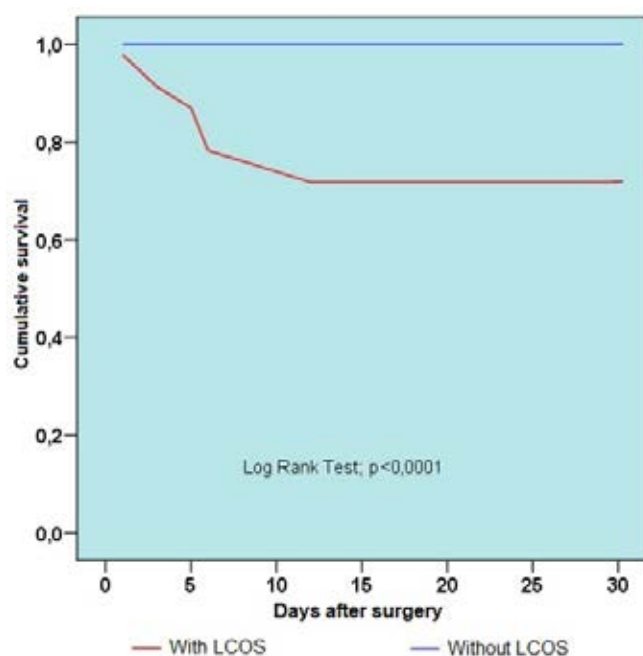


Figure. Kaplan-Meier curve of perioperative general survival according to low cardiac output (LCOS).

Table 5. Independent predictor variables of low cardiac output. Multivariable analysis.

Variables	B ± ET*	Wald	OR	CI 95%	p value
eGF < 60 (ml/min/1.73m ²)	1.635±0.57	7.97	5.13	1.64-15.96	0.005
Prolonged CPB	1.589±0.45	11.99	4.89	1.99-12.03	0.001
PVR ≥ 3 (U/Wood)	2.018±0.52	14.95	7.52	2.70-20.93	<0.001
Adjustment variables					
Age ≥ 65 years	0.059±0.59	1.42	0.55	0.20-1.46	0.23
LVEF ≤ 40%	0.214±0.75	0.08	0.8	0.18-3.56	0.80
Female sex	0.011±0.42	0.01	0.98	0.42-2.28	0.98

* Regression coefficient ± Standard error.

CI, confidence interval; CPB, cardiopulmonary bypass greater than 120 minutes; eGF, estimated glomerular filtration; LVEF, left ventricular ejection fraction; OR, *odds ratio*; PVR, pulmonary vascular resistance.

Goodness of fit: $\chi^2=22,21$, $p=0,567$.

fies it being significantly higher in this group^{1,2,10}. A (NYHA) functional class III or IV indicates greater severity of the disease and, therefore, more operative risk, which makes it a known predictor of LCOS, as observed in our series¹. Chronic atrial fibrillation per se is not a risk factor described for low cardiac outcome¹, but it is more frequently found in advanced stages of valvular diseases³, which is why its greater presence is justified in the LCOS group.

It is known that LCOS significantly prolongs patient stay in cardiovascular therapy units,⁴ as occurred in our study. Prolonged periods of extracorporeal and surgical circulation increase the probability of postoperative LCOS¹, multiple pathophysiological mechanisms which require an extracorporeal circulation machine may favor this state; among them we could mention immunological mechanisms that, through the activation of the complement, favor a state of systemic inflammatory response, vasoactive changes and hemostasis disturbances, among others¹¹. Such activation was essential in our patients, all with valvular diseases, which visibly favored the LCOS with highly significant differences ($p<0.0001$) between the groups compared.

Some studies link hyperuricaemia with heart failure^{12,13}. If we understand low cardiac output as a specific variety of heart failure¹, then our results may have a causal relationship, and should be subject to thorough further studies.

Preoperative renal dysfunction is an established risk factor for cardiac surgery^{1,9,14}, as it increases the risk of acute renal failure and mortality. Therefore, it is logical to find a worse renal function in the pa-

tients with LCOS before surgery, which is a predictor for its development^{1,2,15}.

Pulmonary hypertension is found in several predictive models of surgical risk as one of the most important factors^{1,3,4}, prior right ventricular dysfunction is associated with LCOS^{1,16}, which justifies the finding of severe levels of preoperative pulmonary hemodynamic variables in LCOS patients.

Pulmonary hypertension is one of the most important factors in many models of surgical risk prediction^{1,3,4}, prior right ventricular dysfunction is associated with LCOS^{1,16}, consistent with our finding of severe levels of preoperative pulmonary hemodynamic variables in patients with LCOS.

Overall mortality in our patients was 8.3%, similar to levels reported in literature. Different studies range from 2 to 7%^{4,7,14}. Survival was significantly lower ($p<0.0001$) in the LCOS group, for a higher mortality 28.3%, which is similar to our review^{1,3,14}, and even lower than that reported in a study of more than a thousand cases where mortality due to LCOS was 40%¹⁵. We obtained positive results, taking into account the substantial resources this type of surgery requires¹⁷.

After processing all significantly different variables between both groups in a multivariate regression model, only preoperative renal dysfunction, extracorporeal circulation time greater than 120 minutes and pulmonary vascular resistance higher than 3 U/Wood remained independent. A study performed in patients with valvular diseases also found preoperative renal dysfunction as one of the strongest predictors of low cardiac output and mortality, as

well as machine times (extracorporeal circulation) greater than 120 minutes in patients with LCOS¹⁵. In addition, several studies consider that these two factors are fundamental in the prognosis of cardiac surgery^{1,3,10,14}.

Finally, it is striking that pulmonary vascular resistance greater than 3 U/Wood acts as a predictor of low cardiac output, but other variables that evaluate pulmonary hemodynamics such as mean and systolic pulmonary pressures are not included, although they are recognized factors^{1,2, 16}. This, in our opinion, occurs because this variable distinguishes a greater remodeling in the pulmonary vasculature, which occurs in pulmonary hypertension,^{16,18} and could better stratify patients with previous pulmonary hypertension, although they would be in a subgroup with a higher risk of suffer low expenditure and, therefore, higher mortality. However, as this is a small study, further investigations should be conducted.

CONCLUSIONS

Low cardiac output in the postoperative period of cardiovascular surgery is a fearsome complication that significantly reduces the perioperative survival of the patients studied when compared with those without this complication. The variables independently associated to LCOS were: preoperative renal dysfunction, prolonged extracorporeal circulation time and pulmonary vascular resistance greater than 3 U/Wood.

REFERENCES

1. Pérez Vela JL, Martín Benítez JC, Carrasco González M, de la Cal López MA, Hinojosa Pérez R, Sagredo Meneses V, *et al*. Guías de práctica clínica para el manejo del síndrome de bajo gasto cardíaco en el postoperatorio de cirugía cardíaca. Med Intensiva [Internet]. 2012 [citado 31 May 2018];36(4):e1-44. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es/guias-practica-clinica-el-manejo/articulo/S0210569112000757/>
2. Hortal J, Bonome C, Suárez L, Álvarez J, Galán J, Barrio JM, *et al*. Recomendaciones en el manejo del síndrome de bajo gasto en cirugía cardíaca del adulto [Internet]. España: SEDAR; 2015 [citado 31 May 2018]. Disponible en: <https://docplayer.es/32739485-Recomendaciones-en-el-manejo-del-sindrome-de-bajo-gasto-en-cirugia-cardiaca-del-adulto.html>
3. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, *et al*. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation. 2014;129(23):e521-643.
4. Laparra H. Síndrome de bajo gasto cardíaco poscardiotomía [Internet]. PREZI; 2014 [citado 2 Jun 2018]. Disponible en: <https://prezi.com/kn84hshpsn7t/sindrome-de-bajo-gasto-cardiaco-poscardiotomia/>
5. Rincón Salas JJ, Novoa Lago E, Sánchez E, Hortal Iglesias J. Manejo de las complicaciones postoperatorias de la cirugía cardíaca en cuidados intensivos. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int. 2013;27(3):172-8.
6. Benzádon M. Síndrome de bajo gasto en cirugía cardíaca. En: Benzádon M, ed. Algoritmos en el posoperatorio de cirugía cardiovascular. 1ra Ed. Buenos Aires: Inter-Médica; 2012. p. 11-26.
7. Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, eds. Braunwald. Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular. 10^{ma} Ed. Barcelona: Elsevier Saunders; 2015.
8. Silva J, Carnero M, Reguillo F, Cobiella J, Villagrán E, Montes L, *et al*. Validación del EuroSCORE II: ¿funciona en nuestro medio? Cir Cardiov. 2013;20(2):59-64.
9. Vázquez Jiménez LF, Castro Pérez JA, Sará Ochoa JE. Factores de riesgo asociados a mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Estudio de cohorte prospectiva. Acta Colomb Cuid Intensivo. 2016;16(4):270-6.
10. Etayo EH, González FI, Florián MC, Chacón A. Cirugía cardíaca en ancianos. Epidemiología, calidad de vida y funcionalidad postoperatoria. Acta Med Colomb. 2014;39(2):118-23.
11. Bojar RM. Cardiopulmonary bypass. En: Bojar RM, ed. Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery. 5^{ta} ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011. p. 227-62.
12. Radovanovic S, Savic-Radojevic A, Pekmezovic T, Markovic O, Memon L, Jelic S, *et al*. El ácido úrico y la gammaglutamil transferasa se asocian a los índices de remodelado ventricular izquierdo en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. Rev Esp Cardiol. 2014;67(8):632-42.
13. Franco J, Formiga F, Chivite D, Cerda P, Corbella X. Papel pronóstico de la hiperuricemia en insu-

- ficiencia cardiaca aguda. Rev Esp Cardiol. 2016; 69(7):699-700.
14. Albornoz H, Morales M, Saona G, Perna A. Mortalidad a 30 días y factores de riesgo preoperatorios en la cirugía de reemplazo valvular aórtico en Uruguay. Rev Urug Cardiol. 2009;24(3):171-9.
15. Maganti MD, Rao V, Borger MA, Ivanov J, David TE. Predictors of low cardiac output syndrome after isolated aortic valve surgery. Circulation. 2005;112(9 Supl I):448-52.
16. Santos-Martínez LE, Bautista-Bautista É, Rivero-Sigarroa E, Namendys-Silva SA, Carrillo-Rojas JA. Hipertensión pulmonar posoperatoria y síndrome de bajo gasto cardiaco derecho. Arch Cardiol Mex. 2011;81(Supl. 2):41-6.
17. Proto V. Uso de predictores de riesgo en cirugía cardíaca. Rev Fed Arg Cardiol. 2015;44(2):66-7.
18. Bevacqua RJ, Bortman G, Perrone SV. Antagonistas de los receptores de la endotelina para la hipertensión arterial pulmonar. Insuf Card. 2013; 8(2):77-94.