

## ARTÍCULO ORIGINAL

# SUPERVIVENCIA A LARGO PLAZO DE PACIENTES CON COMPLICACIONES POSOPERATORIAS DE LA CIRUGÍA CARDIACA: EXPERIENCIA DE UN INSTITUTO PEDIÁTRICO ESPECIALIZADO DEL PERÚ, 2001-2019

Luis Eduardo Silva-Delgado <sup>1,a</sup>, Alfredo Jáuregui-Farfán <sup>2,a</sup>, Carlos Espiche-Salazar <sup>3,a</sup>, Piero Larco-Castilla <sup>4,a</sup>, Rocío Dávalos-Quevedo <sup>1,a</sup>, Katherine Silva-Delgado <sup>1,b</sup>, Eduardo Wilfredo Silva-Rivera <sup>5,a,c</sup>

## FILIACIÓN

<sup>1</sup> Facultad de Medicina, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Icahn School of Medicine en Mount Sinai, Nueva York, AL, Estados Unidos de América.

<sup>3</sup> Saint Barnabas Hospital, Nueva York, AL, Estados Unidos de América.

<sup>4</sup> Metropolitan Hospital, Nueva York, AL, Estados Unidos de América.

<sup>5</sup> Departamento de Cirugía de tórax y cardiovascular, Unidad postoperatoria cardiovascular, Instituto Nacional de Salud del Niño, Lima, Perú.

<sup>a</sup> Médico Cirujano.

<sup>b</sup> Bachiller en Medicina.

<sup>c</sup> Especialista en Pediatría, Subespecialista en medicina intensiva pediátrica.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el impacto de las complicaciones en la supervivencia a corto y largo plazo después de una cirugía cardíaca. **Materiales y métodos:** Cohorte retrospectiva de pacientes tras su primera cirugía cardíaca en el Instituto Nacional de Salud el Niño del 2001 al 2019. Un análisis multivariante y de regresión de Cox que identificó predictores de complicaciones y mortalidad temprana y tardía. **Resultados:** Se analizaron datos de 1709 niños y la tasa global de complicaciones mayores fue del 29,3 %; siendo el 20 % cardíacas y el 17,1 % extracardiacas. La mortalidad global fue del 11,9 %; se encontró una mortalidad operatoria (30 días o antes del alta hospitalaria) del 6,4 % y al año del 8,9 %. Un mayor número de complicaciones afectó la mortalidad operatoria ( $p < 0,0001$ ), a los 90 días ( $p < 0,0001$ ), a los 120 días ( $p < 0,0001$ ) y al año ( $p < 0,0001$ ). La reoperación (HR = 2,3; IC 95 %: 1,6 - 3,4), el bajo gasto cardíaco (HR = 8,5; IC 95 %: 6,0 - 12,0), el paro cardíaco (HR = 7,7; IC 95 %: 4,3 - 13,6), la sepsis (HR = 8,1; IC 95 %: 5,8 - 11,5) y la diálisis peritoneal (HR = 3,7; IC 95 %: 2,3 - 6,2) se asociaron a mayor mortalidad al año. **Conclusiones:** Existe una fuerte asociación entre el tipo y el número de complicaciones posoperatorias con una disminución de la supervivencia temprana y a largo plazo. Se justifica identificar y controlar los factores de riesgo en etapas tempranas.

**Palabras clave:** Cirugía Cardíaca, Bypass Cardiopulmonar, Complicación Posoperatoria, Pediatría (Fuente: DeCS BIREME).

## LONG-TERM SURVIVAL OF PATIENTS WITH POSTOPERATIVE COMPLICATIONS IN CARDIAC SURGERY: EXPERIENCE OF A SPECIALIZED PEDIATRIC INSTITUTE IN PERU, 2001-2019

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the impact of complications on short- and long-term survival after cardiac surgery. **Materials and methods:** Retrospective cohort of patients after their first cardiac surgery at the Instituto Nacional de Salud del Niño from 2001 to 2019. A multivariate and Cox regression analysis identified predictors of early and late complications and mortality. **Results:** 1709 children were included and the overall rate of major complications was 29.3%; being 20% cardiac and 17.1% extracardiac. Overall mortality was 11.9%, with operative mortality (30 days or before hospital discharge) being 6.4% and 8.9% at one year. A higher number of complications affected operative ( $p < 0.0001$ ), 90-day ( $p < 0.0001$ ), 120-day ( $p < 0.0001$ ) and 1-year ( $p < 0.0001$ ) mortality. Reoperation (HR = 2.3; 95 % CI: 1.6-3.4), low cardiac output (HR = 8.5; 95 % CI: 6.0-12.0), cardiac arrest (HR = 7.7; 95 % CI: 4.3-13.6), sepsis (HR = 8.1; 95 % CI: 5.8-11.5) and peritoneal dialysis (HR = 3.7; 95 % CI: 2.3-6.2) were associated with higher 1-year mortality. **Conclusions:** There is a strong association between the type and number of postoperative complications with decreased early and long-term survival. It is justified to identify and control risk factors in early stages.

**Keywords:** Thoracic Surgery, Cardiopulmonary Bypass, Postoperative Complication, Pediatrics (Source: MeSH NLM).

## Citar como:

Silva-Delgado LE, Jáuregui-Farfán A, Espiche-Salazar C, Larco-Castilla P, Dávalos-Quevedo R, Silva-Delgado K, et al. Supervivencia a largo plazo en pacientes con complicaciones posoperatorias de la cirugía cardíaca: experiencia de un instituto pediátrico especializado del Perú, 2001-2019. Rev Pediatr Espec. 2024;3(4):165-174. doi: 10.58597/rpe.v3i4.94.

## Correspondencia:

Eduardo Wilfredo Silva-Rivera  
Correo: edumily@yahoo.com  
Dirección: Av. Brasil N.º 600, Breña, Lima, Perú.

Recibido: 13/11/2024  
Aprobado: 05/12/2024  
Publicado: 19/12/2024



Esta es una publicación con licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

## INTRODUCCIÓN

El uso de la circulación extracorpórea (CEC) es una característica primordial de la cirugía cardíaca; sin embargo, las complicaciones son comunes.<sup>1,2</sup> Las complicaciones cardíacas y extracardiacas posoperatorias son comunes y se ha demostrado que aumentan el riesgo de mortalidad, prolongan la estancia hospitalaria e incrementan el costo. Además, estas complicaciones se han convertido en importantes indicadores de calidad de la atención médica en centros hospitalarios con unidades de cirugía cardíaca pediátrica.<sup>3-7</sup> El reconocimiento, la documentación y la estandarización precisos de estas complicaciones podrían ser relevantes para la supervivencia, el tratamiento, el costo, el resultado clínico y la mejora de la calidad.<sup>2, 7-14</sup>

Los modelos de riesgo son fundamentales a la hora de tomar decisiones para el tratamiento óptimo de pacientes complejos debido a la estandarización de las complicaciones posoperatorias, por lo que el uso adecuado de estas herramientas podría tener múltiples beneficios, como mejores resultados y menor mortalidad posoperatoria.<sup>7, 11, 15-18</sup>

La mayoría de los modelos de riesgo se basan en la mortalidad general y las complicaciones tempranas. Asimismo, pese a su importancia clínica, poca es la evidencia que ha evaluado los resultados a largo plazo. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto ajustado al riesgo de las complicaciones posoperatorias en pacientes pediátricos peruanos sometidos a cirugía cardíaca con CEC después de 30, 90 y 120 días y después de un año de seguimiento con el modelo de regresión de Cox ajustado. Además, se evaluaron las asociaciones de estas complicaciones con los resultados clínicos a través de un modelo de predicción del riesgo de complicaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Estudio de cohorte retrospectivo que incluyó a los pacientes sometidos a cirugía por cardiopatía congénita con CEC y recuperados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) del Instituto Nacional de Salud del Niño de Breña, en Lima, Perú, entre enero de 2001 y diciembre de 2019.

### Muestra

Los pacientes que se hallaban vivos al momento del alta tuvieron que censurarse al momento de su último tiempo de seguimiento. Se obtuvieron datos del Instituto Nacional de Estadística para verificar la fecha exacta de la muerte de cada paciente.

### VARIABLES desenlace

La mortalidad operatoria fue definida como la muerte dentro de los primeros 30 días después de la cirugía o antes del alta hospitalaria. Las complicaciones posoperatorias fueron definidas según las directrices de *The Multi-Societal Database Committee for Pediatric and Congenital Heart Disease*. Se consideraron complicaciones mayores cuando estas ocurrieron en la UCIP y fueron categorizadas según el sistema corporal afectado (cardíaco, neurológico, pulmonar, gastrointestinal, renal, infeccioso, endocrino o hematológico). En este estudio, se tuvieron en cuenta las complicaciones cardíacas (reoperación, bajo gasto cardíaco, paro cardíaco, marcapasos permanente) y extracardiacas (sepsis, diálisis peritoneal, diafragma paralizado, sangrado, déficit neurológico, neumonía).

### VARIABLES independientes

Las características demográficas y clínicas basales se incluyeron

como factores preoperatorios. Se analizaron los siguientes parámetros: edad, peso, puntuación Z de peso para la edad, origen, estado de prematuridad, estado de malformación congénita, estado de trastorno genético, estado de síndrome, duración de la estancia preoperatoria, estado de ventilación mecánica, estado de infección, estado de hipertensión pulmonar, tipo y gravedad de la enfermedad, presencia de cardiopatía congénita cianótica, fisiología de ventrículo único, cirugía cardíaca congénita previa, nivel de clasificación de insuficiencia cardíaca de Ross modificado y otras comorbilidades. También se evaluaron los factores intraoperatorios, incluidas las puntuaciones RACHS-1 y STS. Las variables tomadas están definidas por *The Society of Thoracic Surgeons* (STS) en formato *Congenital Heart Surgery Database* (CHSD).<sup>19</sup>

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó Stata v. 17 (Stata Corp. College Station, TX, EE. UU.) y SPSS v. 26 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). Los resultados se presentan como medias con desviaciones estándares o medianas con rangos intercuartílicos (RIC) y frecuencias con porcentajes, según corresponda. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución de los datos. Las variables numéricas se evaluaron con la prueba de suma de rangos de Wilcoxon. Las variables categóricas se evaluaron mediante la prueba de chi-cuadrado de independencia. Un valor  $p < 0,05$  se consideró indicativo de significación estadística.

Se realizó una regresión logística *backward stepwise*. Se optó por un modelo final basado en un equilibrio entre un área bajo la curva (AUC) alta y la utilidad clínica. El potencial discriminatorio del modelo final se evaluó utilizando el AUC de la curva característica operativa del receptor (ROC). El potencial de calibración se evaluó con las pruebas de Hosmer-Lemeshow y Nagelkerke. Se informaron las oportunidades relativas (*odds ratios*, OR) con un IC 95 %.

Finalmente, se realizó un análisis de supervivencia. Se presentaron curvas K-M. Se utilizó la prueba del orden logarítmico (*log-rank test*) para comparar la supervivencia entre los grupos. Se obtuvo el cociente de riesgos instantáneos (*hazard ratio*, HR) con un IC 95 %, según el modelo de riesgos proporcionales de Cox ajustado por variables significativas. Se evaluó el impacto ajustado por riesgo de las complicaciones posoperatorias en la tasa de supervivencia a los 30, 90 y 120 días, y al año.

### Aspectos éticos

El Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Salud el Niño aprobó el protocolo con código PI-77/20. Los datos se recogieron de la base de datos del Departamento de Cirugía Tórax y Cardiovascular mediante registros retrospectivos y fueron disociados para mantener la confidencialidad. No fue necesario el consentimiento informado, debido a la naturaleza del estudio y porque los investigadores no se pusieron en contacto con los pacientes en ningún momento.

## RESULTADOS

### Características generales

Se incluyeron 1709 pacientes. Más de la mitad eran varones de entre 1 y 5 años. La mayoría de los pacientes pesaban entre 10 kg y 30 kg, con una puntuación Z de  $-2,3$ . La mediana de edad fue de 36,9 meses (RIC: 14,7 - 93,4) y el peso medio fue de 12 kg (RIC: 7,3 - 20,0). La mediana de estancia preoperatoria fue de 8 días (RIC: 2-26). La mediana de estancia posoperatoria fue de 11 días (RIC: 7 - 22) días. La mediana de estancia hospitalaria fue de 24 días (RIC: 12 - 50).

La mediana de duración de ventilación mecánica posoperatoria fue de 14 h (RIC: 3 - 26). La mayoría de los pacientes presentaron malformaciones congénitas y más de la mitad, desnutrición aguda. Menos del 4 % de los pacientes tenía sepsis preexistente. Entre

los diagnósticos preoperatorios, los defectos del tabique auricular y ventricular fueron los más frecuentes. Menos del 30 % de los pacientes tuvieron una puntuación RACHS-1 superior a 3 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Complicaciones postoperatorias, mortalidad operatoria y factores asociados en pacientes con cirugía cardíaca del INSN, 2001-2019. (n=1709)

Variables	Total	Complicación postoperatoria n (%)		p-valor	Mortalidad operatoria	p-valor
		Sí (n=500)	No (n=1209)		ORc (IC 95%)	
<b>Demográfico</b>						
<b>Grupo de edad</b>						
0-6 meses	241 (14,1)	142 (28,4)	99 (8,2)		Ref.	
7-11 meses	120 (7,0)	46 (9,2)	74 (6,1)		0,37 (0,18-0,75)	<0,001
12 m - 5 años	790 (46,2)	179 (35,8)	611 (50,5)	<0,001	0,16 (0,10-0,27)	<0,001
6 - 9 años	249 (14,6)	63 (12,6)	186 (15,4)		0,15 (0,07-0,32)	<0,001
≤ 10 años	309 (18,1)	70 (14,0)	239 (19,8)		0,16 (0,08-0,31)	<0,001
<b>Año de la cirugía</b>						
2000-2005	396 (23,2)	117 (23,4)	279 (23,1)		Ref.	
2006-2010	539 (31,5)	175 (35,0)	364 (30,1)	0,135	1,19 (0,72-1,95)	0,506
2011-2015	503 (29,4)	130 (26,0)	373 (30,9)		0,81 (0,47-1,39)	0,467
2016-2019	271 (15,9)	78 (15,6)	193 (16,0)		0,63 (0,32-1,27)	0,315
<b>Preoperatorio</b>						
Cardiopatía congénita	1643 (96,1)	483 (96,6)	1160 (95,9)	0,522	4,60 (0,63-33,56)	0,132
Trastorno genético	320 (18,7)	82 (16,4)	238 (19,7)	0,053	0,61 (0,34-1,07)	0,082
Asociación de anomalías cardíacas	211 (12,3)	62 (12,4)	149 (12,3)	0,762	1,18 (0,67-2,08)	0,573
Anormalidad no cardíaca	83 (4,9)	33 (6,6)	50 (4,1)	0,020	1,48 (0,66-3,32)	0,344
Ventilación mecánica	37 (2,2)	23 (4,6)	14 (1,2)	<0,001	5,00 (2,29-10,88)	<0,001
Sepsis	61 (3,6)	39 (7,8)	22 (1,8)	<0,001	3,87 (1,99-7,52)	<0,001
Hipertensión pulmonar	218 (12,8)	86 (17,2)	132 (10,9)	0,001	1,90 (1,17-3,06)	0,012
Cirugía cardíaca previa	395 (17,3)	93 (18,6)	202 (16,7)	0,274	1,48 (0,93-2,36)	0,101
<b>Diagnóstico</b>						
VU	143 (8,4)	72 (14,4)	71 (5,9)		1,66 (0,73-3,78)	0,226
TAC	6 (0,4)	4 (0,8)	2 (0,2)		4,33 (0,69-27,08)	0,117
AAI	14 (0,8)	9 (1,8)	5 (0,4)		3,47 (0,89-13,36)	0,071
TGA	53 (3,1)	33 (6,6)	20 (1,7)		2,54 (0,99-6,52)	0,053
CAVC	23 (1,3)	12 (2,4)	11 (0,9)		0,39 (0,05-3,28)	0,389
DVAPT	150 (8,8)	64 (12,8)	86 (7,1)		1,04 (0,44-2,45)	0,938
AP/TIVI	21 (1,2)	12 (2,4)	9 (0,7)	<0,001	0,43 (0,5-3,62)	0,440
Tetralogía de Fallot	222 (13,0)	77 (15,4)	145 (12,0)		0,86 (0,37-1,97)	0,717
CIV	609 (35,6)	118 (23,6)	491 (40,6)		0,16 (0,06-0,39)	<0,001
EA/Sub-EA	88 (5,1)	18 (3,6)	70 (5,8)		0,31 (0,08-1,17)	0,084
EP/Sub-EP	55 (3,2)	13 (2,6)	42 (3,5)		0,16 (0,02-1,30)	0,087
EM	55 (3,2)	25 (5,0)	30 (2,5)		1,06 (0,36-3,17)	0,915
CIA	181 (10,6)	14 (2,8)	167 (13,8)		0,48 (0,01-0,39)	0,004
Otros	89 (5,1)	29 (5,8)	60 (4,8)		Ref.	<0,001

(Continúa)

(Continúa)

Gravedad							
Leve	516 (30,2)	70 (14,0)	446 (36,9)		Ref.		
Moderado	764 (44,7)	248 (49,6)	516 (42,7)	<0,01	6,21(2,65-14,56)		<0,001
Severo	429 (25,1)	182 (36,4)	247 (20,4)		11,72 (4,98-27,58)		<0,001
Lesiones críticas							
TAC	6 (0,7)	4 (1,2)	2 (0,4)		Ref.		<0,001
TGA	55 (6,8)	33 (10,2)	22 (4,5)		27,00 (1,99-365,88)		0,013
DVAPT	150 (18,5)	64 (19,8)	86 (17,7)		15,07 (1,88-120,50)		0,011
AP/TIVI	21 (2,6)	12 (3,7)	9 (1,8)		6,45 (0,83-49,83)		0,074
Tetralogía de Fallot	222 (27,4)	77 (23,8)	145 (29,8)	<0,01	2,70 (0,16-45,25)		0,490
AAI	14 (0,8)	9 (1,8)	5 (0,4)		5,35 (0,70-40,74)		0,106
DSVD	49 (6,0)	20 (6,2)	29 (6,0)		4,28 (0,52-35,10)		0,176
VU	143 (17,7)	72 (22,3)	71 (14,6)		7,54 (0,87-64,98)		0,066
EP/Sub-EP	55 (6,8)	13 (4,0)	42 (8,6)		10,35 (1,36-78,63)		0,024
Lesiones de Fisiopatología dos ventrículos							
Derivación I-D	716 (41,9)	118 (23,6)	598 (49,5)		Ref.		<0,001
OTSVD	294 (17,2)	97 (19,4)	197 (16,3)		4,82 (2,12-10,94)		<0,001
OTSVI	162 (9,5)	53 (10,6)	109 (9,0)		6,85 (2,88-16,33)		<0,001
DVAPT	150 (8,8)	64 (12,8)	86 (7,1)		9,38 (4,06-21,67)		<0,001
Fisiología de la TGA	53 (3,1)	33 (6,6)	20 (1,7)	<0,001	22,99 (9,16-57,68)		<0,001
Mezcla completa	7 (0,4)	4 (0,8)	2 (0,2)		39,28 (6,36-242,48)		<0,001
Lesiones complejas	153 (9,0)	51 (10,2)	102 (8,4)		8,54 (3,66-19,90)		<0,001
miscelánea de Fisiología	32 (1,9)	8 (1,6)	24 (2,0)		8,13 (2,09-31,61)		0,003
Lesiones de Fisiopatología un ventrículo	143 (8,4)	72 (14,4)	71 (5,9)		15,06 (6,80-33,33)		<0,001
Intraoperatorio							
RACHS-1							
1	222 (13,0)	21 (4,2)	201 (16,6)		Ref.		
2	1070 (62,6)	263 (52,6)	807 (66,7)		9,02(1,25-65,95)		<0,001
3	358 (20,9)	181 (36,2)	177 (14,6)	<0,001	38,40 (5,27-279,80)		<0,001
4	59 (3,5)	35 (7,0)	24 (2,0)		68,76(8,82-536,19)		<0,001
STS							
1	620 (36,3)	101 (20,2)	519 (42,9)		Ref,		
2	565 (33,1)	141 (28,2)	424 (35,1)		3,83 (1,73-8,52)		<0,001
3	63 (3,7)	20 (4,0)	43 (3,6)	<0,001	2,51(0,52-12,08)		<0,001
4	461 (27,0)	238 (47,6)	223 (18,4)		14,39 (6,86-30,19)		<0,001
Cirugía paliativa	149 (8,7)	78 (15,6)	71 (5,9)	<0,001	5,56 (3,72-8,30)		<0,001
Estado quirúrgico no electivo	852 (49,9)	342 (68,5)	510 (42,1)	<0,001	7,04(4,05-12,25)		<0,001
Tiempo de CPB, minutos*	85 (60-120)	108 (75-148)	75 (55-105)	<0,001	1,02 (1,01-1,02)		0,63
Tiempo de pinzamiento cruzado, minutos*	45(28-65,8)	58,5 (30-80)	40(27-60)	<0,001	1,01 (1,01-1,02)		<0,01
Arresto circulatorio	27 (1,6)	19 (3,8)	8 (0,7)	<0,001	5,41 (2,55-11,51)		0,14
Ultrafiltración durante CPB	1205 (70,5)	348 (69,7)	857 (70,8)	0,007	1,04 (0,67-1,62)		0,857
Uso de corticosteroides	1500 (87,7)	435 (87,0)	1065 (88,1)	0,50	0,59 (0,35-1,01)		0,055
Hipotermia profunda	36 (2,1)	24 (4,8)	12 (1,0)	<0,001	4,98 (2,66-9,32)		0,002
Lactato*	3,5 (2,1-5,0)	3,8 (2,5 – 6,1)	3,2 (2,2– 4,7)	<0,01	1,09 (1,00-1,18)		0,043
Lactato >6	145 (17,6)	69 (27,8)	76 (13,2)	<0,01	3,63 (1,93-6,82)		<0,001

(Continúa)

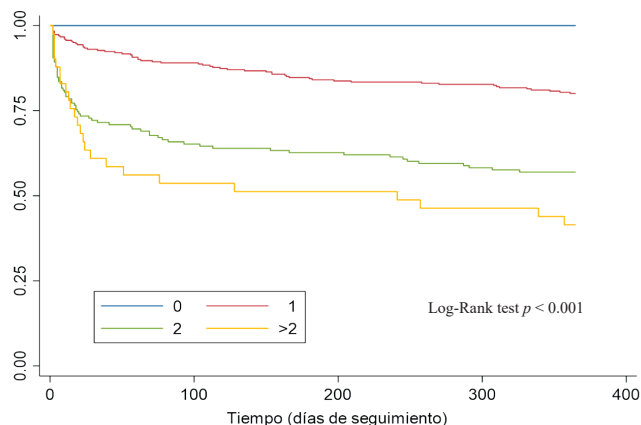
(Continúa)

Estancia en UCI*	4 (2-7)	7 (4-14)	3 (2-5)	<0,01	1,04 (1,03-1,06)	<0,001
Postoperatorio						
Estancia postoperatoria*	11 (7-22)	22 (12-42)	9 (7-15)	<0,01	1,01 (0,99-1,01)	0,203
Estancia hospitalaria*	24 (12-50)	43 (21-77)	19 (11-38,3)	<0,01	1,01 (1,00-1,01)	<0,001
Tiempo de ventilación postoperatoria *	14 (3-26)	13 (4-17)	14 (3-40)	<0,01	1,00 (0,99-1,00)	0,027
Extubación temprana	659 (38,6)	154 (30,8)	505 (41,8)	<0,001	0,27 (0,14-0,54)	<0,001
Ventilación prolongada de 72 h	1454 (85,1)	452 (90,4)	1002 (82,9)	<0,001	9,12 (1,22-68,00)	0,031

DVAPT, Drenaje venoso anómalo pulmonar total; EA/Sub-SA, Estenosis aórtica/estenosis subaórtica; CIA, defecto del tabique auricular; CAVC, canal auriculoventricular común completo; AAI, arco aórtico interrumpido; Derivación I-D, lesiones de cortocircuito de izquierda a derecha; EM, estenosis mitral; AP/TIVI, atresia pulmonar con tabique ventricular intacto; EP/Sub-EP, estenosis pulmonar/estenosis subpulmonar; Clasificación ajustada al riesgo RACHS-1 para cirugía cardíaca congénita; OTSVD, obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho; OTSVI obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo; VU, ventrículo único; TAC, tronco arterioso común; TGA, transposición de las grandes arterias; CIV, defecto del tabique ventricular. \* RIQ, rango intercuartílico; mediana (rango intercuartílico). ORC; odds ratios en el modelo crudo

**Tabla 2.** Complicaciones postoperatorias de los pacientes pediátricos con la cirugía cardíaca en pacientes del INSN, 2001-2019. (n=1709)

Complicación	Sí (n=500)	Mortalidad operatoria (n=110)	Mortalidad a los 90 días (n = 106)	Mortalidad a los 120 días (n = 114)	Mortalidad a 1 año (n = 152)
Cardíaca, total	343 (20,1)	79 (23,0)	82 (23,9)	86 (25,1)	114 (33,2)
Resucitación cardiopulmonar	35 (10,2)	15 (42,9)	15 (42,9)	15 (42,9)	16 (45,7)
Reoperación	122 (35,6)	19 (15,6)	17 (13,9)	18 (14,8)	25 (20,5)
Estado de bajo gasto cardíaco	168 (49,0)	45 (26,8)	50 (29,8)	52 (30,9)	72 (42,9)
Marcapasos permanente	18 (5,2)	0	0	1 (0,1)	1 (0,1)
Extracardíaco, total	292 (17,1)	88 (30,1)	78 (26,7)	83 (28,4)	103 (35,3)
Convulsiones/déficit focal	25 (8,6)	3 (12,0)	3 (12,0)	3 (12,0)	5 (20,0)
Hallazgos anormales en neuroimagen	3 (1,0)	0	0	0	0
Diafragma paralizado	42 (14,4)	8 (19,1)	4 (9,5)	5 (11,9)	12 (28,6)
Catéter de diálisis peritoneal colocación	33 (11,3)	18 (54,5)	16 (48,5)	17 (51,5)	19 (57,6)
Sospecha de sepsis/bacteriemia	92 (31,5)	45 (48,9)	41 (44,6)	44 (47,8)	52 (56,5)
Neumonía	39 (13,4)	2 (5,1)	2 (5,1)	2 (5,1)	3 (7,7)
Sangrado	42 (14,4)	9 (21,4)	9 (21,4)	9 (21,4)	9 (21,4)
Hipertensión pulmonar	16 (5,5)	3 (18,8)	3 (18,8)	3 (18,8)	3 (18,8)
Número de complicaciones					
01 Complicación total por paciente	301 (17,6)	30 (9,9)	33 (10,9)	38 (12,6)	60 (19,9)
02 Complicaciones totales por paciente	158 (9,2)	59 (37,3)	54 (34,2)	57 (36,1)	68 (43,0)
> 02 Complicaciones totales por paciente	41 (2,4)	21 (51,2)	19 (46,3)	19 (46,3)	24 (58,3)
01 Complicación cardíaca por paciente	290 (17,0)	57 (19,6)	62 (21,4)	65 (22,4)	87 (30,0)
02 Complicaciones cardíacas por paciente	53 (3,1)	22 (41,5)	20 (37,7)	21 (39,6)	27 (50,9)
01 Complicación extracardíaca por paciente	240 (14,0)	66 (27,5)	60 (25,0)	64 (26,7)	79 (32,9)
02 Complicaciones extracardíacas por paciente	52 (3,0)	22 (42,3)	18 (34,6)	19 (36,5)	24 (46,2)



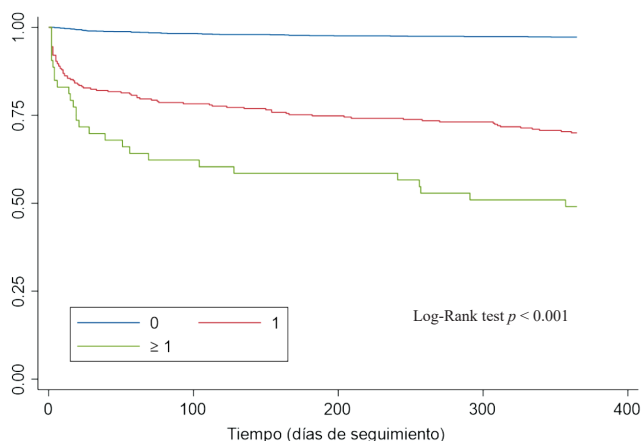
**Figura 1.** Estimaciones de Kaplan-Meier que demuestran la supervivencia contingente a 19 años de supervivencia estratificada por el número de complicaciones posoperatorias (anotadas como 0: sin complicaciones, 1: 1 complicación, 2: 2 complicaciones, >2: 3 o más complicaciones).

### Complicaciones

Se encontró una tasa global de complicaciones superior al 29,3 %. El 20,1 % de los pacientes registró complicaciones cardíacas (reoperación, bajo gasto cardíaco [BGC], paro cardíaco, marcapasos permanente) y el 17,1 % presentó complicaciones extracardiacas (sepsis, diálisis peritoneal, diafragma paralizado, sangrado, déficit neurológico, neumonía). Casi un tercio tuvo, al menos, una complicación posoperatoria y una décima parte tuvo dos o más complicaciones (Tabla 2).

En general, los pacientes que desarrollaron múltiples complicaciones tuvieron puntuaciones más altas en STS y RACHS-1. La principal causa de muerte fue el bajo gasto cardíaco (50,6 %), seguida de la sepsis (35,5 %). Las complicaciones posoperatorias, la mortalidad operatoria y los factores asociados se presentan en la Tabla 1.

La duración posoperatoria de la ventilación mecánica (13,0 h frente a 14,0 h;  $p = 0,008$ ), la estancia en la unidad de cuidados intensivos (7,0 días frente a 3,0 días;  $p < 0,001$ ), la duración de la estancia posoperatoria (22,0 días frente a 9,0 días,  $p < 0,001$ ) y la estancia hospitalaria (43,0 días frente a 19,0 días;  $p < 0,001$ ) fueron significativamente mayores en el grupo de pacientes con complicaciones.

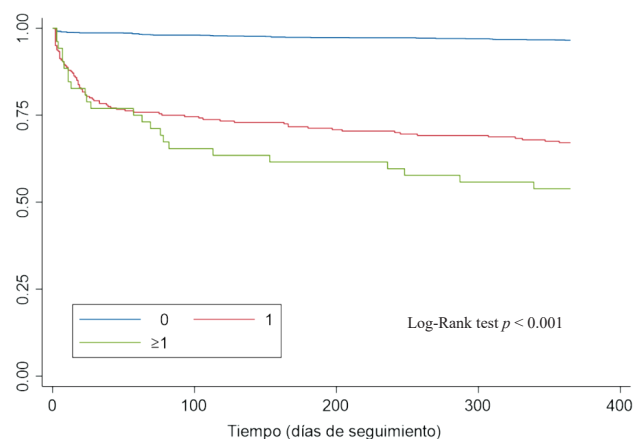


**Figura 2.** Estimaciones de Kaplan-Meier que demuestran la supervivencia contingente a 19 años de supervivencia; estratificada por complicaciones cardíacas (anotadas como 0: sin complicaciones, 1: complicaciones cardíacas).

### Supervivencia de un año

Se produjeron cuarenta y dos muertes después del alta, tras la primera cirugía cardíaca. Más de la mitad de las muertes (53,3 %) ocurrieron dentro de los 30 días posteriores a la cirugía (tiempo medio de muerte: 24 días después de la cirugía; RIQ: 6,0 - 121,7 días). La supervivencia a los 90 días, 120 días y un año después de la cirugía se presenta por tipo y número de complicaciones en la Tabla 2.

La mortalidad general fue del 11,9 % ( $n = 204$ ); al año, el 8,9 % ( $n = 152$ ). La tasa de mortalidad operatoria fue del 6,4 % ( $n = 110$ ). La mortalidad operatoria general en pacientes con dos o más complicaciones fue del 40,2 % frente al 9,9 %, respectivamente, que fue mayor que en pacientes con una sola complicación índice. Un número creciente de complicaciones siguió siendo significativo en la mortalidad operatoria (9,9 % frente al 37,3 % frente al 51,2 %;  $p < 0,0001$ ), 90 días (10,9 % frente al 34,4 % frente al 46,3 %;  $p < 0,0001$ ) y 120 días (12,6 % frente al 36,1 % frente al 46,3 %;  $p < 0,0001$ ) (Tabla 2). Incluso después de excluir las muertes tempranas y realizar el análisis condicionado a la supervivencia al alta, la divergencia negativa en la supervivencia seguía siendo significativa en todos los intervalos de tiempo (Figura 1 y Tabla 2). Los gráficos de supervivencia K-M para la cohorte general y los pacientes con diferentes cantidades de complicaciones cardíacas y extracardiacas se muestran en las Figuras 2 y 3.



**Figura 3.** Estimaciones de Kaplan-Meier que demuestran la supervivencia contingente a 19 años de supervivencia estratificada por complicaciones posoperatorias extracardiacas (anotadas como 0: sin complicaciones, 1: complicaciones extracardiacas).

Un número creciente de complicaciones se asoció a un mayor riesgo de mortalidad en todos los intervalos de tiempo en el análisis ajustado por riesgo. Seguimiento de un año (19,9 % frente al 43,0 % frente al 58,3 %;  $p < 0,0001$ ). La reoperación (HR = 2,3; IC 95 %: 1,6 - 3,4), el bajo gasto cardíaco (HR = 8,5; IC 95 %: 6,0 - 12,0), el paro cardíaco (HR = 7,7; IC 95 %: 4,3 - 13,6), la sepsis (HR = 8,1; IC 95 %: 5,8 - 11,5) y la diálisis peritoneal (HR = 3,7, IC 95 %: 2,3 - 6,2) se asociaron con mayores razones de riesgo (HR) para la mortalidad a un año (Tabla 3).

### Rendimiento del modelo de predicción de complicaciones posoperatorias

La Tabla 4 proporciona predictores asociadas a complicaciones posoperatorias, según el modelo no ajustado. En el análisis multivariante con regresión logística binaria y la prueba de Wald, menor peso, hipertensión pulmonar, fisiología de ventrículo único, mayores niveles de RACHS-1, cirugía no electiva y tiempos de CEC más prolongados se asociaron con complicaciones. Este modelo tuvo un buen AUC-ROC de 0,76 (IC 95 %: 0,74 - 0,79) con un ajuste aceptable de Hosmer-Lemeshow de  $p = 0,42$  y Nagelkerke de 0,25 (Figura 4A).

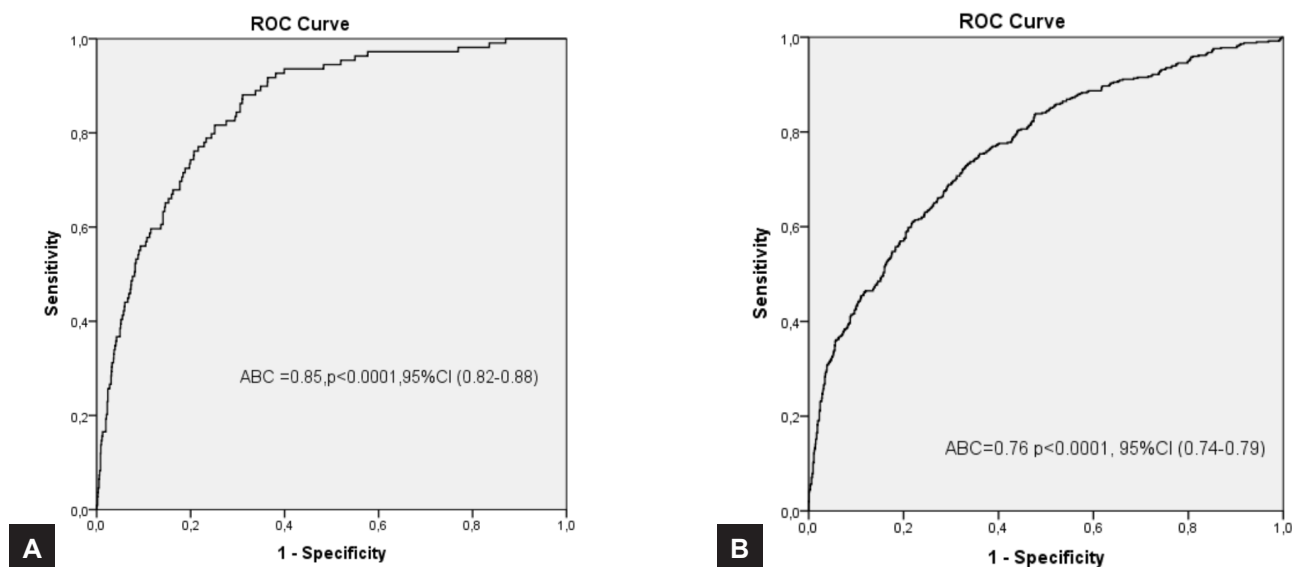
**Tabla 3.** Modelo de riesgos proporcionales de Cox de complicaciones después de cirugía cardíaca pediátrica en el INSN, 2001-2019.

Variables	HR	Error estándar	p-valor	IC 95%
Bajo gasto cardíaco	8,47	1,52	<0,001	5,95-12,04
Paro cardíaco	7,66	2,24	<0,001	4,31-13,59
Reoperación	2,33	0,45	<0,001	1,60-3,39
Septicemia	8,14	1,43	<0,001	5,77-11,48
Diálisis peritoneal	3,75	0,96	<0,001	2,27-6,19

**Tabla 4.** Predictores asociados a complicaciones postoperatorias en pacientes con cirugía cardíaca del INSN, 2001-2019

Variables	ORc (IC 95 %)	p-valor	ORa (IC 95 %)	p-valor
Peso, por incremento de 1 kg	0,96 (0,95-0,97)	<0,001	0,94 (0,92-0,96)	<0,001
RACHS -1				
1	Ref.		Ref.	
2	1,38 (0,82-2,31)	0,023	2,18 (0,29-16,59)	0,452
3	3,30 (1,83-5,94)	<0,001	5,35 (0,67-42,39)	0,113
4	2,73 (1,24-6,03)	0,013	5,06 (0,59-43,82)	0,140
Fisiología de ventrículo único	1,99 (1,32-3,00)	0,001	2,69 (1,45-4,98)	0,002
Hipertensión pulmonar	1,97 (1,41-2,75)	<0,001	2,43 (1,38-4,27)	0,002
Sepsis	2,04 (1,12-3,70)	0,020	1,18 (0,56-2,51)	0,657
Cirugía no electiva	1,72 (1,30-2,26)	<0,001	3,81 (2,02-7,16)	<0,001
Tiempo CPB, minutos	1,01 (1,007-1,011)	<0,001	1,01 (1,006-1,013)	<0,001

c; modelo crudo, a; modelo ajustado por peso, RACHS -1, fisiología de ventrículo único, hipertensión pulmonar, sepsis, Cirugía no electiva y Tiempo de CPB.



**Figura 4.** Área bajo la curva de características operativas del receptor, (A) Modelo de predicción de complicaciones posoperatorias (B) Modelo de riesgo de mortalidad.

Según el modelo de riesgo que incluyó el peso, los niveles de RACHS-1, la fisiología de ventrículo único, la cirugía no electiva y el tiempo de *bypass* cardiopulmonar (CPB), la complicación cardíaca tuvo un AUC-ROC de 0,76 (IC 95 %: 0,74 - 0,79), con un ajuste aceptable de Hosmer-Lemeshow de  $p = 0,11$  y Nagelkerke de 0,23.

Según el modelo de riesgo que incluyó bajo el peso, la sepsis, la hipertensión pulmonar, la enfermedad cardíaca cianótica, los niveles de RACHS-1 y tiempo de CEC, la complicación extracardiaca tuvo un AUC-ROC insatisfactorio de 0,75 (IC 95 %: 0,71 - 0,78), con un ajuste de Hosmer-Lemeshow insatisfactorio de  $p = 0,20$  y un coeficiente de Nagelkerke de 0,18.

### Factores de riesgo predictivos asociados a un mayor número de complicaciones

El análisis de regresión logística de probabilidades proporcionales reveló que un menor peso corporal, una cirugía no operatoria, una CEC más prolongada y niveles más elevados de RACHS-1 se asociaron significativamente con complicaciones tanto extracardiacas como cardíacas y llevaron a un mayor número de complicaciones generales.

### Factores de riesgo predictivos asociados a mortalidad operatoria luego de complicaciones

Los predictores independientes asociados a la mortalidad operatoria después de algunas complicaciones incluyeron menor peso, fisiología de ventrículo único, hipertensión pulmonar, CEC más prolongada, cirugía no operatoria y niveles más altos de RACHS-1. Este modelo tuvo un buen AUC-ROC de 0,85 (IC 95 %: 0,82 - 0,89) con un ajuste

aceptable de Hosmer-Lemeshow de  $p = 0,78$  y Nagelkerke de 0,28 (Figura 4B).

Según la regresión logística binaria, las complicaciones cardíacas, el menor peso, la cirugía no operatoria y la CEC más prolongada se asociaron con una mayor mortalidad. Este modelo tuvo un buen AUC-ROC de 0,82 (IC 95 %: 0,78 - 0,86) con un ajuste aceptable de Hosmer-Lemeshow de  $p = 0,41$  y Nagelkerke de 0,17.

Según la regresión logística binaria, los pacientes con complicaciones extracardiacas, menor peso, sin cirugía electiva, niveles más altos de RACHS-1 y CPB más prolongado tenían mayor probabilidad de mortalidad. Este modelo tuvo un AUC-ROC satisfactorio de 0,84 (IC 95 %: 0,81 - 0,88) con un ajuste aceptable de Hosmer-Lemeshow de  $p = 0,80$  y coeficiente de Nagelkerke de 0,16.

En la Tabla 5, se presentan la sensibilidad, la especificidad, la precisión, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de cada modelo para evaluar el riesgo de complicaciones posoperatorias.

**Tabla 5.** Sensibilidad, especificidad, precisión, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del modelo para predecir las complicaciones postoperatorias y la mortalidad después de las complicaciones postoperatorias en pacientes con cirugía cardíaca del INSN, 2001-2019

Complicación	Sensibilidad	Especificidad	Precisión	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo
Modelo de riesgo					
Alguno	38,4	92,3	76,6	67,4	78,4
cardíaco	21,5	97,1	82,0	65,2	83,2
extracardíaco	11,0	98,7	83,7	64,0	84,3
Mortalidad					
Alguno	5,5	99,5	93,5	42,9	93,9
cardíaco	8,9	96,9	76,4	46,7	77,8
extracardíaco	19,5	91,7	70,1	50,0	72,8

## DISCUSIÓN

El presente estudio encontró una tasa de complicaciones posoperatorias cercana al 30 %. Más de la mitad de las muertes ocurrieron cuando hubo dos o más complicaciones, bajo gasto cardíaco o sepsis. La mayoría de los pacientes tuvieron una complicación aislada. En aquellos con complicaciones cardíacas, la reanimación cardiopulmonar tendió a ser la complicación más frecuente. Nuestra tasa de supervivencia inmediata para complicaciones intrahospitalarias después de la cirugía cardíaca pediátrica fue del 94 % al alta y disminuyó al 91 % después de un año de seguimiento. La carga de morbilidad posoperatoria continuó después de la hospitalización. La tasa de supervivencia a un año fue inferior al 50 % para los pacientes con tres o más complicaciones. La tasa de supervivencia disminuyó aún más para aquellos con más de dos complicaciones, tanto cardíacas como extracardiacas. En general, los pacientes que desarrollaron múltiples complicaciones tuvieron puntuaciones más altas en STS y RACHS-1. Estos resultados concuerdan con la mayoría de lo evidenciado en otros estudios de incidencia de complicaciones posoperatorias.<sup>2, 4-9, 10-18</sup>

Asimismo, se demuestra que la mortalidad intrahospitalaria dependió del tipo y número de complicaciones. Uno de los hallazgos significativos fue que la mortalidad intrahospitalaria general en pacientes con dos o más complicaciones fue tres y cinco veces mayor, respectivamente, que en pacientes con una sola complicación. Se encontró que, en pacientes con un peso menor, fisiología de

ventrículo único, hipertensión pulmonar, CEC más prolongada, cirugía no operatoria y niveles más altos de RACHS-1 con complicaciones se asociaron a una mayor mortalidad operatoria. Los pacientes con complicaciones extracardiacas y menor peso, cirugía no electiva, niveles más altos de RACHS-1, CEC más prolongada, complicaciones cardíacas, menor peso y cirugía no operatoria y CEC más prolongada se asociaron con una mayor mortalidad operatoria.<sup>3-10</sup>

Igualmente, se analizaron en detalle las complicaciones asociadas a la cirugía cardíaca pediátrica. Por lo tanto, se desarrolló un modelo de predicción de riesgo de complicaciones preciso, validado internamente y específico para cada paciente. Utilizando predictores bien establecidos, este modelo identificó con precisión los pacientes con alto riesgo de complicaciones posoperatorias. Demostró una calibración satisfactoria, así como una buena discriminación y precisión. El mejor modelo desarrollado para el periodo preoperatorio fue para la mortalidad y la hospitalización a los 30 días. La reoperación, el bajo gasto cardíaco, el paro cardíaco, la sepsis y la diálisis peritoneal se asociaron con un mayor índice de riesgo de mortalidad a 1 año.

Asimismo, los datos demostraron que el bajo peso, la hipertensión pulmonar, la fisiología de ventrículo único, los niveles más altos de RACHS-1, la cirugía no electiva y los tiempos más prolongados de CEC se asociaron significativamente a las complicaciones. El bajo peso, la cirugía no electiva, la fisiología de ventrículo único, los



niveles altos de RACHS-1 y las duraciones prolongadas de CEC se asociaron significativamente a un mayor número de complicaciones cardíacas, y el bajo peso, la sepsis, la hipertensión pulmonar, la cardiopatía cianótica, los niveles de RACHS-1 y la duración de la CEC se asociaron significativamente a complicaciones extracardíacas. El presente estudio reveló una mayor incidencia de complicaciones cardíacas que extracardíacas, pero las tasas de estas no fueron diferentes a las de otros estudios.<sup>2, 6, 9, 20-29</sup> El análisis del número de complicaciones se ajustó a múltiples parámetros, y las observaciones del estudio también revelaron que un peso corporal más bajo, una cirugía no electiva, una CEC más prolongada y niveles más altos de RACHS-1 fueron predictores significativos de un mayor número de complicaciones cardíacas y extracardíacas. Estas observaciones concuerdan, en parte, con las de estudios previos.<sup>2-7, 13, 20, 21, 26</sup>

El presente estudio reveló también que las complicaciones posoperatorias, después de la cirugía con CPB, se asociaron significativamente a la duración de la estadía en la UCI, la estadía en el hospital y la mortalidad después de ajustar los factores de confusión relevantes. Nuestros resultados coinciden con los informados en otros estudios, en donde las complicaciones posoperatorias se asociaron significativamente con estadías prolongadas en la UCI y en el hospital.<sup>2, 6</sup> Las complicaciones posoperatorias se asociaron a peores resultados, estadías prolongadas en el hospital y una tasa de supervivencia reducida a los 30 días después de la cirugía cardíaca pediátrica. La asociación de las complicaciones posoperatorias a la mortalidad concuerda con los hallazgos de estudios previos.<sup>2, 4, 9, 16-18, 21</sup>

Los pacientes con complicaciones posoperatorias requieren una hospitalización prolongada y tienen un índice de mortalidad más elevado, que se correlaciona con el número y la gravedad de estas complicaciones. Conocer esto permitiría a los médicos evaluar mejor los resultados de los pacientes graves después de una cirugía cardíaca y podría servir para determinar con mayor precisión la asignación de recursos y los costos de atención médica a largo plazo.<sup>20</sup> Además, la mayoría de los pacientes de este estudio que desarrollaron una complicación tuvieron solo una, lo que permite concluir que incluso con la ocurrencia de uno de estos eventos adversos, el reconocimiento temprano exitoso y el manejo agresivo pueden prevenir daños posteriores; esto debe ser evaluado por estudios futuros.

La fortaleza de este estudio que se realiza en un solo centro radica en la evaluación de las complicaciones en un gran número de pacientes. Asimismo, el modelo de predicción establecido es simple y conveniente, lo que permite un uso generalizado entre los médicos. Quizás el hallazgo más importante de este análisis está relacionado con el impacto de las complicaciones posoperatorias en la supervivencia a largo plazo, profundo y persistente incluso después del alta. Puede haber explicaciones plausibles para estos resultados. Un niño que experimenta una complicación mayor puede sobrevivir al periodo posoperatorio temprano, pero puede presentar limitaciones funcionales residuales, lo que lleva a una supervivencia deteriorada durante los meses siguientes o incluso años. Esto es más probable en aquellos con dos o más complicaciones.

Este estudio demostró que el modelo de predicción de complicaciones a corto plazo puede agregar valor a las decisiones gerenciales en relación a la gestión de la mejora en la calidad de la atención, permitiendo direccionar mejor la organización, la gestión de operaciones y el talento humano para una más adecuada toma de decisiones clínicas, la evaluación del desempeño quirúrgico, la seguridad del paciente, la innovación e investigación, la calidad de la atención y el gasto en salud en términos de financiamiento y costos estimados. El conocimiento de los factores predictores de mortalidad tardía y complicaciones mayores permite identificar a los pacientes con mayor riesgo para diferenciar las acciones médicas en ellos, así como tomar las medidas adicionales que sean necesarias, tanto en el orden organizacional como en términos de recursos, con el objetivo máximo de reducir la morbilidad y mortalidad, evaluando la efectividad del tratamiento, la calidad de la atención y el mejor uso de los recursos en términos de costo-efectividad.

El presente estudio retrospectivo tuvo limitaciones, debido a que no se pudieron evaluar los factores humanos, como prácticas quirúrgicas, dificultades durante la cirugía, variaciones en las técnicas de CEC, prácticas de manejo, nivel socioeconómico, acceso a atención médica, nivel de educación e ingreso familiar. La identificación y corrección oportuna de las complicaciones podría cambiar la relación entre complicaciones y mortalidad, dependiendo de la infraestructura y los recursos. Aunque existe una correlación entre complicaciones y mortalidad, los programas con buenos resultados tienen la misma incidencia de complicaciones, pero parecen proporcionar un mejor manejo de las complicaciones. Por último, por naturaleza retrospectiva de este análisis, no se pueden establecer asociaciones causales entre las complicaciones posoperatorias y otros resultados medidos.

Estas limitaciones no invalidan los resultados del estudio, ya que se ha demostrado que las complicaciones cardíacas y extracardíacas posoperatorias afectan a una gran proporción de pacientes, y las consecuencias son importantes para la estancia hospitalaria y la mortalidad temprana y tardía. El seguimiento y análisis sistemáticos y precisos en tiempo real de las complicaciones podrían determinar mejores estrategias que los criterios estándares utilizados actualmente, como la mortalidad, la duración de la ventilación mecánica y la duración de la estancia en la UCI y en el hospital, mejorando así la seguridad y los resultados de los pacientes. Se necesitan próximos estudios para evaluar las complicaciones cardíacas y extracardíacas posoperatorias a largo plazo como medidas válidas de resultados comparables entre centros de cirugía cardíaca pediátrica con CEC.

## CONCLUSIÓN

Se encontró una fuerte asociación entre el tipo y número de complicaciones posoperatorias mayores con una disminución de la supervivencia temprana y a largo plazo. Un mayor número de complicaciones fue asociado a un mayor riesgo de mortalidad en todos los intervalos de tiempo en el análisis ajustado por riesgo a 19 años. Los pacientes que desarrollaron múltiples complicaciones tuvieron puntuaciones más altas en STS y RACHS-1. La reoperación, el bajo gasto cardíaco, el paro cardíaco, la sepsis y la diálisis peritoneal se asociaron a la mortalidad a un año, mostrando así el efecto a las complicaciones después del alta hospitalaria. Asimismo, se ha desarrollado un modelo de riesgo para las complicaciones posoperatorias con una calibración satisfactoria, así como una buena discriminación y precisión; sin embargo, el modelo deberá ser validado externamente. Este modelo puede sentar la base para una mejor educación y toma de decisiones durante la atención médica de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca pediátrica, lo que permitirá un tratamiento oportuno y apropiado de las complicaciones mayores.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Financiación:** No se recibió financiación específica para este manuscrito.

**Contribuciones de autoría:** LESD, KSD y EWSR participaron de la concepción y del financiamiento del estudio. LESD, RDQ y EWSR se encargaron de la recolección de los datos y obtención de resultados. Todos los autores participaron en el análisis e interpretación de resultados, así como de la redacción, revisión crítica y aprobación de la versión final del manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cameron D. Initiation of white cell activation during cardiopulmonary bypass: cytokines and receptors. *J Cardiovasc Pharmacol.* 1996;27 Suppl 1:S1-S5. doi:10.1097/00005344-199600001-00004.
- Futterman C, Salvin JW, McManus M, et al. Inadequate oxygen delivery index dose is associated with cardiac arrest risk in neonates following cardiopulmonary bypass surgery. *Resuscitation.* 2019; 142:74-80. doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.07.013
- Agarwal HS, Wolfram KB, Saville BR, Donahue BS, Bichell DP. Postoperative complications and association with outcomes in pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(2):609-16. e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.10.031.
- Murni IK, Djer MM, Yanuarso PB, et al. Outcome of pediatric cardiac surgery and predictors of major complication in a developing country. *Ann Pediatr Cardiol.* 2019;12(1):38-44. doi: 10.4103/apc.APC\_146\_17.
- Belliveau D, Burton HJ, O'Blens SB, Warren AE, Hancock Friesen CL. Real-time complication monitoring in pediatric cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2012;94(5):1596-1602. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.05.103.
- Roodpeyma S, Hekmat M, Dordkhar M, Rafieyan S, Hashemi A. A prospective observational study of pediatric cardiac surgery outcomes in a postoperative intensive care unit in Iran. *J Pak Med Assoc.* 2013;63(1):55-59. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23865132/>
- Kumar SR, Gaynor JW, Heuerman H, et al. The Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery Database: 2023 Update on Outcomes and Research. *Ann Thorac Surg.* 2024;117(5):904-914. doi: 10.1016/j.athoracsur.2024.03.018
- Seese L, Sultan I, Gleason TG, et al. The Impact of Major Postoperative Complications on Long-Term Survival After Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(1):128-135. doi : 10.1016/j.athoracsur.2019.09.100.
- Pasquali SK, Li JS, Burstein DS, et al. Association of center volume with mortality and complications in pediatric heart surgery. *Pediatrics.* 2012;129(2): e370-e376. doi:10.1542/peds.2011-1188.
- Gaies M, Pasquali SK, Donohue JE, et al. Seminal Postoperative Complications and Mode of Death After Pediatric Cardiac Surgical Procedures. *Ann Thorac Surg.* 2016;102(2):628-635. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.02.043.
- Costello JM, Preze E, Nguyen N, et al. Experience with an Acuity Adaptable Care Model for Pediatric Cardiac Surgery. *World J Pediatr Congenital Heart Surg.* 2017;8(6):665-671. doi:10.1177/2150135117733722.
- Brown KL, Ridout D, Pagel C, et al. Incidence and risk factors for important early morbidities associated with pediatric cardiac surgery in a UK population. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;158(4):1185-1196.e7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.03.139.
- Althabe M, Rodríguez R R, Balestrini M, et al. Morbidity in congenital heart surgery in a public hospital in Argentina. *Arch Argent Pediatr.* 2018 ;116(1):e14 -e18. doi: 10.5546/aap.2018.eng.e.
- Javed F, Aleysae NA, Al- Mahbosh AY, et al. Complications After Surgical Repair of Congenital Heart Disease in Infants. An Experience from Tertiary Care Center. *J Saudi Heart Assoc.* 2021;33(4):271-278. Published 2021 Oct 15. doi:10.37616/2212-5043.1267.
- Jacobs ML, O'Brien SM, Jacobs JP, et al. An empirically based tool for analyzing morbidity associated with operations for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;145:1046-57. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.06.029.
- Zeng X, An J, Lin R, et al. Prediction of complications after pediatric cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;57(2):350-358. doi:10.1093/ejcts /ezzz198.
- Shi S, Xiong C, Bie D, Li Y, Wang J. Development and Validation of a Nomogram for Predicting Acute Kidney Injury in Pediatric Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Pediatrician Cardiol.* 2024. doi:10.1007/s00246-023-03392-7.
- Kim WH, Ji SH, Jang YE. Can machine learning-based prediction of complications after pediatric cardiac surgery improve patient outcomes? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;58(2):400. doi:10.1093/ ejcts /ezaa086.
- Mayer JE Jr, Hill K, Jacobs JP, Overman DM, Kumar SR. The Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery Database: 2020 Update on Outcomes and Research. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(6):1809-1818. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.10.004.
- Furlong-Dillard J, Bailly D, Amula V, Wilkes J, Bratton S. Resource Use and Morbidities in Pediatric Cardiac Surgery Patients with Genetic Conditions. *J Pediatr.* 2018; 193:139-146. e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.09.085.
- Ross F, Latham G, Joffe D, et al. Preoperative malnutrition is associated with increased mortality and adverse outcomes after pediatric cardiac surgery. *Cardiol Young.* 2017;27(9):1716-1725. doi:10.1017/S1047951117001068.
- Griffeth EM, Stephens EH, Burchill LJ, et al. Risk of Cardiac Reoperation: An Analysis of The STS Congenital Heart Surgery Database. *Ann Thorac Surg.* Published online June 25, 2024. doi: 10.1016/j.athoracsur.2024.06.013.
- Wang P, Fu C, Bai G, et al. Risk factors of postoperative low cardiac output syndrome in children with congenital heart disease: A systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr.* 2023; 10:954427. doi:10.3389/fped.2022.954427.
- Du X, Chen H, Song X, et al. Risk factors for low cardiac output syndrome in children with congenital heart disease undergoing cardiac surgery: a retrospective cohort study. *BMC Pediatr.* 2020;20(1):87. doi:10.1186/s12887-020-1972-y.
- Shahzad M, Alheraish YA, Algethami B, et al. Original Article-Risk Factors for Neurological Complications and Short-term Outcomes After Pediatric Heart Surgery: A Retrospective Analysis. *J Saudi Heart Assoc.* 2024;36(1):8-13. Published 2024 Mar 3. doi:10.37616/2212-5043.1364.
- Wasniewski ABR, Ricachinevsky CP, Rezende RQ, et al. Adverse events in the postoperative period of cardiac surgery in a pediatric intensive care unit: the contribution of the VIS score and the RACHS-1. *Crit Care Sci.* 2023;35(4):377-385. doi:10.5935/2965-2774.20230215-en.
- Simsek B, Ozyuksel A, Saygi M, Bilal MS. Plication for diaphragm paralysis after pediatric cardiac surgery: a single-center experience. *Cardiol Young.* 2023;33(10):2087-2093. doi:10.1017/S1047951123000276.
- Samanidis G, Kourelis G, Bounta S, Kanakis M. Postoperative Chylothorax in Neonates and Infants after Congenital Heart Disease Surgery-Current Aspects in Diagnosis and Treatment. *Nutrients.* 2022;14(9):1803. doi:10.3390/nu14091803.
- Neumayr TM, Alge JL, Afonso NS, Akcan- Arikan A. Acute Kidney Injury After Pediatric Cardiac Surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2022;23(5):e249-e256. doi:10.1097/PCC.0000000000002933.