

# Cirugía cardíaca neonatal: análisis comparativo de resultados quirúrgicos según el método RACHS-1 de estratificación del riesgo

## *Neonatal cardiac surgery: assessment and comparison of surgical results using the RACHS-1 risk adjustment method*

Dr. Mariano Ithuralde<sup>a</sup>, Dra. María Ballestrini<sup>a</sup>, Dr. Alejandro Ithuralde<sup>a</sup>,  
Dr. Carlos Seara<sup>a</sup>, Dra. María A. García Nani<sup>a</sup>, Dr. Marcelo Campos<sup>a</sup>,  
Dra. Nelly Fernández<sup>a</sup>, Dr. Pablo García Delucis<sup>a</sup> y Dr. Carlos Nojek<sup>a</sup>

### RESUMEN

**Introducción.** El método RACHS-1 (*Risk Adjustment for Congenital Heart Surgery*) se utiliza para predecir mortalidad y ajuste de riesgo en cirugía cardiovascular pediátrica y constituye una herramienta válida para la comparación de resultados.

**Objetivo.** Establecer si la mortalidad neonatal se relaciona con la edad y con la estratificación según RACHS-1.

**Material y método.** De marzo de 2001 a mayo de 2008 se operaron en forma consecutiva 751 pacientes: 160 neonatos (0-30 días), 309 lactantes (31-365 días) y 282 mayores (1-18 años); se analizó la distribución de los pacientes según edad, RACHS-1 y mortalidad. Se empleó un análisis de regresión logística con la mortalidad como variable dependiente y la edad y el RACHS-1 como variables independientes.

**Resultados.** La mortalidad total bruta fue del 4,3%, la neonatal 9,2%. Se observó una diferencia estadísticamente significativa ( $\chi^2=219$ ,  $p<0,0001$ ) de distribución por grupo etario y de RACHS-1. El análisis logístico indicó que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) de mortalidad entre los grupos etarios agrupados por RACHS-1 y que, mientras este último es un poderoso factor predictivo de mortalidad ( $p>0,001$ ), la edad no lo es ( $p=0,8$ ). Utilizando la unidad uno del RACHS-1 como grupo control, las razones de probabilidades (*odds ratio*) de las distintas edades fueron 2,1 (IC 95%: 1,6-2,7) por cada unidad de RACHS-1. **Conclusiones.** La edad de la operación no resultó un factor de riesgo independiente para las mortalidades. El RACHS-1 resultó un factor de riesgo de mortalidad de alto valor predictivo, no hubo diferencias de mortalidad entre los grupos etarios al ser agrupados por RACHS-1.

**Palabras clave:** cirugía cardiovascular, cardiopatías congénitas, riesgo, mortalidad.

### SUMMARY

**Introduction.** The RACHS-1 method (*Risk Adjustment for Congenital Heart Surgery*) is widely used to predict mortality and risk adjustment in pediatric cardiovascular surgery and constitutes a valid tool to compare results among different health centers.

**Objective.** To analyze if the mortality observed in the neonatal group is related to age and/or the risk stratification according to RACHS-1.

**Methods.** From March 2001 to May 2008 we operated on 751 consecutive patients: 160 neonates (0-30 days), 309 infants (31 days-1 year) and 282 older (1-18 years). Patients in each group were analyzed according to age, RACHS-1, and mortality.

We used a logistic regression in which the mortality was the dependent variable and the age and RACHS-1 the independent variables.

**Results.** The total crude mortality was 4.3%, the neonatal 9.2%. We observed a significant statistical difference of RACHS-1 distribution according to age ( $\chi^2=219$ ,  $p<0.0001$ ). Logistic analysis showed no statistical difference of mortality ( $p>0.05$ ) in the age groups compared to RACHS-1. Furthermore, RACHS-1 is a most powerful mortality predictor ( $p<0.001$ ) while age is not ( $p=0.8$ ). Using our unit one of RACHS-1 as control group, the odds ratio of the different ages were 2.1 (CI 95%: 1.6-2.7) for each RACHS group. **Conclusions.** The age of surgery was not an independent risk factor as to mortality. The RACHS-1 method appeared as a powerful risk factor predictor of mortality; no differences were found in the age groups when classified by RACHS-1.

**Key words:** congenital heart disease, cardiovascular surgery, mortality, risk.

a. Departamento de Cardiología Infantil y de Cirugía Cardiovascular Pediátrica. FLENI, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

**Conflicto de intereses:** Nada que declarar.

**Correspondencia:** Dr. Mariano Ithuralde drithuralde@fibertel.com.ar

Recibido: 7-1-09  
Aceptado: 24-1-09

### INTRODUCCIÓN

Generalmente, la menor edad se considera como factor de riesgo incremental en cirugía cardiovascular pediátrica; por ello, en algunas instituciones, existe una tendencia a demorar la indicación quirúrgica de muchas cardiopatías congénitas. Los últimos avances en distintas disciplinas de la cardiología infantil han permitido un enfoque quirúrgico neonatal de patologías complejas con resultados alentadores. La mortalidad en este grupo es, de todas maneras, mayor cuando se la compara con otros grupos etarios (según nuestra casuística y la de otros centros). Nuestra propuesta es establecer si esta mayor mortalidad

se debe a la edad en sí o a la complejidad de las prácticas quirúrgicas de este grupo de pacientes. El método RACHS-1,<sup>1</sup> que clasifica de 1 a 6 las cirugías según el riesgo de muerte, es ampliamente utilizado para predecir mortalidad y ajuste de riesgo en cardiología pediátrica, y ha demostrado ser una herramienta válida para la comparación de los resultados.

Este método ha sido estadísticamente validado por distintos autores<sup>1,3,4</sup> y por nuestro equipo en una reciente publicación.<sup>2</sup>

El presente trabajo tuvo como objetivo establecer si la mayor mortalidad observada en cirugía neonatal (nn) está relacionada con la edad o con la estratificación de riesgo según el método RACHS-1, o con ambas.

TABLA 1. Procedimientos individuales según categoría de riesgo

#### Categoría de riesgo 1

- Comunicación interauricular (*ostium secundum*, seno venoso)
- Aortopexia
- Ductus arterioso > 30 días
- Coartación de la aorta > 30 días
- Anomalía parcial del retorno venoso pulmonar

#### Categoría de riesgo 2

- Valvulotomía aórtica o valvuloplastia
- Resección subaórtica
- Valvulotomía pulmonar o valvuloplastia
- Reemplazo de válvula pulmonar
- Infundibulectomía del VD - aumento del tracto de salida pulmonar
- Reparación de fístulas coronarias
- Comunicación interauricular, *Ostium primum*
- Comunicación interauricular asociada con comunicación interventricular
- Comunicación interventricular sola o asociada con valvulotomía pulmonar o resección infundibular
- Comunicación interventricular asociada con eliminación de cerclaje pulmonar
- Reparación de CIV no especificada
- Tetralogía de Fallot
- Anomalía total del retorno venoso pulmonar > 30 días
- Anastomosis de Glenn
- Anillos vasculares
- Ventana aortopulmonar
- Coartación de la aorta < 30 días
- Transección de la arteria pulmonar
- Aurícula única
- Comunicación VI-AD

#### Categoría de riesgo 3

- Reemplazo de válvula aórtica
- Procedimiento de Ross
- Parche de tracto de salida del VI
- Miotomía ventricular
- Aortoplastia
- Valvuloplastia o valvulotomía mitral
- Reemplazo de válvula mitral
- Valvectomía tricuspídea
- Valvulotomía o valvuloplastia tricuspídea
- Reemplazo de válvula tricuspídea
- Anomalía de Ebstein > 30 días
- Anomalía coronaria con túnel intrapulmonar o sin él

- Cierre de válvulas semilunares aórtica o pulmonar
- Conducto VD-APT o VI-APT
- Doble salida del VD con reparación o no de obstrucción del VD Fontan
- Canal a-v completo o transicional con reemplazo valvular o sin él
- Cerclaje de la arteria pulmonar
- Tetralogía de Fallot con atresia pulmonar
- Cor triatriatum
- Anastomosis S/P
- *Switch* auricular
- *Switch* arterial
- Reimplantación de arteria pulmonar anómala
- Anuloplastia
- Coartación de la aorta + CIV
- Escisión de tumor intracardiaco

#### Categoría de riesgo 4

- Valvulotomía o valvuloplastia aórtica < 30 días
- Procedimiento de Konno
- Reparación de anomalía compleja (ventrículo único), agrandamiento de CIV
- Anomalía total del retorno venoso < 30 días
- Septectomía auricular
- Reparación de TGV+ CIV+ estenosis subpulmonar (Rastelli)
- *Switch* auricular + CIV
- *Switch* auricular + estenosis subpulmonar
- *Switch* arterial + eliminación de cerclaje
- *Switch* arterial + CIV
- *Switch* arterial + estenosis subpulmonar
- Tronco arterioso
- Interrupción o hipoplasia del arco aórtico con CIV o sin ella
- Plástica del arco transversal
- Unifocalización pulmonar en tetralogía de Fallot y atresia pulmonar
- Doble switch

#### Categoría de riesgo 5

- Anomalía de Ebstein < 30 días
- Tronco arterioso + interrupción del arco aórtico

#### Categoría de riesgo 6

- Etapa 1 de reparación del síndrome de hipoplasia del VI (Norwood)
- Etapa 1 de reparación del ventrículo izquierdo no hipoplásico
- Damus-Kaye-Stansel

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Población

Se incluyeron consecutivamente, en forma prospectiva-retrospectiva (bidireccional), 751 pacientes de ambos sexos y de un único centro, operados entre marzo de 2001 y mayo de 2008.

### Evaluación de los pacientes

Los pacientes fueron agrupados por edad en tres categorías: 160 neonatos (0-30 días), 309 lactantes (31-365 días) y 282 mayores de un año (1-18 años).

Cada procedimiento se clasificó según el método RACHS-1, que asigna a cada cirugía una categoría de riesgo de muerte intrahospitalaria de 1 a 6.<sup>1,2</sup> (Tabla 1)

### Análisis estadístico

Se analizó la distribución de los procedimientos quirúrgicos de acuerdo a la edad, categoría de RACHS y mortalidad en cada uno de estos grupos. Se empleó un modelo de regresión logística para analizar el efecto independiente de la edad

al momento de la operación y del RACHS sobre la mortalidad. Se evaluó, en un modelo logístico similar, la interacción de estos términos entre sí.

Se excluyó el caso único de RACHS 5.

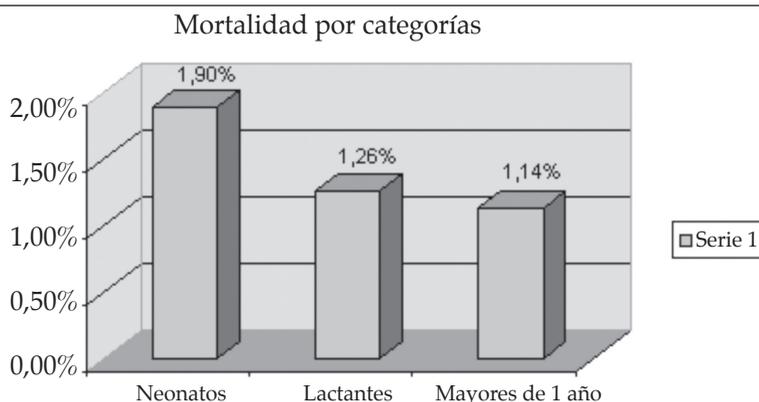
## RESULTADOS

La mortalidad global de la población total fue del 4,3% (neonatal 1,9%, lactantes 1,26% y mayores de un año 1,14%), la mortalidad neonatal fue de 9,2%. (Figura 1)

La diferencia de distribución de procedimientos entre los distintos grupos fue estadísticamente significativa ( $\chi^2= 219$ ,  $p < 0,0001$ ), con un perfil de mayor riesgo en el grupo neonatal con menos intervenciones de RACHS 1 y más RACHS 4 y 6 que en los otros dos grupos. (Tabla 2)

Al analizar la mortalidad de los grupos etarios agrupados según RACHS-1, el análisis logístico indicó que no hay diferencias estadísticamente significativas de mortalidad ( $p > 0,05$ ). La regresión logística mostró que mientras que el RACHS-1 fue un poderoso factor predictivo de mortalidad

FIGURA 1. Mortalidad global por grupo etario



Mortalidad global (4,3%) discriminada en neonatos y otros grupos etarios.

TABLA 2. Distribución de procedimientos según RACHS y grupo etario

	Neonatos (n= 160)	Lactantes (n= 309)	Mayores de 1 año (n= 282)
RACHS 1	6 (5%)	26 (22%)	88 (73%)
RACHS 2	26 (9%)	168 (62%)	80 (29%)
RACHS 3	66 (26%)	91 (36%)	96 (38%)
RACHS 4	35 (52%)	18 (6%)	14 (21%)
RACHS 6	27 (73%)	6 (16%)	4 (11%)

( $\chi^2=219$ ,  $p 0,0001$ )

En forma horizontal se muestra la frecuencia con la que se operan niños de diferentes edades según RACHS, cantidad en número de operaciones y el porcentaje entre paréntesis calculado en cada categoría de RACHS.

( $p < 0,001$ ), la edad agregada al modelo no presentó asociación significativa al momento de la operación ( $p = 0,8$ ). No hubo interacción entre los factores. (Figura 3)

El método RACHS-1 se asoció en forma significativa a la mortalidad. Utilizando nuestros pacientes de RACHS 1 como grupo testigo (control), las razones de probabilidades (*odds ratio*) por cada unidad de aumento del puntaje fueron: 2,1 (IC 95%: 1,6-2,7) ( $p < 0,001$ ). (Figura 3)

## DISCUSIÓN

La incorporación de distintos avances tecnológicos en el campo de la cardiología infantil, en las áreas de diagnóstico y cuidados intensivos prequirúrgicos, intraquirúrgicos y posquirúrgicos, y más novedosas y complejas técnicas quirúrgicas, han mejorado sensiblemente los resultados, con una marcada reducción de la morbimortalidad.<sup>5</sup> Sobresalen, entre otros, los adelantos en la evaluación prenatal con diagnósticos precisos y precoces en edades tempranas de gestación, el entendimiento de los procesos inflamatorios producidos por el *bypass* cardiopulmonar y su tratamiento, la reparación anatómica precoz de cardiopatías complejas, así como también los avances en el manejo del bajo gasto cardíaco y la hipertensión pulmonar.<sup>6</sup>

La mortalidad neonatal analizada en nuestros pacientes es más elevada que la mortalidad global y contribuye a la mortalidad total en mayor proporción, observación que llevó a preguntarnos si

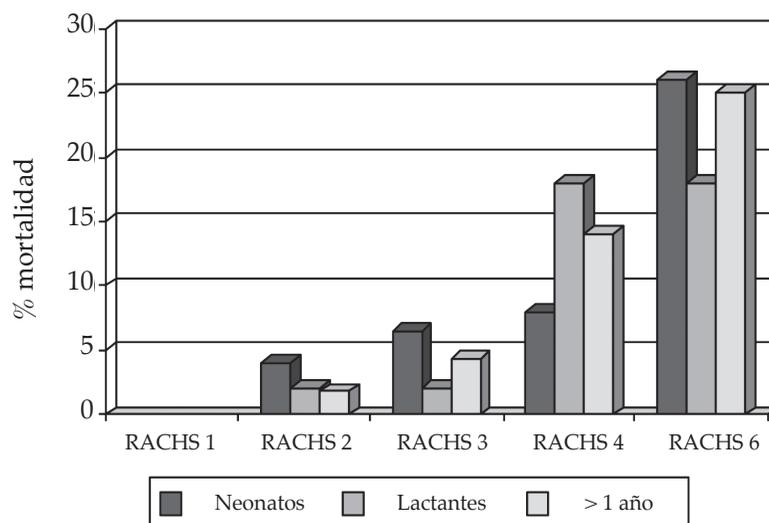
estaría relacionada con la edad, con la complejidad de los procedimientos de alta estratificación de riesgo realizados en el primer mes de vida, o con ambas.

Al agrupar a los pacientes según su edad (Tabla 2), observamos en la distribución de procedimientos una diferencia estadísticamente significativa, apreciando en el grupo neonatal un mayor número de pacientes en las categorías altas de RACHS-1, en relación inversa a la observada en los otros dos grupos etarios, particularmente en los mayores de un año.

Al reunir los tres grupos etarios en función de RACHS-1, no obtuvimos diferencias de mortalidad estadísticamente significativas entre ellos, lo cual indica que la mortalidad está claramente relacionada con el mayor riesgo de los procedimientos neonatales y no con la edad, que no produjo diferencias importantes cuando se la agregó al modelo. (Figura 2)

En un reciente trabajo multicéntrico de Courzon y col.<sup>7</sup> se comparó la mortalidad quirúrgica de una población de 0-90 días de vida de acuerdo al peso (de 1 a 2,500 kg y de 2,500 a 4 kg) y al RACHS, y se halló una mortalidad significativamente mayor en el primer grupo. La mediana de peso de nuestra población neonatal fue de 3,100 kg con un número escaso de pacientes por debajo de 2,500 kg, cifra insuficiente para su validación estadística. Creemos que ésta es una población distinta, con otros factores a evaluar y diferente del recién nacido a término. La prematuridad también ha si-

FIGURA 2. Mortalidad por grupo etario y RACHS



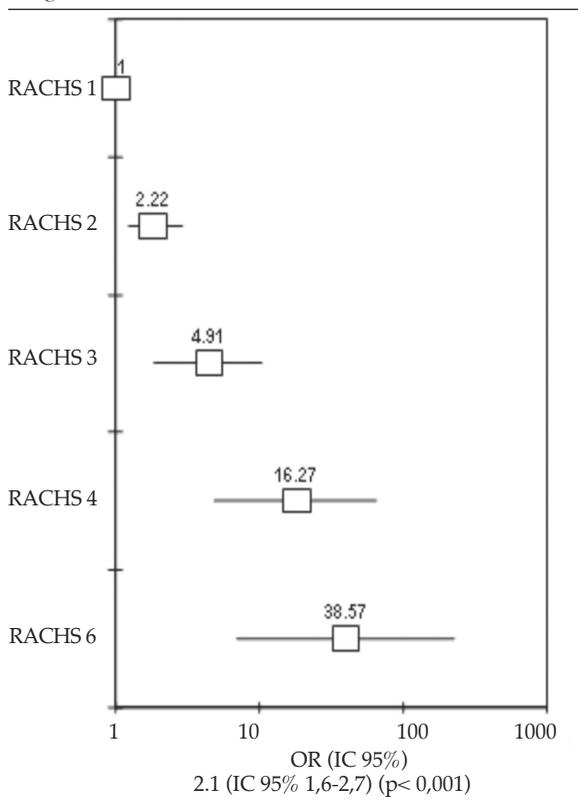
Incremento de la mortalidad según la categoría de RACHS ( $p < 0,001$ ), sin diferencias significativas entre los grupos etarios ( $p = 0,8$ ).

do señalada como factor de riesgo incremental por otros autores.<sup>8,9</sup>

Pensamos que la edad no debería ser un motivo de postergación de la indicación quirúrgica. No sólo por no estar relacionada con un incremento en la mortalidad, como ha sucedido en nuestro estudio, sino porque, señalan Chang y col.,<sup>10</sup> la demora puede aumentar la morbimortalidad y llevar al paciente a cirugía en peores condiciones clínicas. Tampoco está demostrado que postergar la cirugía para alcanzar determinado peso teórico mejore los resultados.<sup>7</sup> En neonatos con el síndrome de hipoplasia de ventrículo izquierdo (RACHS 6) el retraso de pocos días de la primera intervención (Etapa 1) ha sido recientemente señalado por Hehir y col.<sup>11</sup> como un factor incremental de riesgo inmediato y alejado.

Por último, concluimos que en nuestro estudio la edad no resultó un factor de riesgo independiente para predecir la mortalidad; en cambio, el RACHS -1 sí resultó un eficaz factor de riesgo predictivo de mortalidad, con razones de probabilidad (*odds ratio*) estadísticamente significativas para cada grupo de riesgo. ■

FIGURA 3: Riesgo de mortalidad (*odds ratio*, OR) según categoría de RACHS-1\*



\*RACHS-1: grupo de referencia

## BIBLIOGRAFÍA

- Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, et al. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:110-8.
- Ithuralde M, Ferrante D, Seara C, et al. Análisis de la mortalidad y distribución de procedimientos de cirugía de cardiopatías congénitas utilizando el método de ajuste de riesgo RACHS-1. *Rev Argent Cardiol* 2007;75:179-184.
- Boethig D, Jenkins KJ, Hecker H, et al. The RACHS-1 risk categories reflect mortality and length of hospital stay in a large German pediatric cardiac surgery population. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26:12-7.
- Larsen SH, Pedersen J, Jacobsen J, et al. The RACHS-1 risk categories reflect mortality and length of stay in a Danish population of children operated for congenital heart disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;28:877-81.
- el-Zein C, Ilbawi MN. Recent advances in neonatal cardiac surgery. *World J Surg* 2008;32:340-345.
- Bakshi KD, Vaidyanathan B, Sundaram KR, et al. Determinants of early outcome after neonatal cardiac surgery in a developing country. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:765-7110.
- Curzon CL, Milford-Beland S, Li JS, et al. Cardiac surgery in infants with low birth weight is associated with increased mortality: Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:546-51.
- Jenkins KJ. Risk adjustment for congenital heart surgery: The RACHS-1 method. *Semin Thorac Cardiovasc. Surg Pediatr Card Surg Annu* 2004;7:180-4.
- Netz BC, Hoffmeier A, Krasemann T, et al. Low weight in congenital heart surgery: is it the right way? *Thorac Cardiovasc Surg* 2005;53(6):330-3.
- Chang AC, Hanley FL, Lock JE, et al. Management and outcome of low birth weight neonates with congenital heart disease. *J Pediatr* 1994;124: 461-6.
- Hehir DA, Domínguez TE, Ballweg JA, et al. Risk factors for interstage death after stage 1 reconstruction of hypoplastic left heart syndrome and variants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136:94-9.