



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**



**UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

**Score Vasopresor-Ventilación-Renal (SVVR) como factor pronóstico de mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.**

**Tesis para obtener la especialidad de neonatología presenta**

**ALUMNO:**

Dr. Jaime Cruz Butrón

Médico Residente del curso de especialización en Neonatología con sede en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI

**TUTOR:**

Dr. Héctor Jaime González Cabello

Jefe de Servicio Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Tel 5556276900 Ext 21932. Correo electrónico: hector.gonzalezc@imss.gob.mx

**COTUTOR:**

Dra. Isabel Znaya Ramírez Flores

Médico adscrito Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI Tel 5556276900 Ext 22366. Correo electrónico: znaya\_7@hotmail.com



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

## INDICE

	Página
Resumen:.....	3
Antecedentes: .....	4
Planteamiento de problema .....	9
Pregunta de investigación .....	10
Hipótesis .....	10
Objetivos .....	10
Justificación .....	11
Metodología.....	11
Variables .....	13
Descripción general del estudio .....	14
Análisis estadístico.....	15
Aspectos éticos.....	15
Financiamiento y factibilidad.....	16
Resultados.....	17
Discusión .....	23
Conclusiones:.....	28
Bibliografía:.....	29
Anexo 1: hoja de recolección de datos .....	31

## RESUMEN:

**Score Vasopresor-Ventilación-Renal (SVVR) como factor pronóstico de mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea. Cruz-Butrón J, Ramirez-Flores IZ, González-Cabello HJ.**

**INTRODUCCIÓN:** El SVVR es un sistema de puntuación que incorpora marcadores postquirúrgicos de disfunción cardiovascular, pulmonar y renal, los tres sistemas orgánicos más comúnmente afectados en niños después de una cirugía para corrección de cardiopatía congénita, a través de algunos estudios ha demostrado ser un predictor robusto de resultados clínicos a corto plazo, sin embargo, son pocos los estudios realizados en población neonatal, que permitan evaluar la utilidad del SVVR como factor pronóstico de mortalidad en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca bajo circulación extracorpórea (CEC)

**OBJETIVO:** Determinar la utilidad del SVRR para pronosticar la mortalidad, la presencia de ventilación mecánica prolongada >3días y la estancia en la UCIN prolongada >7 días en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.

**DISEÑO:** Estudio de casos y controles anidado en una cohorte retrospectiva.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Se incluyeron 60 recién nacidos con diagnóstico de cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea, ingresados para cuidados postquirúrgicos en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI en el periodo comprendido de enero 2018 a diciembre 2019. Se calculó el SVVR al ingreso, 12h, 24h, y 48h postquirúrgicas y se registró el desenlace de los pacientes (sobrevivientes y no sobrevivientes).

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO:** Estadística descriptiva: frecuencias con porcentajes para las variables cualitativas y para las cuantitativas medidas de tendencia central dependiendo de la distribución de las variables y para asociación de las variables análisis bivariado con el cálculo de OR, curva ROC con el SVVR al ingreso, 12h, 24h y 48h y finalmente análisis multivariado para controlar variables confusoras.

**RESULTADOS:** Se estudiaron 60 pacientes que se intervinieron de cirugía cardíaca con CEC, 40 sobrevivientes y 20 fallecidos, con diagnóstico de conexión anómala total de venas pulmonares (43.3%), transposición de grandes arterias (25%). El análisis de la curva ROC de las posibles variables predictivas de muerte en los 4 tiempos: lactato, score inotrópico vasopresor, índice ventilatorio y el SVVR, este último mostró la mayor área bajo la curva al ingreso y a las 12 horas (0.82 y 0.87), en especial el SVVR a las 12h postquirúrgicas con un punto de corte de 50, con sensibilidad de 86.7% y especificidad de 75%. Se asocio SVVR en este punto de corte con mortalidad en los recién nacidos postoperados e cirugía cardíaca que requieren CEC con un OR de 15.16 (IC 95% 2.95-77.80), también presentó asociación el SIV>20 OR de 9.75 (IC 95% 1.93-49.14), el lactato>3 solo presento asociación a las 48 h con un OR de 12.72 (IC 95% 1.38-117.26). Además el SVVR presentó asociación con mortalidad al ingreso SVVR >50 con un OR de 28.8 (IC 95% 4.47-238.61), y a las 48 h SVVR>40 con un OR de 4.84 (IC 95% 1.07-21.84).

**Conclusión:** EL SVVR al ingreso,12h y 48h postquirúrgicas es un factor predictivo de muerte. En especial el SVVR presento una mejor AUC a las 12h comparada con las otras variables predictivas de muerte en los cuatro tiempos, con el mejor punto de corte SVVR a las 12h postquirúrgicas mayor a 50 es un factor predictivo de muerte de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca bajo CEC (OR de 15.16 IC 95% 2.95-77.80). No se encontró asociación entre el score vasopresor-ventilador-renal y la estancia en UCIN prolongada mayor a 7 días y la ventilación mecánica prolongada mayor a 3 días.

## ANTECEDENTES:

Los índices de puntuación que pueden reflejar con precisión la severidad de la enfermedad de pacientes críticamente enfermos pueden ser extremadamente valiosos en la medicina contemporánea, proporcionando orientación en el cuidado del paciente (por ejemplo, TRIAGE, pronóstico) y en la investigación clínica (por ejemplo, estratificación). (1)

Específicamente, los niños sometidos a cirugía cardíaca tienen un alto riesgo de necesitar soporte hemodinámico y ventilación mecánica por tiempos prolongados durante sus cuidados postquirúrgicos(2), derivado del daño a órgano terminal que resulta de la necesidad de un tiempo prolongado de circulación extracorpórea y de la disfunción cardiorrespiratoria que resulta de esta (3), viéndose reflejado en un tiempo de estancia en la Unidad de Cuidados Críticos (UCI) prolongado y en un incremento de la mortalidad y la morbilidad asociada a la cirugía. De tal forma que los índices de puntuación que pueden reflejar con precisión la severidad de la enfermedad en pacientes críticamente enfermos son extremadamente valiosos para proporcionar orientación para el cuidado del paciente y la investigación clínica, por lo que la creación de índices que cuantifiquen datos clínicos obtenidos en etapas tempranas postquirúrgicas y que predigan los resultados postquirúrgicos resulta de vital importancia. (4)

Sin embargo, pese a que las complicaciones potenciales postquirúrgicas están bien descritas, el desarrollo de un índice que permita identificar la severidad de la enfermedad y a los niños en riesgo de pobres desenlaces que se recuperan de una cirugía cardíaca ha sido un reto, en gran parte debido a la inherente heterogeneidad de la anatomía y fisiopatología dentro de esta población de pacientes. (5)

En 1995, Wernovsky creó el Score Inotrópico (SI) como parte de un estudio sobre la hemodinamia postquirúrgica después de una cirugía de switch arterial, sin embargo, ningún estudio posterior pudo demostrar la correlación entre el SI y los resultados clínicos. (6) Más tarde, Gaies publicó un estudio retrospectivo utilizando un Score Vasopresor Inotrópico (SVI) actualizado, que demostró una correlación modesta con los resultados clínicos de los pacientes. (7) De forma más reciente, Miletic desarrolló un novedoso índice de severidad de enfermedad el SVVR, que incorpora marcadores validados de la función cardiovascular, pulmonar y renal, y que ha demostrado resultados prometedores en los últimos años (8), específicamente el calculado a las 12 y 48h postquirúrgicas, que demostraron ser

predictores robustos de resultados clínicos a corto plazo en una población heterogénea de niños postoperados de cirugía cardíaca, superando al SVI, al índice de ventilación (IV), al tiempo de circulación extracorpórea, y el lactato sérico, utilizados como medidas tradicionales de la severidad de la enfermedad postquirúrgica. (9,10)

A continuación, se describen los estudios realizados hasta el momento mediante el uso del SVRR en pacientes postoperados de cirugía cardíaca:

**Miletic** en el año 2014 creó el SVVR como un índice novedoso que incorporaba la función respiratoria, cardiovascular y renal postoperatoria, y realizó un estudio para determinar que dicho índice podría predecir con mayor consistencia los resultados de pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca en comparación con el lactato sérico y el SIV. El estudio, de características retrospectivas, incluyó 217 niños menores a 365 días de vida, sometidos a cirugía cardíaca para corrección de cardiopatía congénitas con fisiología bi-ventricular y sin cortocircuitos residuales, a quienes se les calculó el SVVR, el SVI y los niveles de lactato al ingreso, niveles pico y 48h postquirúrgicas, como medidas de desenlace primario consideraron la duración de ventilación mecánica, la duración de agentes vasoactivos, la duración de tubos de drenaje, el tiempo de estancia en UCI y hospitalaria y la mortalidad. Para todas las medidas de desenlace las áreas bajo la curva para el SVVR a las 48h fueron mayores que las correspondientes a los valores del SVVR a la admisión y pico, a las del SVI en los tres tiempos y a las de lactato pico. El área bajo la curva para el SVVR a las 48h y los días de ventilación mecánica prolongada fue de 0.935 (IC95%: 0.900-0.971) siendo el valor más grande observado entre todas las medidas de desenlace. En la regresión multivariada el SVVR a las 48h >22.5 estuvo más fuertemente asociado con intubación prolongada (OR: 39.13, IC 95% 14.1-108.8,  $p<0.0001$ ), de manera más significativa que el SVI a las 48h (OR:6.18, IC 95% 2.9-13.4,  $p<0.0001$ ) y el lactato pico (OR:2.52,  $p=0.017$ ). El SVVR también estuvo asociado de manera más significativa con el uso prolongado de infusiones vasoactivas, tubos de drenaje y el tiempo de estancia en UCI y hospitalaria, comparado con el SVI y los niveles pico de lactato. El valor del SVVR a las 48h de los 3 pacientes fallecidos fue de 51.2, 69.3 y 78.2, que representó 3 de los valores calculados más altos. (8)

Más tarde en el año 2016 el mismo autor **Miletic** validó el SVVR en un estudio prospectivo que incluyó 92 niños menores de 18 años de edad sometidos a cirugía cardíaca que requirió

circulación extracorpórea para corrección de cardiopatías congénitas de cualquier fisiología, a quienes se les calculó el SVVR y el SIV al ingreso, nivel pico y a las 48h postquirúrgicas, además de lactato sérico a la 48h, como medidas de desenlace primario consideraron la duración de la ventilación mecánica y el tiempo de estancia en UCI y hospitalaria. Para los 3 tiempos evaluados, el SVVR tuvo un mejor desempeño y una mayor área bajo la curva comparado con el SIV para todas las medidas de desenlace. Así mismo, de las 3 mediciones de SVVR, el SVVR a las 48h presentó la mayor área bajo la curva para todas las medidas de desenlace, especialmente respecto a la ventilación mecánica prolongada (con un ABC 0.980, IC 95%: 0.950 a 1.00), y para la estancia en UCI prolongada (ABC 0.919). En el modelo de regresión logística para el SVVR a las 48h y el SIV a las 48h, con valores de corte de 13 y 6 respectivamente, se encontró que un SVVR a los 48h >13 estuvo fuertemente asociado a un riesgo incrementado de ventilación mecánica prolongada (OR 110, IC 95%: 20 a 588), el SIV a las 48h también demostró una asociación significativa, pero menor (OR 31, IC 95%: 8 a 128). En relación a la estancia en UCI y hospitalaria prolongada, el SVVR a las 48h también demostró la asociación más fuerte con respecto a la SVVR al ingreso y niveles pico. El lactato sérico a las 48h no demostró ninguna asociación significativa con ninguna medida de desenlace. (11)

En el mismo año 2016 **Scherer**, con la finalidad de evaluar el desempeño del SVVR en un tiempo postoperatorio temprano específico, realizó un estudio prospectivo que incluyó 164 pacientes (niños y adultos) postoperados de cirugía cardíaca para corrección de cardiopatías congénitas (con o sin bomba extracorpórea), a quienes se le calculó el SVVR, VIS y lactato a las 6, 12, 24 y 48h postquirúrgicas, como medida de desenlace primario se incluyó la estancia hospitalaria prolongada. El valor del área bajo la curva fue mayor para el SVVR que las correspondientes al SIV y lactato sérico para cada tiempo evaluado ( $p < 0.05$  para todas las comparaciones). El SVVR a las 6, 12, y 24h fue tan predictivo como el SVVR a las 48h, sin embargo, de las 4 mediciones el SVVR a las 12h tuvo el mayor valor de área bajo la curva como predictor de una estancia hospitalaria prolongada (17.5 días) (ABC 0.93, IC 95% 0.89-0.97). En el análisis de regresión multivariada, después del ajuste para potenciales confusores, el SVVR a las 12h permaneció como un fuerte predictor independiente de estancia hospitalaria prolongada (OR 1.15; IC 95% 1.10-1.20), específicamente, con cada incremento de 1 en la puntuación SVVR a la 12h postquirúrgicas, la probabilidad de una estancia hospitalaria prolongada incrementa en un

15%. Se procedió a dicotomizar el SVVR a la 12h, de tal forma que los pacientes con SVVR a las 12h > o igual a 25 fueron definidos con un SVVR alto, el cual permaneció fuertemente asociado con una estancia hospitalaria prolongada (OR 31; IC95% 10-90). No hay ninguna muerte en la muestra de pacientes. (12)

En el año 2018 **Cashen** realizó un estudio retrospectivo multicéntrico para la validación del SVRR como predictor de ventilación prolongada, definida como mayor a 96h, que incluyó una cohorte de 275 neonatos sometidos a cirugía cardíaca, con o sin circulación extracorpórea, a quienes se les midió el SVVR, SIV, IV y los niveles lactato al ingreso, 6 y 12h postquirúrgicas. Como medidas de desenlace primario consideraron la ventilación mecánica prolongada, y de desenlace secundario la estancia intrahospitalaria prolongada (mayor a 30 días) y la mortalidad. Encontrando que el área bajo la curva para ventilación mecánica prolongada fue significativamente mayor para el SVVR en cada tiempo evaluado (área bajo la curva de 0.82 con un IC 95% 0.77-0.88), comparada con las correspondientes para el SIV, IV y lactato sérico. En el análisis multivariado el valor pico del SVVR permaneció como un fuerte predictor independiente de ventilación mecánica prolongada, específicamente, por cada incremento de 1 punto en el valor pico del SVVR del paciente, la probabilidad de ventilación mecánica prolongada incrementó un 8% (OR (por cada unidad de incremento) de 1.08 con un IC al 95% de 1.04-1.12). Para los neonatos con un valor pico del SVVR mayor o igual a 35, la probabilidad de una ventilación mecánica prolongada fue tres veces mayor que para los pacientes con un valor pico de SVVR menor a 35 (OR de 3.4, IC al 95% de 1.7-7.1), de la misma manera, los pacientes con un valor pico del SVVR mayor o igual a 35 la probabilidad de una estancia en UCI prolongada fue tres veces mayor que el resto de la cohorte (OR de 3.8 con un IC al 95% de 2.0-7.3) y su mortalidad fue mayor comparada con el resto de la cohorte (2% vs 9%,  $p=0.01$ ). (13)

Finalmente, también en el año 2018, **Shahzad**, con el objetivo de determinar el tiempo en el que el SVVR predice mejor el pronóstico de los pacientes, realizó un estudio prospectivo que incluyó 1097 niños menores de 18 años sometidos a cirugía cardíaca a quienes se les midió el SIV y el SVVR al ingreso, 24 y 48h postquirúrgicas. Las variables de resultado de interés fueron el tiempo de estancia en UCI prolongado (definido como mayor a 89h) y la mortalidad. En el estudio se reportó una mortalidad del 2.2% y se observó que el SVVR a las 48h se correlacionó mejor tanto con el tiempo de estancia en UCI prolongado como con la mortalidad, con un coeficiente de correlación de 0.63 y 0.23, respectivamente. Así mismo,

el SVVR tuvo una mayor área bajo la curva comparada con la correspondiente al SIV en cada tiempo evaluado, específicamente, el área bajo la curva del SVVR a las 48h postquirúrgicas fue mayor para predecir tanto un tiempo de estancia en UCI prologado (0.87) como la mortalidad (0.92). El área bajo la curva de SVVR en los diferentes tiempos fue comprada entre sí, en cuanto a la mortalidad no se encontró diferencia significativa entre el SVVR a las 24 y 48h ( $Z=0.79$ ;  $O=0.43$ ), pero ambas si fueron significativamente mejores que el SVVR al ingreso. En cuanto a la estancia en UCI prolongada, el SVVR a las 48h fue significativamente mejor que el SVVR a las 24h ( $Z=2.45$ ;  $p=0.015$ ) y que el SVVR al ingreso ( $Z=7.28$ ;  $p=0.001$ ). En el análisis de regresión multivariado, el SVVR a las 48h permaneció como un predictor robusto tanto con una estancia en UCI prolongada (OR de 1.24, IC al 95% de 1.19-1.29;  $p=0.000$ ) como de mortalidad (OR de 1.16, IC al 95% de 1.10-1.22;  $p=0.000$ ). Un valor de corte de 5 de SVVR a las 48h se seleccionó para una estancia en UCI prolongada con una sensibilidad del 81% y una especificidad de 77% y para la mortalidad un valor de 12 con una sensibilidad del 92% y especificidad del 89%. (14)

A través de estos estudios, el SVVR, específicamente a las 48h postquirúrgicas, ha demostrado ser un predictor robusto de los resultados clínicos a corto plazo en niños sometidos a cirugía cardíaca, proporcionando un grado de precisión mayor a otras medidas utilizadas comúnmente para determinar la severidad de la enfermedad postquirúrgica, como el lactato sérico y el SVI, sin embargo, solo existe reportado un estudio realizado en población neonatal, población especialmente susceptible a desarrollar complicaciones derivadas del procedimiento quirúrgico con afección de su sistema cardiovascular, pulmonar y renal (15); además, la mayoría de los estudios realizados reportan una baja mortalidad en su población de estudio, por lo que resulta interesante explorar el comportamiento de este índice de puntuación en poblaciones con comportamiento diferente.

---

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, especialmente aquellos con cardiopatías congénitas complejas, requieren de un soporte postquirúrgico hemodinámico y ventilatorio complejo durante un periodo de recuperación prolongado. El manejo postquirúrgico de estos pacientes complicados está enfocado principalmente en restablecer la homeostasis cardiopulmonar y mitigar el daño orgánico asociado a la disfunción cardiopulmonar postquirúrgica. Hasta la fecha, el desarrollo de índices que reflejen con precisión la severidad de su enfermedad y el grado de soporte hemodinámico y ventilatorio requerido en estos pacientes ha sido un reto.

El SIV y el lactato sérico han sido investigados como medios para este fin, y ambos han mostrado una correlación modesta con el pronóstico de los pacientes. Por un lado, el SIV cuantifica el grado de soporte farmacológico postquirúrgico requerido para mantener una adecuada estabilidad hemodinámica, mientras que el lactato sérico es representativo de la perfusión orgánica. Sin embargo, los niños que se recuperan de una cirugía cardíaca con frecuencia cursan con disfunción multiorgánica, con afectación especial a la integridad de los sistemas pulmonar y renal, y ni el lactato sérico, ni el SIV, reflejan la función de estos sistemas orgánicos.

Recientemente, se desarrolló un sistema de puntuación que incorpora marcadores postquirúrgicos de disfunción cardiovascular, pulmonar y renal, los tres sistemas orgánicos más comúnmente afectados en niños después de una cirugía para corrección de cardiopatía congénita. A través de algunos estudios se ha podido demostrar la utilidad de este novedoso sistema de puntuación, el SVVR, como factor pronóstico después de una cirugía cardíaca, sin embargo, son pocos los estudios realizados en población neonatal, población que requiere de una atención especial, debido a su inmadurez fisiológica basal y a que con frecuencia desarrollan en el periodo postquirúrgico, alteraciones de la función cardíaca, lesión renal aguda y afectación de la función pulmonar.

Por lo que se requiere realizar más estudios que permitan ampliar el conocimiento sobre la utilidad del SVVR como factor pronóstico de mortalidad y de otras medidas objetivas de desenlace, de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea. Por lo anterior, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

---

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál será la utilidad del Score vasopresor-ventilación-renal para pronosticar la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea?

## **HIPÓTESIS**

El Score vasopresor-ventilación-renal a las 48h postquirúrgicas >30 podrá pronosticar la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la utilidad del Score vasopresor-ventilación-renal (SVVR) para pronosticar la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la utilidad del Score vasopresor-ventilación-renal para pronosticar la presencia de ventilación mecánica prolongada >3 días en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.
- Determinar la utilidad del Score vasopresor-ventilación-renal para pronosticar la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) prolongada > 7 días de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.

---

## JUSTIFICACIÓN

Existe evidencia científica a través de algunos estudios que demuestran la utilidad del Score vasopresor-ventilación-renal para pronosticar la mortalidad de los niños postoperados de cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea, sin embargo, esta evidencia no es consistente y son pocos los estudios realizados en la población neonatal, por lo que se requiere de la elaboración de más estudios de calidad en esta población específica.

De comprobar en el presente estudio la utilidad del SVVR como factor pronóstico de mortalidad en los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requiere CEC, en un futuro se podrán estandarizar conductas y justificar cambios en el manejo de forma oportuna para mejorar el pronóstico de estos pacientes.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de casos y controles anidado en una cohorte retrospectiva, en el cual se incluyeron recién nacidos con diagnóstico de cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea, ingresados para cuidados postquirúrgicos en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI en el periodo comprendido de enero 2018 a diciembre del 2019. Se calculó el SVVR al ingreso, 12h, 24h, y 48h postquirúrgicas y se registró el desenlace de los pacientes (sobrevivientes y no sobrevivientes).

## DEFINICIÓN DE CASO Y CONTROL

- Los casos fueron los recién nacidos intervenidos de cirugía cardíaca bajo CEC que fallecieron en la UCIN durante su período postquirúrgico.
- Los controles fueron los recién nacidos intervenidos de cirugía cardíaca bajo CEC que sobrevivieron en la UCIN durante su periodo postquirúrgico.
-

---

## CRITERIOS DE SELECCIÓN

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita intervenidos de cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea.
- Ambos sexos
- Que hayan ingresado a la UCIN del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI para cuidados postquirúrgicos durante el periodo comprendido de enero del 2018 a diciembre del 2019.

### CRITERIO DE ELIMINACIÓN

- Paciente que no cuente con expediente clínico completo.
- Paciente procedente de quirófano que no cuente con ningún estudio de gasometría arterial y/o determinación de Cr sérica prequirúrgica y postquirúrgica durante su estancia en el servicio de UCIN
- Los pacientes con más de una cirugía cardíaca en la misma hospitalización.
- Paciente que requieran Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) durante sus cuidados postquirúrgicos.

### TAMAÑO DE LA MUESTRA:

El tipo de muestreo fue probabilístico de casos consecutivos. Se calculó el tamaño de muestra con fórmula para estudio de cohorte, mediante el programa en línea OpenEpi (<https://www.openepi.com/SampleSize/SSCC.htm>) de acuerdo al estudio de Miletic 2014, con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y un poder estadístico del 80%. Se consideró un valor de OR de 39.13. De acuerdo al cálculo, corresponden 25 sujetos, 12 sujetos por grupo, sobrevivientes y no sobrevivientes.

## VARIABLES

### DEPENDIENTE

- Muerte
- Días de ventilación mecánica > 3 días
- Días de estancia en la UCIN > 7 días

### INDEPENDIENTES

- Score vasopresor-ventilación-renal al ingreso, 12, 24 y 48h postquirúrgicas

### DESCRIPCIÓN DE VARIABLES:

Variable	Definición operacional	Escala de medición	Categoría
Muerte	Momento de pérdida de la vida del paciente durante su estancia en UCIN	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Días de estancia en la UCIN	Tiempo transcurrido desde la fecha del ingreso del paciente al servicio de UCIN para cuidado postquirúrgicos hasta su alta del servicio o defunción	Cuantitativa discreta	Días
Días de ventilación mecánica	Tiempo en el que el paciente se mantuvo bajo asistencia mecánica ventilatoria a partir de su ingreso a la UCIN para cuidados postquirúrgicos y hasta su primera extubación	Cuantitativa discreta	Días
Score vasopresor-ventilación-renal (SVVR) al ingreso 24, 48 y 72h postquirúrgicas	<p>Resultado de la siguiente fórmula:  <math>SVVR = \text{Score inotrópico-vasopresor (SIV)} + \text{Índice ventilatorio (IV)} + \text{Índice renal (IR)}</math>.                      Donde:  <math>SIV = \text{dosis de dopamina (mcg/kg/min)} + \text{dosis de dobutamina (mcg/kg/min)} + 100 \times \text{dosis de epinefrina (mcg/kg/min)} + 10 \times \text{dosis de milrrinona (mcg/kg/min)} + 10,000 \times \text{dosis de vasopresina (U/kg/min)} + 100 \times \text{dosis de norepinefrina (mcg/kg/min)}</math>                      Para pacientes sin apoyo vasoactivo <math>SIV=0</math></p>	Cuantitativa continua	0-100

$$IV = FR \times (PIP - PEEP) \times PaCO_2 / 1000$$

Donde FR (Frecuencia respiratoria del ventilador), PIP (Presión inspiratoria pico), PEEP (Presión positiva al final de la espiración), PaCO<sub>2</sub> (Presión arterial de oxígeno)

Para pacientes extubados IV=0

$$IR = \Delta Cr \times 10$$

Donde  $\Delta Cr$  = Cr postquirúrgica (al ingreso, 12, 24 y 48 hrs) - Cr prequirúrgica

Para pacientes con Cr postquirúrgica menor a la Cr prequirúrgica IR=0. Valores de Creatinina en mg/dl.

El SVVR se calculará al ingreso, 12, 24 y 48hrs postquirúrgicas, o antes, en caso de que el paciente muera o se egrese del servicio.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

1. Se solicitó la autorización por el comité local de Ética del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional siglo XXI,
2. En la libreta de ingresos y egresos del servicio de UCIN, se identificaron los pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales con cardiopatía congénita, posteriormente en la libreta de Quirófano se seleccionó a los que fueron sometidos a cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea y que cumplieron con los criterios de inclusión, durante el periodo comprendido de enero 2018 a diciembre 2019.
3. Se realizó la revisión de los expedientes clínicos de los pacientes seleccionados en el archivo médico y se llenó la hoja de recolección de datos elaborada *ex profeso*.
4. Posteriormente se registró la información de cada paciente en una base de datos electrónica
5. Se realizó el análisis estadístico con el programa SPSS 25
6. Se redactó el informe final

---

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Análisis descriptivo: se calcularon frecuencias con porcentajes para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas medidas de tendencia central (media o mediana) y dispersión (desviación estándar o mínimos y máximos) dependiendo de la distribución de las variables.
- Análisis bivariado: la comparación se realizó entre sobrevivientes y no sobrevivientes. Para determinar la diferencia de proporciones entre ambos grupos, para las variables cualitativas se realizó prueba de chi cuadrada o prueba exacta de Fisher y para las variables cuantitativas con distribución normal se aplicó la prueba t de Student y para las variables cuantitativas con distribución diferente a la normal se utilizó la U de Mann Whitney.
- Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0.05$ .
- Se realizó curva ROC con el SVVR en los 4 tiempos para determinar el mejor punto de corte.
- Se realizó análisis bivariado con cálculo de OR y los intervalos de confianza a 95% para el SVVR en los 4 tiempos.

## ASPECTOS ÉTICOS

El proyecto se apegó a las recomendaciones internacionales de la declaración de Helsinki 2013 de la Asociación Médica Mundial “Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos”.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud vigente en materia de Investigación para la Salud, en el título segundo sobre los aspectos éticos de la investigación en seres humanos y conforme a lo que se comenta en el artículo 17, el estudio clasificó como una investigación sin riesgo debido a que únicamente implicó la revisión de expedientes, sin realizar intervenciones en los individuos participantes. Por lo que, considerando la naturaleza retrospectiva del estudio, no se requirió consentimiento informado.

Toda la información fue manejada de manera confidencial y se mantuvo la privacidad del paciente en todo momento. No se capturaron los nombres de los pacientes, en su lugar se asignó un número de folio.

---

La información será resguardada por tres años en el archivo general del servicio y el responsable será el Jefe del departamento clínico de Neonatología

Los resultados obtenidos de este estudio representan un beneficio indirecto, ya que se obtuvo conocimiento científico con respecto a la utilidad del SVVR como factor pronóstico de mortalidad en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca.

Los resultados se presentarán en congresos nacionales e internacionales y se publicarán artículos científicos en revistas internacionales que permitan su divulgación, así como la transferencia y asimilación de los mismos.

El protocolo fue autorizado por el Comité Local de Investigación en Salud (CLIES) del HP CMN SXXI con el número: R-2020-3603-017

## **FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD**

El estudio fue factible debido a que se contó con los recursos necesarios para llevar a cabo la presente investigación:

- Recursos humanos: la recolección de datos, así como el análisis estadístico e interpretación se llevó a cabo por el investigador (residente de neonatología) y los tutores.
- Recursos materiales: se contó con el material necesario, tales como, un archivo clínico en donde se almacenan los expedientes de los pacientes del Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI, además de disponibilidad de personal y material de consumo para actividades de recolección de la información, como lápices, computadoras, así como programas para la captura de la información y su análisis.
- Recursos financieros: el estudio no requirió de financiamiento especial ya que los recursos financieros mínimos requeridos fueron cubiertos por los investigadores

---

## RESULTADOS

Durante el periodo de estudio, se ingresaron 706 pacientes a la UCIN, sede del presente trabajo, de los cuales 66 recién nacidos fueron intervenidos de cirugía cardíaca sometidos bajo bomba de circulación extracorpórea (CEC) entre enero 2018 a diciembre de 2019, de estos, 66 pacientes sobrevivieron más de 12h a la cirugía, no se incluyeron 6 pacientes (10%) por falta de expediente, por lo que el grupo final de estudio lo conformaron 60 neonatos, al reunir los criterios de selección, de los cuales fallecieron 33% y constituyeron los “casos” y el restante 66% sobrevivieron y fueron los “controles” contemporáneos.

En la tabla 1 se observan las variables demográficas y prequirúrgicas de la población general, donde destaca medianas: de edad de 17 días, de peso en 2.96kg y de talla de 49 cm. La cardiopatía más frecuentemente observada fue la conexión anómala de venas pulmonares (CAVP) con un 43.3%, seguida de la transposición de grandes arterias (TGA) con un 25%. No hubo diferencia significativa para ninguna variable entre los pacientes sobrevivientes y no sobrevivientes.

Tabla 1. Datos demográficos y prequirúrgicos de la población general y por grupos \*

Datos demográficos y prequirúrgicos							
Variables	Total (n=60)		Sobreviviente (n=40)		No sobreviviente (n=20)		valor de p
<b>Sexo</b>							
femenino (n %)	23	38.30%	13	32.50%	10	50%	0.26
masculino (n %)	37	61.70%	27	67.50%	10	50%	
<b>Edad (días) (mediana/mín-máx)</b>	17	2-147	16.5	2-147	19.5	6-60	0.96
<b>Peso (kg) (mediana/mín-máx)</b>	2.96	1.67-4	3.03	1.67-3.93	2.71	1.95-4.0	0.28
<b>Talla (cm) (mediana/mín-máx)</b>	49	44-53	49	45-52	49	44-53	0.23
<b>Anormalidades no cardíacas concomitantes (n %)</b>	12	20%	6	15%	6	30%	0.18
<b>Tipo de cardiopatía</b>							
transposicion de grandes vasos (n %)	15	25%	8	20,0%	7	35,0%	0.75
conexion anomala total de venas pulmonares (n %)	26	43.30%	19	47,5%	7	35,0%	
Cor triatriatum (n %)	1	1.70%	1	2,5%	0	0,0%	
comunicación interventricular (n %)	4	6.70%	2	5,0%	2	10,0%	
coartación aortica (n %)	5	8.30%	4	10,0%	1	5,0%	
ventana aortopulmonar (n %)	1	1.70%	1	2,5%	0	0,0%	
Sx Vetriculo Izquierdo hipoplasico (n %)	2	3.30%	2	5,0%	0	0,0%	
tronco arterioso (n %)	2	3.30%	1	2,5%	1	5,0%	
Atresia pulmonar (n %)	1	1.70%	1	2,5%	0	0,0%	
interrupcion de arco aortico (n %)	2	3.30%	1	2,5%	1	5,0%	
A Ebstein (n %)	1	1.70%	0	0,0%	1	5,0%	
<b>Clasificación de cardiopatía</b>							
Acianógena (n %)	10	16.70%	7	17.50%	3	15%	0.55
Cianógena (n %)	50	83.30%	33	82.50%	17	85%	
<b>ASA</b>							
3 (n %)	26	43.30%	18	45,0%	8	40,0%	0.78
4 (n %)	34	56.70%	22	55,0%	12	60,0%	
<b>RACHS-1</b>							
2 (n %)	13	21.70%	8	20,0%	5	25,0%	0.29
3 (n %)	13	21.70%	9	22,5%	4	20,0%	
4 (n %)	31	51.70%	22	55%	9	45,0%	
5 (n %)	2	3.30%	0	0,0%	2	10,0%	
6 (n %)	1	1.70%	1	2.50%	0	0,0%	
<b>Ventilación mecánica prequirúrgica (n %)</b>	33	55%	20	50%	13	65%	
<b>Tiempo de estancia UCIN preqx (días) (mediana/mín-máx)</b>	4	0-137	3	0-137	5	0-45	0.89
<b>Uso de vasoactivos prequirúrgicos (n %)</b>	34	56.70%	21	52.50%	13	65%	0.41

\*Análisis mediante X2 de Pearson para variables cualitativas y mediante prueba de t de Student para variable cuantitativas con distribución normal, con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

En la tabla 2 se describen las variables transquirúrgicas de la población general, como los tiempos de circulación extracorpórea, el porcentaje de pacientes con pinzamiento aórtico y el tiempo de este, y el porcentaje de pacientes con arresto circulatorio y el tiempo de este.

También se describen las variables postquirúrgicas de la población general, en la que destaca que el 78% de los pacientes tuvieron esternotomía abierta, con una mediana de 2 días de duración. La mediana del tiempo de estancia en UCIN fue de 20 días, del tiempo de ventilación mecánica fue de 7 días y del tiempo de fármacos vasoactivos fue de 4 días. 33.3% de los pacientes presentaron evento de paro cardiorrespiratorio y 60% infección nosocomial.

Se demostró diferencia estadística en el tiempo de esternotomía abierta y de estancia en UCIN y en la presencia de paro cardiorrespiratorio y de infección nosocomial entre el grupo de pacientes sobrevivientes y no sobrevivientes.

Tabla 2. Datos transquirúrgicos y postquirúrgicos de la población general y por grupos\*

Datos transquirúrgicos y postquirúrgicos							
Variabes	Total (n=60)		Sobreviviente (n=40)		No sobreviviente (n=20)		valor de p
Tiempo de circulación extracorpórea (min) (mediana/mín-máx)	92	44-190	90.5	44-190	98	53-188	0.5
Pinzamiento aórtico (n %)	58	96.70%	38	95%	20	100%	0.54
Tiempo de pinzamiento aórtico (min) (mediana/mín-máx)	50.5	14-124	47.5	14-116	53	17-124	0.14
Arresto circulatorio (n %)	38	63.30%	26	65%	12	60%	0.78
Tiempo de arresto circulatorio (min) (mediana/mín-máx)	35	8-92	33	8-92	46	16-91	0.41
Esternotomía abierta (n %)	47	78.30%	30	75%	17	85%	0.51
Tiempo de esternotomía abierta (días) (mediana/mín-máx)	2	1-4	2	1-4	1	1-4	0.001
Tiempo de estancia en UCIN (días) (mediana/mín-máx)	20	1-80	22.5	7-70	1.5	1-80	0.003
Tiempo de ventilación mecánica (días) (mediana/mín-máx)	7	1-80	16	3-67	1.5	1-80	0.16
Días de fármacos vasoactivos (días) (mediana/mín-máx)	4	1-51	5.5	1-19	1.5	1-51	0.49
Evento de paro cardiorrespiratorio (n %)	20	33.30%	4	10%	16	80%	<0.0001
Infección nosocomial (n %)	36	60%	29	72.50%	7	35%	0.01

\*Análisis mediante X2 de Pearson para variables cualitativas y mediante prueba de t de Student para variable cuantitativas con distribución normal, con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

En la tabla 3 se observa el análisis por curva ROC de las diferentes variables predictivas de muerte en los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, en las que se incluyó el lactato, el score inotrópico vasopresor (SIV), el índice ventilatorio (IV) y el score vasopresor ventilatorio renal (SVVR), evaluados al ingreso, 12h, 24h y 48h.

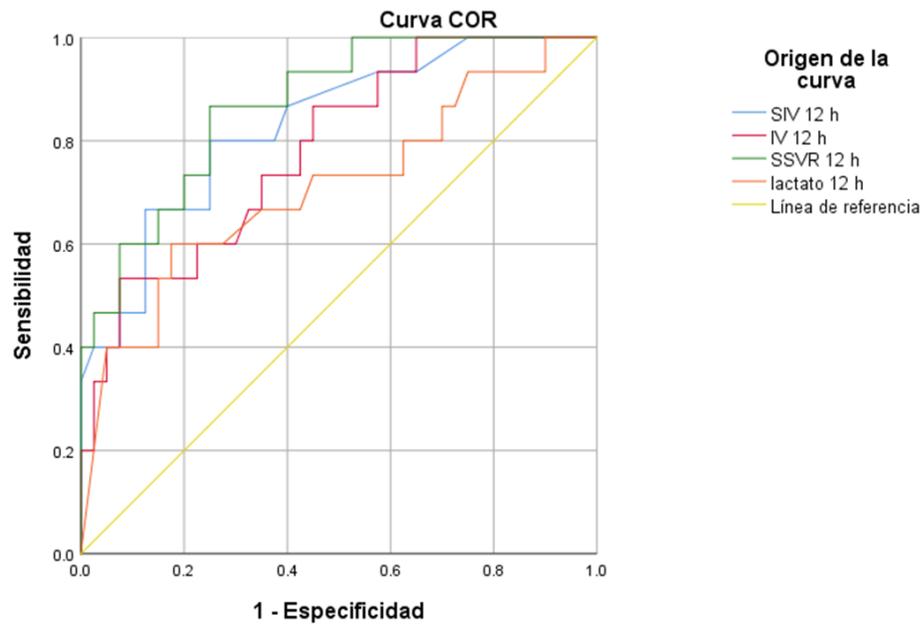
Destaca que entre el SVVR al ingreso y 12h mostró una mayor área bajo la curva. A las 24h postquirúrgicas el índice ventilatorio mostró una mejor área bajo la curva y a las 48h el nivel de lactato. Los valores más bajos del área bajo la curva correspondieron a la clasificación RACHS-1 y a la duración de la circulación extracorpórea.

Tabla 3. Análisis por curva ROC de variables predictivas de mortalidad

Análisis por curva ROC de variables predictivas y muerte						
Variables		Mediana (RIQ)		Valor máximo	Área bajo la curva (IC 95%)	
<b>Al ingreso</b>						
	Lactato	6.5	4.35-10.17	15	0.75	0.60-0.90
	SIV	25	10-50	310.5	0.82	0.72-0.93
	IV	27.75	18.72-36.37	156	0.75	0.62-0.88
	SVVR	55.65	36.52-92.42	336	<b>0.84</b>	0.73-0.94
<b>12h</b>						
	Lactato	4.1	2.3-7.0	15	0.71	0.54-0.87
	SIV	20	10-40	495	0.83	0.71-0.95
	IV	19.6	14.1-28.08	149.6	0.78	0.65-0.91
	SVVR	44.4	29.6-72.25	542	<b>0.87</b>	0.77-0.96
<b>24h</b>						
	Lactato	2.75	1.67-4.02	14.6	0.63	0.44-0.81
	SIV	12.25	5-30.25	230	0.66	0.46-0.86
	IV	17.85	11.42-26.22	107.2	<b>0.81</b>	0.68-0.94
	SVVR	36	25.22-66.55	282.5	0.74	0.57-0.90
<b>48h</b>						
	Lactato	2.3	1.47-3.45	15	<b>0.81</b>	0.64-0.97
	SIV	11.55	5-25.62	250	0.74	0.55-0.93
	IV	17.05	11.65-23.64	113.1	0.63	0.43-0.84
	SVVR	32.9	23.55-59.11	303	0.76	0.58-0.94
<b>RACHS-1</b>						
		4	3-4	6	0.5	0.33-0.66
<b>Duración de circulación extracorpórea (min)</b>						
		92	73.25-133.75	190	0.53	0.38-0.69

En el gráfico 1 se observan las curvas ROC de las variables predictivas de muerte evaluadas a las 12h postquirúrgicas, en la que también se aprecia que el SVVR cuenta con la mayor área bajo la curva, y que el mejor punto de corte del SVVR a las 12h postquirúrgicas asociado a defunción de los RN nacidos postoperados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea fue de 50, y corresponde a una sensibilidad de 86.7% y una especificidad del 75%.

Grafico 1. Curva ROC de las variables predictivas de muerte evaluadas a las 12h postquirúrgicas.



Se determinó el valor de OR para las variables lactato, SIV y SVVR, dicotomizadas de acuerdo al mejor punto de corte observado mediante curva ROC. En la tabla 4, se puede observar que al ingreso el SIV muestra un OR de 13.22 (IC 95% 3.25-53.69), a las 12h el SVVR muestra un OR de 15.16 (IC 95% 2.95-77.80), y a las 48h el lactato muestra un OR de 12.72 (IC 95% 1.38-117.26).

Tabla 4. Valores de OR para las variables predictivas de muerte.

Valores de OR para variables predictivas de muerte				
Variables		OR	IC 95%	p
Al ingreso	Lactato >5	2.25	0.54-9.33	0.26
	SIV >30	13.22	3.25-53.69	<0.001
	SVVR >50	28.8	3.47-238.61	0.002
12h	Lactato >4	2.5	0.58-10.78	0.21
	SIV >20	9.75	1.93-49.14	0.006
	SVVR >50	15.16	2.95-77.80	0.001
24h	Lactato >3	3.33	0.34-32.19	0.29
	SIV >20	2.78	0.67-11.55	0.15
	SVVR >40	2.57	0.61-10.70	0.19
48h	Lactato >3	12.72	1.38-117.26	0.02
	SIV >10	3.42	0.64-18.25	0.14
	SVVR >40	4.84	1.07-21.84	0.04

Finalmente se evaluó el impacto del SVVR 12h >50 sobre otras variables de desenlace, y como se observa en la tabla 5, no se encontró asociación con la ventilación mecánica prolongada (mayor al percentil 25: 3días), ni con la estancia en UCIN prolongada (mayor al percentil 25: 7 días).

Tabla 5. Análisis del SVVR 12h como variable categórica con punto de cohorte de 50 sobre otras variables de desenlace\*

Análisis del mejor punto de corte del SVVR 12h sobre otras variables de desenlace					
Variables	SVVR 12h < 50 (n=30)		SVVR > 51 (n=25)		p
Ventilación mecánica prolongada >3días (n %)	26	86.7%	18	72%	0.19
Estancia en UCIN prolongada >7días (n %)	28	93.3%	15	60%	0.007
Días de fármacos vasoactivos (mediana/mín-máx)	5.5	1-19	5	1-15	0.29

\*Análisis mediante X2 de Pearson para variables cualitativas y mediante prueba de t de Student para variable cuantitativas con distribución normal, con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

## DISCUSIÓN

La mortalidad en CCC es en general alta comparada con las cardiopatías del adulto, se han hecho esfuerzos en las últimas dos décadas para disminuirla, desde mejorar la técnica para la CEC, la evaluación prequirúrgica y postquirúrgica con diferentes biomarcadores, desde los bioquímicos como lactato, saturación venosa de O<sub>2</sub>, entre otros, así como el diseño de escalas de evaluación de gravedad y fisiológicas, o compuestas, que pueda ser buenos predictores de riesgo de fallecimiento de pacientes con CCC, para poder iniciar medidas preventivas y de sostén antes de realizar la cirugía cardíaca, entre ellos el score vasopresor (SIV), y recientemente el score inotrópico vasopresor renal SVVR) que fue concebido como un índice de severidad de la enfermedad para pacientes en recuperación de cirugía cardíaca, este índice se diferenciaba de otros al incluir la evaluación de varios sistemas orgánicos que se ven comprometidos durante el estado postquirúrgico. (8), ha sido estudiado en pacientes adultos y pediátricos, con poca información de su utilidad en recién nacidos, y es precisamente el objetivo del presente estudio fue el de evaluar la utilidad de este índice como predictor de mortalidad en RN con CCC que son operados bajo CEC

Basados en esta consideración, fue que se formuló la hipótesis de que un índice de severidad de enfermedad que incluyera medidas de la función cardiovascular, respiratoria y renal, podría ser más representativo de la gravedad de la enfermedad que estos frágiles niños están experimentando. (8)

Por este motivo se decidió investigar cual sería el comportamiento del SVVR en una población de recién nacidos con padecimientos cardíacos congénitos mixtos, en su mayoría cardiopatía congénita cianógena, sometidos a una variedad de procedimientos quirúrgicos correctivos con uso de bomba de circulación extracorpórea.

En nuestro estudio se pudo demostrar que el SVVR obtenido al ingreso y a las 12h postquirúrgicas fueron los mejores predictores de muerte, comparados con los valores de lactato sérico, el SIV, el IV (en los mismos tiempos evaluados), la clasificación RACHS-1 y la duración de la circulación extracorpórea, aunque, la mayor área bajo la curva observada en los 4 tiempos evaluados correspondió al SVVR a las 12h postquirúrgicas, el cual incluso

permaneció como un factor predictivo de muerte independiente en un modelo que incluía diversas variables adicionales frecuentemente asociadas con la probabilidad de muerte.

También se encontró que el mejor punto de corte del SVVR a las 12h postquirúrgicas para predecir la muerte de los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea fue de 50, con una sensibilidad de 86.7% y una especificidad del 75%.

El hallazgo que el área bajo la curva del SVVR tuvo valores más altos al ingreso y a las 12horas postquirúrgicas y disminuyeron significativamente en las siguientes 48h, puede estar asociado al soporte hemodinámico y ventilatorio máximo requerido en el momento que se suspende la bomba de circulación extracorpórea, a los efectos fisiológicos significativos de la bomba de circulación extracorpórea y al proceso de adaptación a la nueva fisiología circulatoria postquirúrgica al que el cuerpo es sometido, sumados a los cambios presentados durante el transporte del paciente a la UICN y a la severidad de la disfunción orgánica. (14)

La mayoría de los estudios realizados hasta el momento en el que se evaluó la efectividad del SVVR, no pueden asociar de manera adecuada este score con la mortalidad de los pacientes, debido al bajo número de muertes observado en sus poblaciones. (11, 12, 13, 14)

En el año 2018 Shahzad y cols en su estudio prospectivo de niños menores de 18 años sometidos a cirugía cardíaca, observaron que el área bajo la curva del SVVR a las 48h postquirúrgicas fue mayor para predecir mortalidad y este, permaneció como un predictor de muerte robusto luego del análisis multivariado, con un valor de cohorte de 12, sin embargo, su estudio solo evaluó los resultados del SVVR al ingreso, 24 y 48h postquirúrgicas y reportaron una mortalidad del 2.2%, por debajo de los hallazgos de nuestro estudio. (14)

De manera similar, Cashen también en el año 2018, realizó un estudio retrospectivo multicéntrico de una cohorte de neonatos sometidos a cirugía cardíaca con o sin circulación extracorpórea, en el que observaron que el SVVR presentó un área bajo la curva significativamente mayor al ingreso, 6 y 12 h postquirúrgicas para predecir ventilación mecánica prolongada, en comparación con el SIV, el IV y el lactato sérico. También se observó que los pacientes con un valor pico del SSVR mayor o igual a 35 tenían mayor

probabilidad de muerte, sin embargo, no se estudió la mortalidad como desenlace primario, debido al bajo número de muertes presentadas durante el estudio, cuya mortalidad fue del 4.3%. (13)

Esta diferencia de mortalidad probablemente se deba al tipo de población en nuestro estudio, ya que solo fueron incluidos recién nacidos en su mayoría con cardiopatías congénitas cianógenas complejas operados con bomba de circulación extracorpórea, situación que se refleja en las características demográficas de nuestra población, cuya cardiopatía más frecuentemente observada fue la Conexión anómala de venas pulmonares seguida de la Trasposición de grandes vasos, con un riesgo anestésico en su mayoría III (enfermedad sistémica severa o descompensada) y IV (enfermedad severa con peligro de muerte), y con un riesgo quirúrgico RACHS-1 4.

De tal forma que, la mayoría de los pacientes de nuestro estudio, por el tipo de cardiopatía, presento una mayor inestabilidad hemodinámica previo, durante y posterior al evento quirúrgico, lo que se correlaciona con el hecho de que más de la mitad de los pacientes requirió fármacos vasoactivos y ventilación mecánica previo al procedimiento quirúrgico y un gran porcentaje se egresó de quirófano con esternotomía abierta y presento durante su evolución evento de paro cardiorrespiratorio e infección nosocomial.

Existen otros factores propios de un país en desarrollo que pueden contribuir a la mayor mortalidad observada en nuestro estudio, tales como la falta de diagnóstico prenatal, la frecuencia de diagnósticos tardíos y en consecuencia referencias tardías al tercer nivel de atención y las dificultades para llevar a cabo una evaluación diagnóstica completa mediante estudios de gabinete poco accesibles, situación que vale la pena investigar en estudios posteriores.

Hasta el momento no hay ningún estudio similar al presente, en el que se incluyan recién nacidos con cardiopatías congénitas complejas sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, por lo que los hallazgos que se presentan demuestran que el SVVR a las 12h postquirúrgicas también es un predictor robusto de mortalidad y es superior al SIV en forma individual, al IV en forma individual, al nivel de lactato sérico, a la clasificación RACHS-1 y al tiempo de circulación extracorpórea

Por otra parte, en el presente estudio no se encontró asociación entre el SVVR y la estancia en UCIN y ventilación mecánica asistida prolongada, de hecho, llama la atención que los pacientes con más días de estancia hospitalaria y de ventilación mecánica presentaron menores cifras de SVVR en los 4 tiempos evaluados.

Es probable que estos hallazgos también obedezcan a la mayor mortalidad observada en este estudio, ya que aquellos pacientes no sobrevivientes y en consecuencia con mayor inestabilidad hemodinámica, ventilatoria y del funcionamiento renal, es decir, con valores mayores de SVVR, presentaron un tiempo en UCIN más corto, menos días de asistencia mecánica ventilatoria y por lo tanto menos días de fármacos vasoactivos y menor probabilidad de infección nosocomial, por lo que, nuestro estudio difiere en la utilidad del SVVR como predictor de estancia en UCI y ventilación mecánica prolongada.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el SVRR a las 12 horas postquirúrgicas es un predictor robustos de mortalidad en recién nacidos con cardiopatías congénitas complejas sometidos a corrección quirúrgica con bomba de circulación extracorpórea, sin embargo, no existe asociación entre este y la probabilidad de estancia en UCI y ventilación mecánica prolongada.

El hallazgo de que el SVVR es un mejor predictor de mortalidad en comparación con el SIV, el IV, el lactato sérico, la clasificación RACHS-1 y la duración de la circulación extracorpórea, apoya el concepto de que otros sistemas orgánicos tienen una contribución significativa en esta población de pacientes y que la cuantificación de la severidad de la enfermedad postquirúrgica es un mejor predictor del pronóstico postquirúrgico que las mediciones pre o transquirúrgicas de la complejidad de la enfermedad. (13, 14)

El SVVR es un método simple, fácil de calcular a pie de cama del paciente y puede tener múltiples aplicaciones en la práctica médica, entre ellas, estimar la severidad de la enfermedad postquirúrgica, predecir la probabilidad de muerte, que conduce a modificaciones en los cuidados oportunas, postquirúrgicos de los pacientes, que permitan mejorar su evolución clínica, además el SVVR tiene potencial como un medio de evaluación de riesgo y estratificación en investigación clínica. (12, 13, 14)

Por lo que, se considera que el SVVR debe ser añadido a la evaluación postquirúrgica de los pacientes en recuperación de cirugía cardíaca, como una medida más completa de la severidad de la enfermedad postquirúrgica, junto con las demás mediciones que han demostrado ser útiles para determinar el pronóstico de los niños operados de patología cardíaca,

Aunque estos datos y los estudios previos son prometedores, para su validación se requieren de estudios multicéntricos, de características prospectivas, con protocolos en la administración de fármacos vasoactivos, soporte ventilatorio y de extubación, para recomendar de manera amplia el uso del SVVR, además, aun se pueden hacer esfuerzos para mejorar la eficacia del SVVR en recién nacidos, por ejemplo, sustituir, el valor de Cr sérica por la tasa de filtrado glomerular, que, se sabe, es un pobre marcador de lesión renal temprana, cuyo valor puede ser afectado por la creatinina materna en el periodo neonatal, así mismo, se podría incluir otros indicadores que evalúen la mecánica pulmonar. (13, 14)

---

## CONCLUSIONES:

- El Score vasopresor-ventilación-renal al ingreso, a las 12h y 48 h postquirúrgicas es una variable predictiva de muerte de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea, superior a los valores de lactato, del SIV y del IV.
- Un Score vasopresor-ventilación-renal a las 12h postquirúrgicas mayor a 50 es un factor predictivo independiente de muerte de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea (OR de 15.16 IC 95% 2.95-77.80).
- No se encontró asociación entre el score vasopresor-ventilador-renal y la estancia en UCIN prolongada mayor a 7 días y la ventilación mecánica prolongada mayor a 3 días.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO:

- La principal limitación es la naturaleza retrospectiva del estudio, y aunque se pudieron revisar el 90% de los expedientes de los pacientes que cubrieron los criterios de selección, el cálculo del SVVR se basó en lo reportado por hojas de enfermería durante cada uno de los turnos (3 en 24h) y podría haber sesgos, los cuales se disminuirían en un estudio prospectivo y multicéntrico, en el cual se podría mantener rigor en el registro de las variables ventilatorias y dosis de aminos, entre otras variables, que podría dar más validez a los resultados de nuestro estudio si los hallazgos fueran consistentes.

---

## BIBLIOGRAFÍA:

1. Jacobs JP, Wernovsky G, Elliott MJ. Analysis of outcomes for congenital cardiac disease: can we do better? *Cardiol Young* 2007;17:145–58.
2. Dorfman AT, Marino BS, Wernovsky G, et al. Critical heart disease in the neonate: Presentation and outcome at a tertiary care center. *Pediatr Crit Care Med*. 2008;9:193–202.
3. Sethi SK, Goyal D, Yadav DK, Shukla U, Kajala PL, Gupta VK, et al. Predictors of acute kidney injury post-cardiopulmonary bypass in children. *Clin Exp Nephrol*. 2011;15:529–34.
4. Parr GV, Blackstone EH, Kirklin JW. Cardiac performance and mortality early after intracardiac surgery in infants and young children. *Circulation* 1975;51:867–74.
5. Bronicki RA, Chang AC. Management of the postoperative pediatric cardiac surgical patient. *Crit Care Med* 2011;39:1974–84.
6. Wernovsky G, Wypij D, Jonas RA, Mayer JE, Jr, Hanley FL, Hickey PR, et al. Postoperative course and hemodynamic profile after the arterial switch operation in neonates and infants. A comparison of low-flow cardiopulmonary bypass and circulatory arrest. *Circulation*. 1995;92:2226–35.
7. Gaies MG, Jeffries HE, Niebler RA, Pasquali SK, Donohue JE, Yu S, et al. Vasoactive-inotropic score is associated with outcome after infant cardiac surgery: An analysis from the pediatric cardiac critical care consortium and virtual PICU system registries. *Pediatr Crit Care Med*. 2014;15:529–37.
8. Miletic KG, Spiering TJ, Delius RE, Walters HL, 3rd, Mastropietro CW. Use of a novel vasoactive-ventilation-renal score to predict outcomes after paediatric cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015;20:289–95.
9. Davidson J, Tong S, Hancock H, Hauck A, da Cruz E, Kaufman J, et al. Prospective validation of the vasoactive-inotropic score and correlation to short-term outcomes in neonates and infants after cardiothoracic surgery. *Intensive Care Med*. 2012;38:1184–90.
10. Kalyanaraman M, DeCampli WM, Campbell AI, Bhalala U, Harmon TG, Sandiford P, et al. Serial blood lactate levels as a predictor of mortality in children after cardiopulmonary bypass surgery. *Pediatr Crit Care Med*. 2008;9:285–8.

11. Miletic KG, Delius RE, Walters HL, 3rd, Mastropietro CW. Prospective validation of a novel vasoactive-ventilation-renal score as a predictor of outcomes after pediatric cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2016;101:1558–63.
12. Scherer B, Moser EA, Brown JW, Rodefeld MD, Turrentine MW, Mastropietro CW, et al. Vasoactive-ventilation-renal score reliably predicts hospital length of stay after surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;152:1423–90.
13. Cashen K, Costello JM, Grimaldi LM, et al. Multicenter Validation of the Vasoactive-Ventilation-Renal Score as a Predictor of Prolonged Mechanical Ventilation After Neonatal Cardiac Surgery. *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19:1015–1023.
14. Shahzad A, Shalini A, Akanksha J, et al. Vasoactive-ventilation-renal score in predicting outcome postcardiac surgery in children. *Int J Crit Illn Inj Sci.* 2018; 8(3): 143–148.
15. Benavidez OJ, Gauvreau K, Del Nido P, et al: Complications and risk factors for mortality during congenital heart surgery admissions. *Ann Thorac Surg.* 2007; 84:147–155

ANEXO 1:HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**INFORMACION PREQUIRURGICA:**

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

No. De Afiliación: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_ Masculino      Edad: \_\_\_\_\_ días

Prematuro: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_      SDG: \_\_\_\_\_      EGC: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ kg      Talla: \_\_\_\_\_ cm

Anormalidades estructurales no cardíacas concomitantes: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Riesgo Anestésico ASA: I \_\_\_\_\_ II \_\_\_\_\_ III \_\_\_\_\_ IV \_\_\_\_\_ V \_\_\_\_\_ VI \_\_\_\_\_

Riesgo o complejidad quirúrgica RACHS-1: 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Tipo de Cardiopatía congénita: \_\_\_\_\_

Cianógena: \_\_\_\_\_      Acianógena: \_\_\_\_\_

Tipo de procedimiento quirúrgico: \_\_\_\_\_

Tiempo de estancia en la UCIN previo al procedimiento quirúrgico: \_\_\_\_\_ días

Uso de inotrópicos o vasoactivos previo al procedimiento quirúrgico: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Ventilación mecánica asistida previo al procedimiento quirúrgico: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cr sérica prequirúrgica: \_\_\_\_\_

**INFORMACION TRANSQUIRURGICA:**

Duración de circulación extracorpórea: \_\_\_\_\_ min

Pinzamiento aórtico: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_      Duración: \_\_\_\_\_ min

Arresto circulatorio: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_      Duración: \_\_\_\_\_ min

Esternotomía abierta: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_      Duración: \_\_\_\_\_ min

**INFORMACION POSTQUIRURGICA:**

Días de estancia en UCIN: \_\_\_\_\_ días      Días de VMA: \_\_\_\_\_ días

Lactato al ingreso: \_\_\_\_\_      Evento de paro cardiorrespiratorio: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Infección nosocomial: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_      Días de fármacos vasoactivos: \_\_\_\_\_ días

Sobrevida: Vivo \_\_\_\_\_ Muerto \_\_\_\_\_ Días postquirúrgico de muerte: \_\_\_\_\_ día

Re-exploración quirúrgica: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

	Ingreso	12h	24h	48h
SIV				
IV				
IR				
SSVR				
Lactato más alto				

SVVR= Score inotropico-vasopresor (SIV) + Indice ventilatorio (IV) + Indice renal (IR).

Donde:

SIV= dosis de dopamina (mcg/kg/min)  
 + dosis de dobutamina (mcg/kg/min)  
 + 100 X dosis de epinefrina (mcg/kg/min)  
 + 10 X dosis de milrirona (mcg/kg/min)  
 + 10,000 X dosis de vasopresina (U/kg/min)  
 + 100 X dosis de norepinefrina (mcg/kg/min)

Para pacientes sin apoyo vasoactivo SIV=0

IV= FR X (PIP – PEEP) X PaCO<sub>2</sub> / 1000

Donde FR (Frecuencia respiratoria del ventilador), PIP (Presión inspiratoria pico), PEEP (Presión positiva al final de la espiración), PaCO<sub>2</sub> (Presión arterial de oxígeno)

Para pacientes extubados IV=0

IR=  $\Delta$ Cr X 10

Donde  $\Delta$ Cr = Cr postquirúrgica (al ingreso, 12, 24 y 48hrs) - Cr prequirúrgica

Para pacientes con Cr postquirúrgica menor a la Cr prequirúrgica IR=0