

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes colocados en terapia de soporte oxigenación extracorpórea en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera" del 1 enero 2017 al 31 de diciembre 2020.

Trabajo de graduación sometido a la consideración del Comité Director del Posgrado en Medicina Crítica Pediátrica para optar al grado académico de Especialista en Medicina Crítica Pediátrica.

Dra. Ericka Ureña Chavarría

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica
2021

Investigadores

Investigador principal:

Dra. Ericka Ureña Chavarría

Especialista en Pediatría y Fellow Medicina Crítica Pediátrica

Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera

Correo electrónico: eka2510@gmail.com

Sub-investigador:

Dra. Raquel Boza Orozco

Especialista en Pediatría y Cuidado Intensivo Pediátrico

Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera

Correo electrónico: rboza@ccss.sa.cr

DEDICATORIA

A mi esposo Harold, a mis hijos Monserrath y Matheo porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible, fueron mi más grande apoyo y pilar en esta aventura.

A mis padres, quienes siempre apoyaron este proyecto que era el sueño de mi vida.

Y a mi Dios que fue quien me dio la fuerza para escribir este sueño.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis amigos que han estado en las buenas y en las malas y que siempre me apoyaron para seguir en busca de mi sueño.

A la Doctora Porras por el apoyo para poder concluir este sueño, a la Doctora Acuña y Doctora Sanabria que me llenaron de consejos para seguir adelante y más que profesoras fueron mis amigas.

A la Doctora Boza que además de ser mi profesora se convirtió en mi amiga y siempre estuvo cuando más la necesité.

San José, diciembre 2021

Sistema de Estudios de Postgrado
Universidad de Costa Rica

Estimados señores:

Por este medio hago constar que la investigación "***Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes colocados en terapia de soporte oxigenación extracorpórea en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera" del 1 enero 2017 al 31 de diciembre 2020***", sus resultados, discusión y conclusiones son obra y producto de mi persona, por lo que los derechos de propiedad intelectual sobre los mismos también me pertenecen. Este estudio fue debidamente aprobado por el Comité Local de Bioética e Investigación del Hospital Nacional de Niños con el código CEC-HNN-016-2020.

Sin otro particular, se suscribe atentamente

Dra. Ericka Ureña Chavarría

Cédula: 1-1407-0520

Código Médico: 11824

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ACTA DE APROBACION DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

“Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes colocados en terapia de soporte de oxigenación extracorpórea en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños “Dr. Carlos Sáenz Herrera” del 1 enero 2017 al 31 de diciembre 2020”

Trabajo de Graduación aceptado por el Comité Director del Postgrado en Medicina Crítica Pediátrica para optar por el grado académico de Especialista en Medicina Crítica Pediátrica

Dra. Rocío Porras Velásquez
Especialista en Pediatría
Sub-especialista Intensivos Pediátricos.
Coordinadora Posgrado Medicina Critica Pediátrica

Dra. Raquel Boza Orozco
Especialista en Pediatría
Sub-especialista Intensivos Pediátricos
Tutor académico

Dra. Ericka Ureña Chavarría
Autor principal

TABLA DE CONTENIDOS

Investigadores.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimientos.....	4
Acta de aprobación.....	6
Resumen.....	8
Lista de gráficos.....	10
Abreviaturas.....	15
Introducción.....	16
Justificación.....	18
Objetivos.....	19
Pacientes y métodos.....	20
Aspectos éticos.....	21
Fuentes de financiamiento.....	22
Resultados.....	23
Discusión.....	49
Conclusiones.....	59
Limitaciones y sesgos del estudio.....	61
Recomendaciones.....	62
Anexos.....	63
Bibliografía.....	69

RESUMEN

Introducción

El soporte extracorpóreo inicia en los años setenta para pacientes neonatales con falla cardíaca y/o respiratoria que no respondían al tratamiento médico, permitiendo un descanso pulmonar o cardíaco. El HNN comienza con la terapia en el año 2017, momento en el cual se incluye dentro de la ELSO.

Pacientes y métodos

Es un estudio retrospectivo observacional de los pacientes que han requerido ECMO en la UCI-HNN desde el 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre del 2020.

Resultados

Se incluyeron 41 pacientes que requirieron la terapia ECMO, sin excepciones.

Predominó en pacientes con cardiopatías congénitas postquirúrgicas, siendo el DVPAT el más frecuente. La principal indicación fue la incapacidad de destete de la circulación extracorpórea.

El tipo de soporte más utilizado fue el cardíaco con canulación central y en modalidad veno-arterial.

Más de la mitad presentó alguna complicación entre ellas: IRA, sepsis, trombosis del circuito, fallo del oxigenador y hemorragia cerebral. El principal soporte adicional requerido durante la terapia fue el hemofiltro.

Entre las principales complicaciones infecciosas reportadas en nuestro estudio se documentaron la neumonía asociada al ventilador y la septicemia, en especial por bacilos Gram negativos y agentes fúngicos.

El promedio de duración en ECMO fue bajo y la recuperación fue el principal motivo de decanulación.

El porcentaje de supervivencia global fue un 49%, siendo la principal causa de mortalidad la disfunción ventricular severa. Fallecieron todos los pacientes neonatales que tenían patología cardioquirúrgica.

Conclusiones

- Hubo una menor población neonatal comparada con las estadísticas mundiales. No se registraron patologías neonatales respiratorias.
- Predominaron los pacientes cardíacos quirúrgicos y la principal cardiopatía documentada fue el DVPAT con fallo de destete de circulación extracorpórea.
- Los neonatos posquirúrgicos cardíacos tuvieron mortalidad de 100%.
- Los mejores resultados se obtuvieron para pacientes con shock séptico y ARDS pediátricos.
- El menor tiempo promedio de duración de la terapia se explica por la falta de inclusión de mayor número de pacientes con patología respiratoria.
- Hubo una marcada tendencia hacia el uso de modalidad VA y canulación central, ambas asociadas a mayor mortalidad mundial y que puede explicarse por la gran cantidad de patología cardíaca de la población estudiada.
- Las complicaciones del ECMO fueron frecuentes, pero hubo un número considerable de tipo infeccioso.
- La sobrevida fue similar a la reportada excepto para la población neonatal.

GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución absoluta y relativa del sexo de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)	23
Gráfico 2. Tasa por provincia de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)	24
Gráfico 3. Distribución absoluta y relativa de nacionalidad de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	25
Gráfico 4. Distribución absoluta y relativa de etnia indígena de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	25
Gráfico 5. Histograma de frecuencias de edad (meses) de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	26
Gráfico 6. Distribución absoluta del estado nutricional de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	27
Gráfico 7. Porcentaje de comorbilidad presente en los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	28

Gráfico 8. Diagnósticos asociados a los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020 (N = 41 pacientes)	29
Gráfico 9. Causas de ECMO de los pacientes en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	30
Gráfico 10. Soporte Pre-ECMO de los pacientes en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020 (N = 41 pacientes)	31
Gráfico 11. Histograma de frecuencias de los días en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	32
Gráfico 12. Distribución absoluta y relativa del número de corridas en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	33
Gráfico 13. Distribución absoluta y relativa del tipo de soporte en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	33
Gráfico 14. Distribución absoluta y relativa del modo inicial en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	34
Gráfico 15. Distribución absoluta y relativa del uso de vent de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	34

Gráfico 16. Distribución absoluta y relativa del sitio de inserción del ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	35
Gráfico 17. Distribución absoluta y relativa de la conversión en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	35
Gráfico 18. Complicaciones de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	36
Gráfico 19. Soporte médico durante ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N= 41 pacientes).....	37
Gráfico 20. Complicaciones infecciosas en los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	38
Gráfico 21. Gérmenes asociados a infecciones en los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	39
Gráfico 22. Motivo de decanulación de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	40
Gráfico 23. Distribución absoluta y relativa de extubación durante ECMO en los pacientes en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N=41 pacientes).....	40

Gráfico 24. Distribución absoluta y relativa de condición de egreso de los pacientes ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes).....	41
Gráfico 25. Porcentaje de sobrevida según género asociado a ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes).....	42
Gráfico 26. Porcentaje de sobrevida según edad asociado a ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes).....	43
Gráfico 27. Porcentaje de sobrevida por grupos de diagnósticos de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes).....	44
Gráfico 28. Porcentaje de sobrevida por tipo de soporte de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes).....	45
Gráfico 29. Porcentaje de sobrevida por tipo de canulación de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes).....	45
Gráfico 30. Porcentaje de pacientes en ECMO con soporte médico adicional en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes).....	46
Gráfico 31. Porcentaje de sobrevida según presencia de complicaciones de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 34 pacientes).....	47

Gráfico 32. Causas de fallecimiento de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020.

(N = 21 pacientes).....**48**

Abreviaturas

ARDS	Síndrome Distrés Respiratorio Agudo
BN.....	Bronconeumonía
CRRT.....	Terapia Reemplazo Renal Continua
DVAP.....	Drenaje Venoso Anómalo Pulmonar
ECMO.....	Oxigenación por Membrana Extracorpórea
ELSO.....	Extracorporeal Life Support Organization
HNN	Hospital Nacional de Niños
INEC.....	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IRA.....	Insuficiencia Renal Aguda
ITU.....	Infección tracto urinario
RN.....	Recién nacido
TGA.....	Trasposición de grandes arterias
TRR	Terapia de Reemplazo Renal
UCI.....	Unidad Cuidados Intensivos
VAP.....	Neumonía asociada al ventilador
VV.....	Veno-venoso
VA.....	Veno-arterial
VRS.....	Virus Respiratorio Sincitial

INTRODUCCION

La oxigenación mediante membrana extracorpórea es una terapia de apoyo para pacientes con falla pulmonar o cardíaca, sea como abordaje definitivo mientras los órganos recuperan su función o temporal mientras aparece un donador adecuado o se establece un diagnóstico y/o pronóstico.

El ECMO consiste en un circuito de circulación extracorpórea que permite la eliminación del dióxido de carbono y la oxigenación de la sangre a través de una membrana. Hay dos tipos de circuitos:

1. Veno-arterial, en el cual el circuito toma la sangre desoxigenada de las venas cavas y el atrio derecho, se oxigena en la membrana y luego se regresa a la circulación sistémica a través de la aorta.
2. Veno-venoso, que toma la sangre desoxigenada de cualquier gran vaso venoso y la regresa oxigenada al atrio derecho.

El ECMO veno-arterial se emplea en casos de falla cardíaca o cardiopulmonar, como ocurre en shock cardiogénico o después de un trasplante cardíaco, mientras que el ECMO veno-venoso se utiliza para enfermedades pulmonares que afecten en forma significativa el intercambio gaseoso a nivel alveolar (1).

En mayo de 1975, Doctor Robert H. Bartlett logró el primer tratamiento exitoso con ECMO en un recién nacido de sexo femenino con un síndrome de aspiración meconial. Desde entonces, según los datos de la ELSO, se ha brindado la terapia ECMO a más de 30000 pacientes. El primer programa ECMO neonatal-pediátrico en Chile fue iniciado en el Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile en el año 2003, convirtiéndose en el primer programa asociado a la ELSO en Latinoamérica. Dado que la terapia ECMO es invasiva tiene riesgos potenciales, por lo que se han diseñado criterios para seleccionar a aquellos pacientes candidatos a ECMO que por su patología crítica tienen una predicción de mortalidad superior a un 50% sin esta terapia. El candidato a ECMO ideal es el que tiene una alta predicción de mortalidad, pero con una injuria pulmonar o cardiovascular potencialmente reversible (2).

Un 50% de los más de 150.000 cursos de terapia de ECMO reportados a la ELSO, corresponden a la población pediátrica, siendo el grupo de RN de causa respiratoria la gran mayoría de estos (44%) (3).

Luego de más de 30 años del primer informe del caso neonatal, la ECMO se convirtió en la última opción terapéutica para pacientes críticamente enfermos, cuando los tratamientos convencionales y la terapia médica máxima han fracasado (4).

El UK Collaborative ECMO Trial Group publicó en 1996, los resultados de un estudio clínico aleatorizado que comparó la eficacia de la ECMO contra la terapia convencional. El estudio fue detenido antes de completar el reclutamiento acordado debido a que la mortalidad con la ECMO era de 32% contra el 59% en el grupo convencional, es decir que, por cada 3-4 pacientes tratados con ECMO se lograba la supervivencia de un paciente (5).

Es importante que al decidir ofrecer la terapia se consideren las complicaciones que pueden derivar de la misma en particular las neurológicas, las cuales se relacionan con un gasto cardíaco bajo, arresto cardíaco o al desarrollo de una hemorragia intracraneal, secundaria a la anticoagulación sistémica, que se debe mantener en un delicado equilibrio para prevenir eventos hemorrágicos o tromboembólicos. Aproximadamente el 20% de todos los pacientes con ECMO tienen alguna forma de complicación neurológica y estudios de neuroimagen realizados en pacientes con ECMO han demostrado una frecuencia de resultados anormales en el 30-50% de los casos (6).

JUSTIFICACIÓN

Este estudio pretende caracterizar la población pediátrica que ha requerido ECMO durante el periodo del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2020 y determinar las condiciones clínicas que presentaban los pacientes, antes, durante y después del curso de la terapia, siendo la primera investigación en describir esta población del HNN.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Determinar las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes sometidos a ECMO en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños “Dr. Carlos Sáenz Herrera”, del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2020.

Objetivos específicos:

1. Determinar los aspectos demográficos de los pacientes en ECMO en el periodo de estudio.
2. Conocer las causas más frecuentes que ameritaron colocación de ECMO durante el período de estudio.
3. Determinar comorbilidades asociadas en los pacientes con ECMO en el periodo de estudio.
4. Determinar el tiempo de duración de la terapia ECMO en el periodo de estudio.
5. Determinar las complicaciones tempranas y tardías de la terapia en el periodo de estudio.
6. Determinar el porcentaje de pacientes que han fallecido y sus causas en el periodo de estudio.

PACIENTES Y METODOS

Diseño del estudio

Estudio retrospectivo, observacional, de los pacientes requirieron ECMO en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera"; del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2020.

Criterios de inclusión

1. Rango de edad: todo paciente que haya requerido ECMO en el HNN menor de 18 años.
2. Género: ambos sexos
3. Etnia: No hay restricción en la etnia de los participantes.
4. Inclusión de clases especiales o participantes vulnerables: todos los pacientes que serán incluidos entran dentro de la definición de vulnerables al ser menores de edad.
5. Pruebas de laboratorio y Gabinete: al ser un estudio puramente descriptivo, no se realizarán pruebas de laboratorio o gabinete.
6. Otros: Pacientes que requirieron ECMO en el Servicio Unidad de Cuidados Intensivos del HNN.

Criterios de exclusión

1. Pacientes que no cuenten con un 50% de las variables consideradas relevantes para el estudio.

ASPECTOS ETICOS

Este estudio fue debidamente aprobado por el Comité Local de Bioética e Investigación del Hospital Nacional de Niños con el código CEC-HNN-016-2020.

Dado que es un estudio retrospectivo, observacional que solamente involucra la revisión de bases de datos y expedientes, no confiere ningún riesgo para el paciente. Cabe mencionar que el paciente NO será sometido a ningún procedimiento.

Si existe el riesgo posible de que durante el estudio ocurra la pérdida de confidencialidad del expediente, siendo este un riesgo menor al mínimo. Se manejarán los datos de los pacientes con números de identificación, para reducir el riesgo mencionado previamente.

1. Clasificación de riesgo: menor al mínimo.
2. Beneficios potenciales al sujeto o a la sociedad: tener una visión más clara sobre las características clínicas y epidemiológicas que presentan los pacientes que han sido sometidos a ECMO pertenecientes a la UCI del Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera.
3. Balance del riesgo / beneficio: El beneficio de este estudio estará por encima del riesgo.

El principio de justicia no tiene aplicación en este estudio, ya que no se trabajó con pacientes, únicamente con información de expedientes clínicos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Esta investigación no contó con medios de financiamiento externo y no representó gastos extraordinarios para la Caja Costarricense del Seguro Social, puesto que consiste únicamente en una revisión de expedientes clínicos. Los gastos de papelería e impresión fueron cubiertos en su totalidad por los investigadores.

RESULTADOS

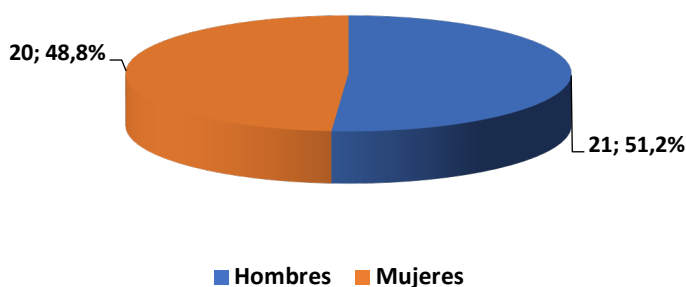
Durante el período de estudio, de enero de 2017 a diciembre de 2020, un total de 41 pacientes recibieron la terapia de ECMO en la UCI del Hospital Nacional de Niños. Todos ellos cumplieron con los criterios de inclusión, es decir los datos se basan en una población completa.

Características clínicas – demográficas

Sexo

Del total de pacientes, el porcentaje con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea según sexo fue muy semejante, cerca de la mitad para cada género, 21 hombres (51.2%) y 20 mujeres (48.8%), según se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1: Distribución absoluta y relativa del sexo de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



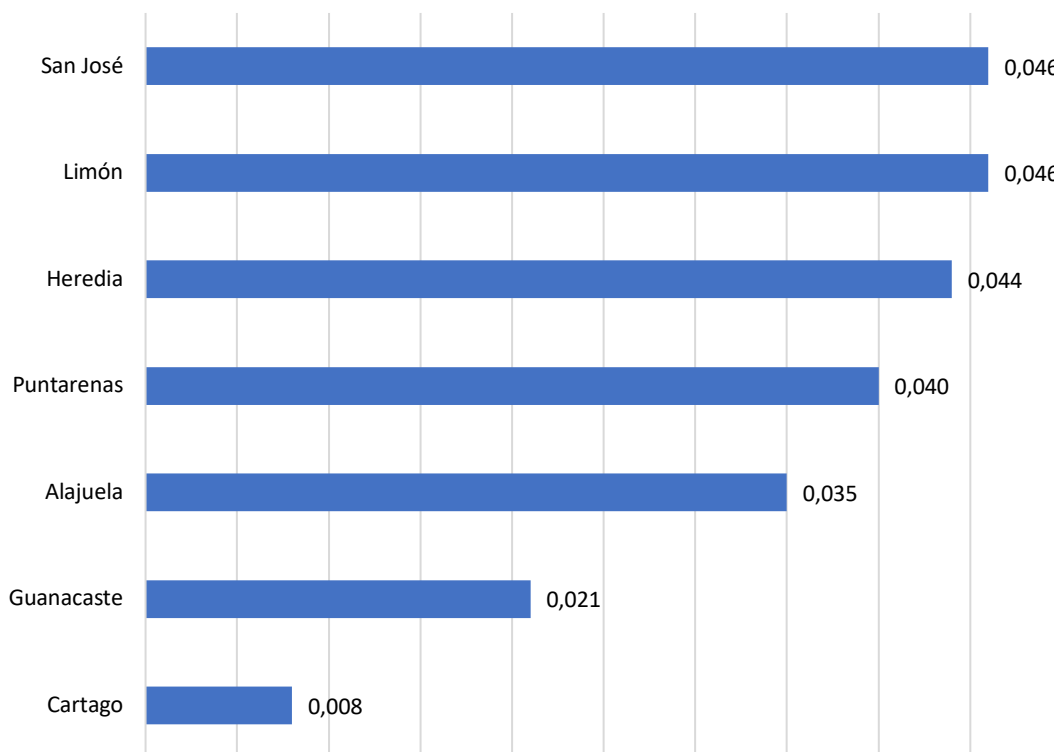
Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Provincia de procedencia

La mayoría de los pacientes en ECMO, en números absolutos, 15 en total (36.6%), provenían de San José, siendo ésta la provincia con la mayor densidad poblacional del país.

Al hacer la corrección correspondiente, se encuentra que la tasa es igual tanto para la provincia de San José como la provincia de Limón (0.046 casos/1000 habitantes menores de 14 años), seguidos por Heredia (0.044), Puntarenas (0.040) Alajuela (0.035), Guanacaste (0.021) y la menor correspondiente a Cartago (0.008), como se detalla en el gráfico 2.

Gráfico 2: Tasa por provincia de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

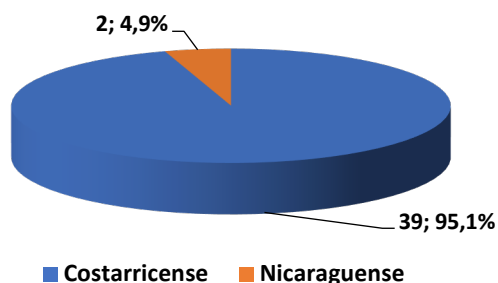


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Nacionalidad

Según el gráfico 3, 39 pacientes (95.1%) eran costarricenses y 2 (4.9%) eran nicaragüenses.

Gráfico 3: Distribución absoluta y relativa de nacionalidad de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

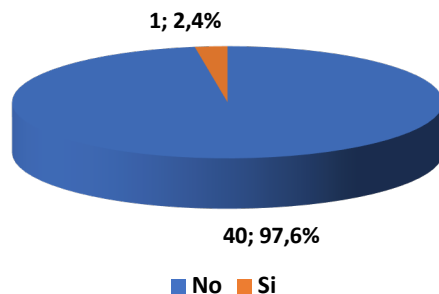


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Etnia indígena

Solo un paciente (2.4%) era indígena, según se observa en el gráfico 4.

Gráfico 2: Distribución absoluta y relativa de etnia indígena de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



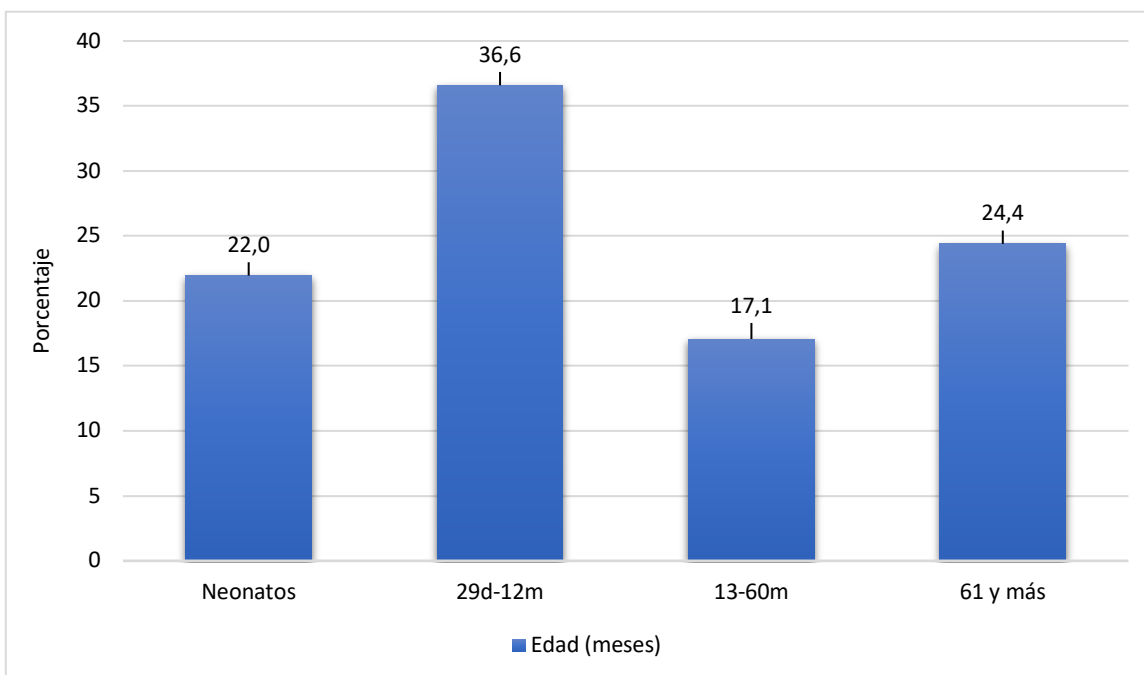
Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Edad

Según se observa en el gráfico 5, de la distribución por grupos etarios, se encontraron 9 pacientes en periodo neonatal (22%), 15 (36.6%) se encontraban entre 1 y 12 meses de edad, 7 (17.1%) entre 13 y 60 meses y 10 (24.4%) mayores de 61 meses.

La gran mayoría de los pacientes sometidos a terapia de ECMO fueron niños menores de 12 meses de edad, 24 del total, lo que corresponde a un 58.6% de los casos.

Gráfico 3: Histograma de frecuencias de edad (meses) de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

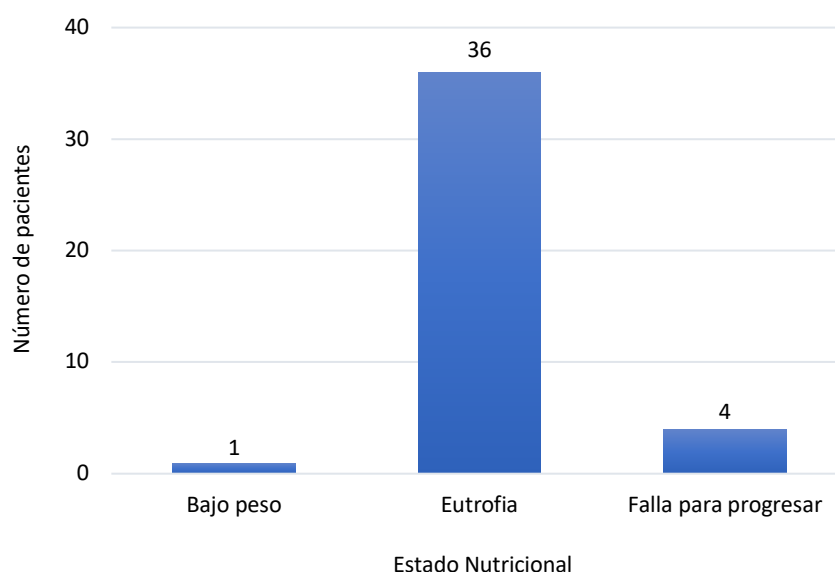


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Estado nutricional

Del total de pacientes en ECMO, 36 (87.8%) se clasificaron como eutróficos desde el punto de vista nutricional, 4 (9.8%) fueron catalogados como con falla para progresar y 1 (2.4%) con bajo peso, según se observa en el gráfico 6.

Gráfico 6: Distribución absoluta del estado nutricional de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

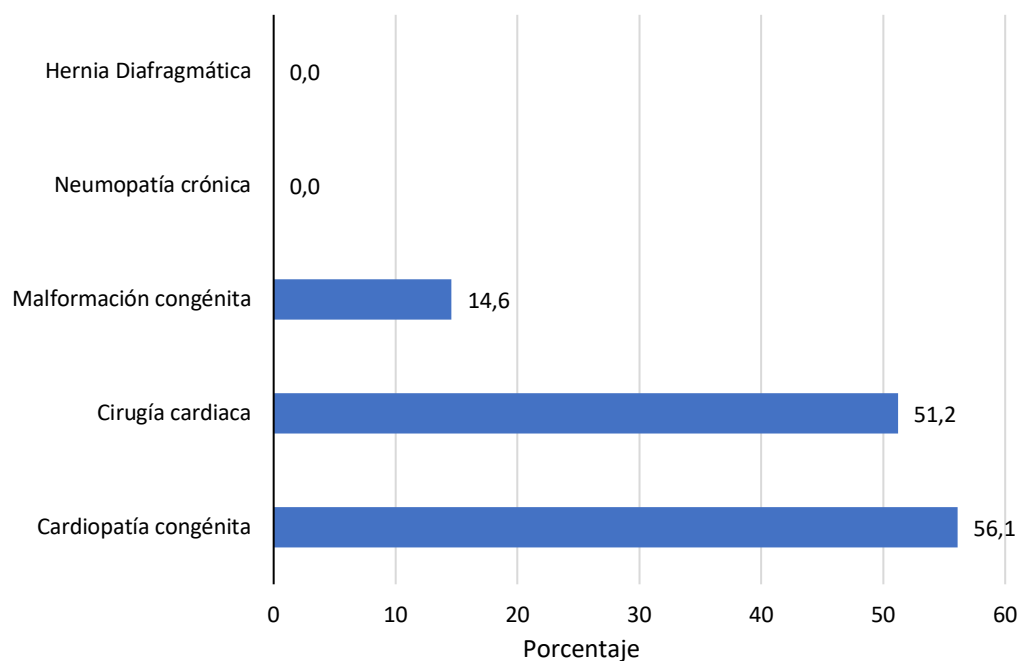


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Comorbilidad

Según se observa en el gráfico 7, dentro de las comorbilidades examinadas, la cardiopatía congénita fue la más frecuentemente observada en los pacientes con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea durante el periodo de estudio, en 23 individuos (56% de los casos), seguido de la presencia de la realización de una intervención cardiaca en 21 de ellos (51.2%) y la existencia de otras malformaciones congénitas en 6 (14.6%). Ninguno de los pacientes fueron portadores de hernia diafragmática ni neumopatía crónica.

Gráfico 7: Porcentaje de comorbilidad presente en los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

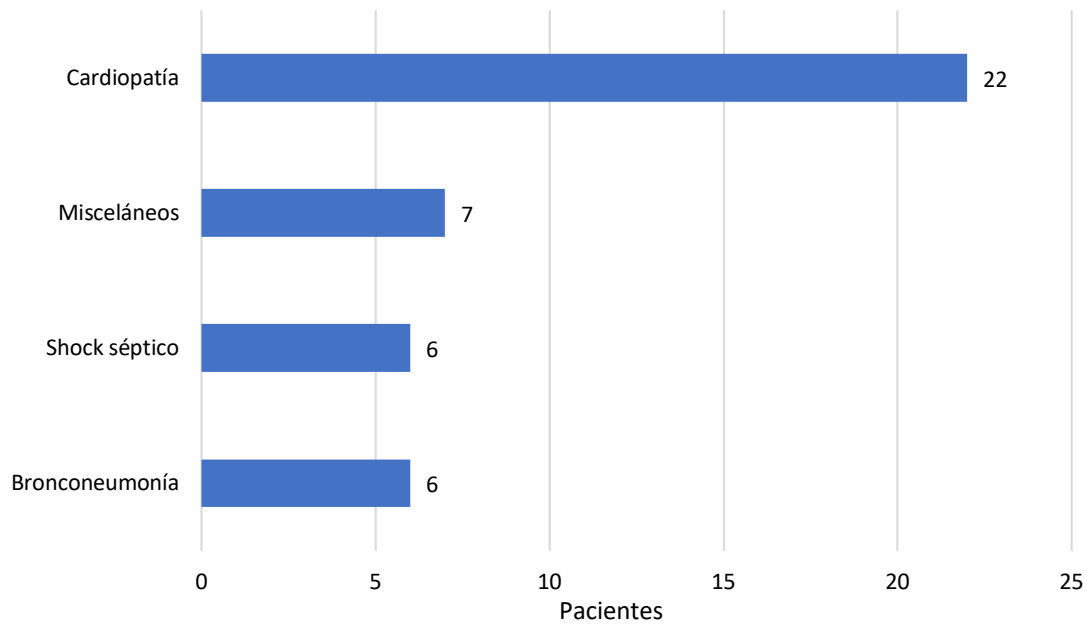
Diagnósticos

Dentro de los principales diagnósticos relacionados con la terapia de soporte extracorpóreo, el más frecuente fue el relacionado con las diferentes cardiopatías congénitas en 22 de los pacientes (53.7%).

Le siguió en frecuencia el grupo de diagnósticos misceláneos, en 7 pacientes (17.1%), dentro de los que se encontraron: miocardiopatía, masa mediastinal, meningococcemia, linfoma e hipertensión pulmonar severa entre otras.

El grupo de shock séptico fue el siguiente, al igual que las bronconeumonías que incluyeron el ARDS, 6 pacientes cada uno (14.6%) según se puede observar en el gráfico 8.

Gráfico 8: Diagnósticos asociados a los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020 (N = 41 pacientes)



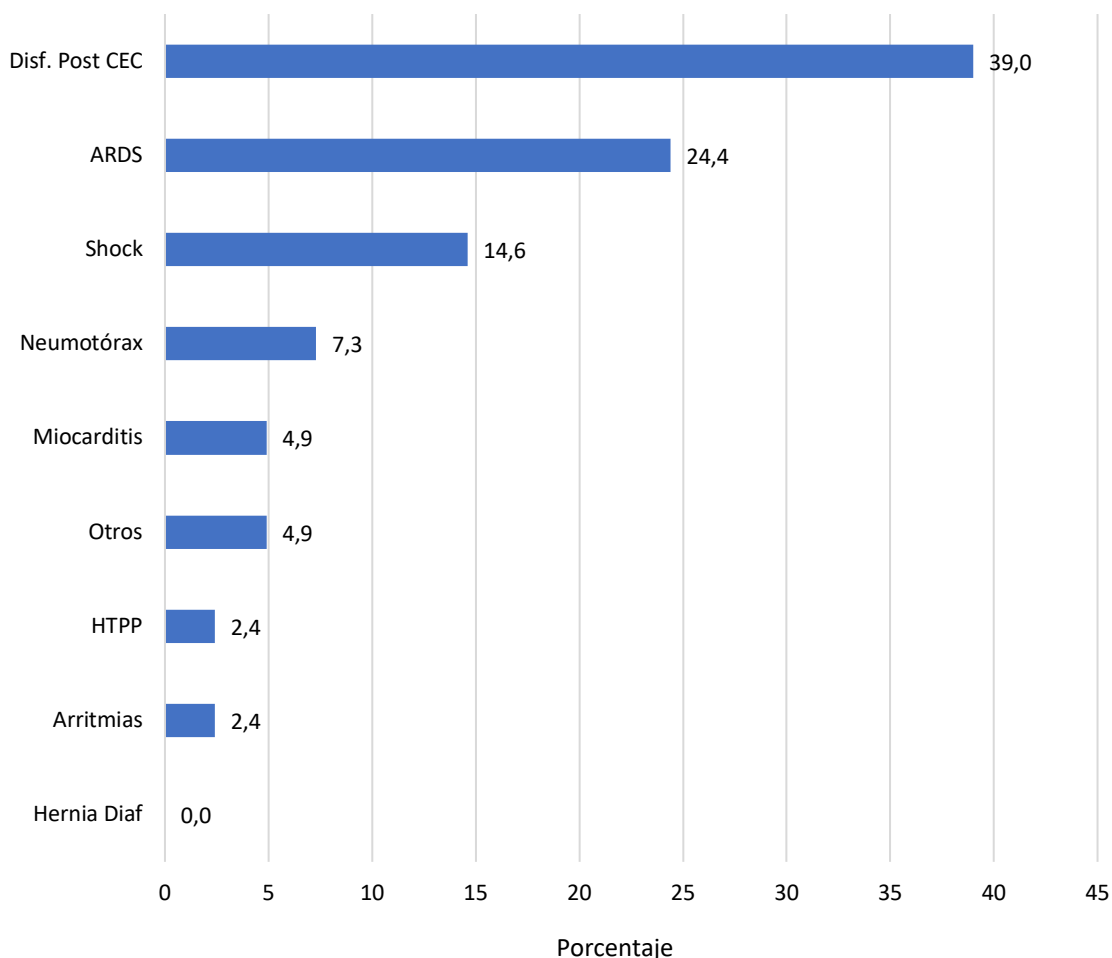
Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños.

Indicación de ECMO

Como se observa en el gráfico 9, dentro de las indicaciones directas de ECMO, la principal fue la disfunción cardíaca severa post-bypass en 16 pacientes (39%), seguida del fallo hipoxémico por ARDS en 10 niños (24.4%) y compromiso hemodinámico por shock en 6 (14.6%), menos frecuentes fueron la persistencia de fugas de aire por neumotórax en 3 (7.3%), la disfunción miocárdica asociada miocarditis en 2 (4.9%), y la hipertensión pulmonar persistente con la misma frecuencia que la presencia de arritmias refractarias en 1 paciente (2.4%).

Algunas causas misceláneas (shock obstructivo, compresión vía aérea) fueron observadas en 2 pacientes (4.9%) y no se encontró ningún paciente con indicación de ECMO por presencia de una hernia diafragmática congénita.

Gráfico 9: Causas de ECMO de los pacientes en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



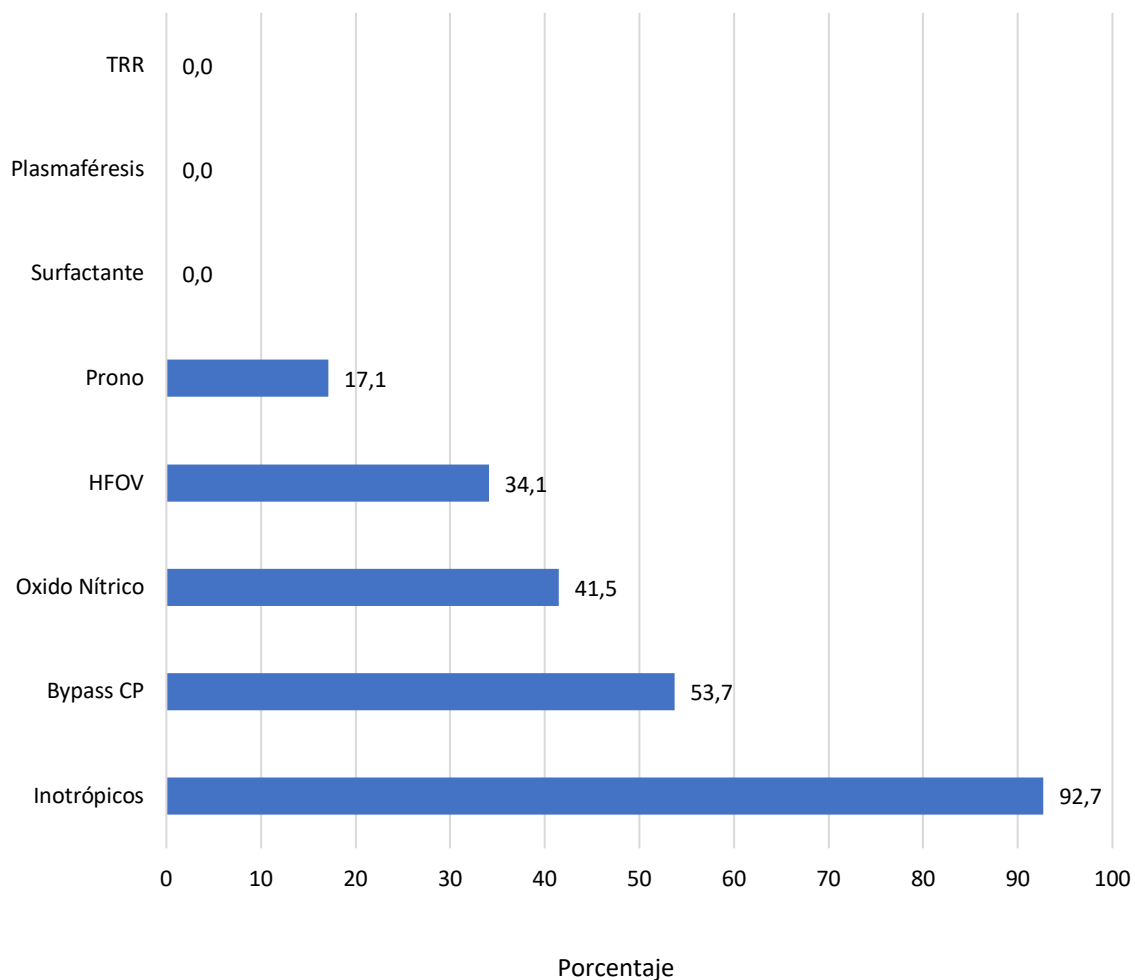
Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Soporte Pre-ECMO

Dentro del soporte médico que recibieron los pacientes, previo a la terapia de ECMO, y como se observa en el gráfico 10, el más frecuente fue el uso de inotrópicos en 38 (92.7%) pacientes, seguido por el bypass cardiopulmonar en 22 (53.7%) y el óxido nítrico en 17 (41.5%). La ventilación de alta frecuencia (HFOV) se ofreció en 15 pacientes (34%) y la posición prona en 7 (17.1%). No se encontraron pacientes a los cuales se les brindara algún otro tipo de soporte médico

como el surfactante, la plasmaféresis y la terapia de reemplazo renal previo al inicio de la terapia ECMO.

Gráfico 10: Soporte Pre-ECMO de los pacientes en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020 (N = 41 pacientes)

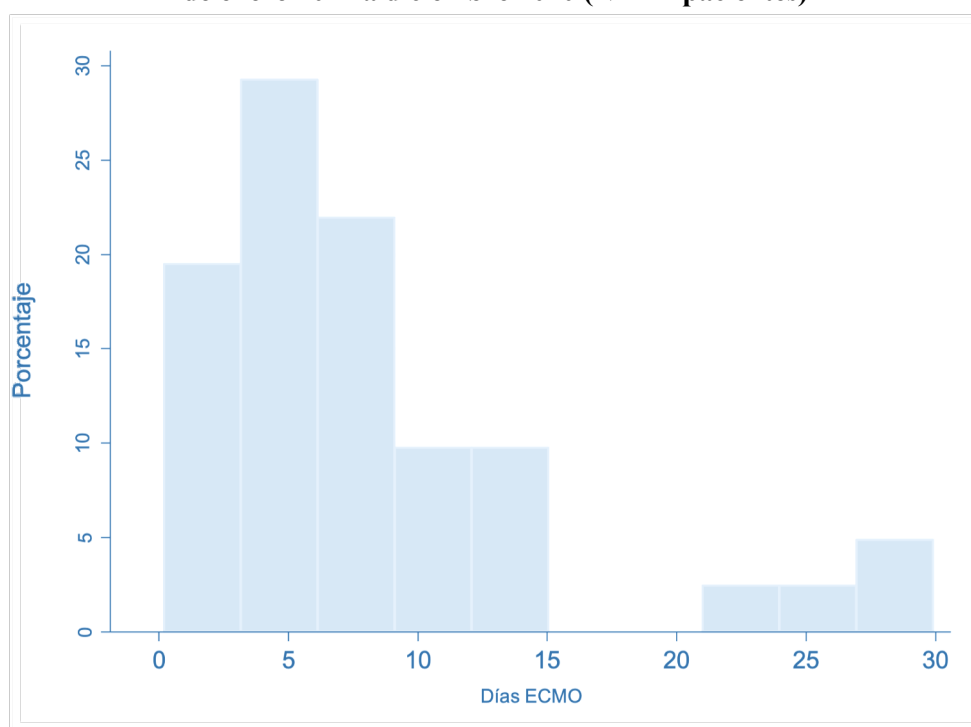


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Duración del curso de ECMO

El promedio de días en ECMO fue de $8,4 \pm 7,1$ días, con un rango de entre 0,2 días hasta 29,9 días. El 75% de los pacientes en el estudio estuvieron 10,8 días o menos en ECMO. Esta variable presenta asimetría positiva (valor estimado = 1,8); es decir, el 75,0% de los casos en ECMO son menores a 10,0 días, según se observa en el gráfico 11.

Gráfico 11: Histograma de frecuencias de los días en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020 (N = 41 pacientes)

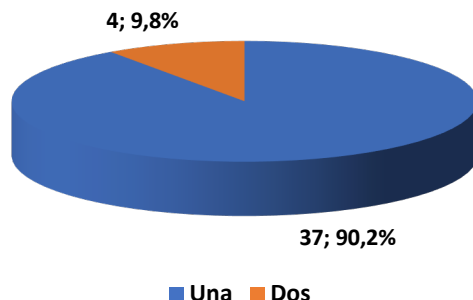


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Número de corridas en ECMO

Del total de pacientes, 37 (90.2%) tuvieron terapia de soporte con oxigenación extracorpórea en una única corrida, 4 (9.8%) ameritaron al menos 2 cursos de ECMO por una misma patología como se observa en el gráfico 12.

Gráfico 12: Distribución absoluta y relativa del número de corridas en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



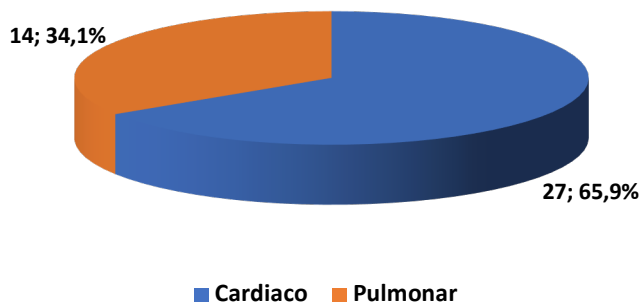
Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Características del curso de ECMO

Tipo de soporte extracorpóreo

Como se observa en el gráfico 13, de la población estudiada, 27 pacientes (65.9%) tuvieron necesidad de soporte cardiaco y 14 (34.1%) de tipo pulmonar.

Gráfico 13: Distribución absoluta y relativa del tipo de soporte en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

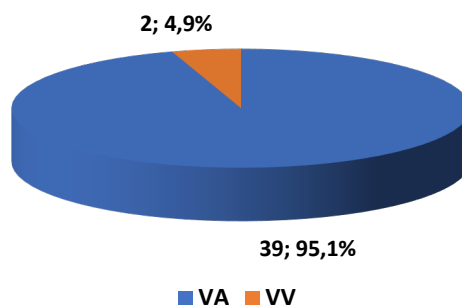


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Modalidad inicial del soporte extracorpóreo

Del total de pacientes, 39 (95,1%) tuvieron un modo inicial VA (Veno-arterial) y solo 2 (4,9%) una modalidad VV (Veno-venosa) como se observa en el gráfico 14.

Gráfico 14: Distribución absoluta y relativa del modo inicial en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

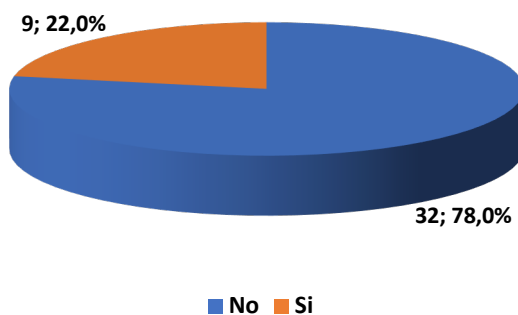


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Uso de vent

Respecto al uso de vent, 32 pacientes (78%) tuvieron una cánula durante el curso del ECMO, 9 pacientes (22%) completaron su curso sin su implementación según el gráfico 15.

Gráfico 15: Distribución absoluta y relativa del uso de vent de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

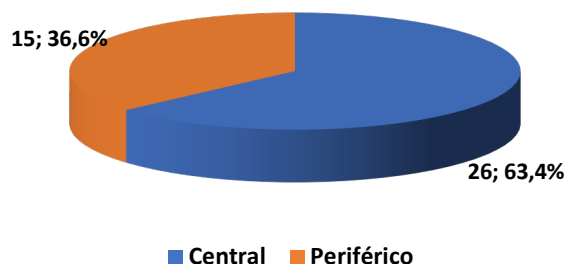


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sitio de canulación

Según el gráfico 16, 26 pacientes (63,4%) tuvieron canulación central y 15 (36,6%) canulación periférica.

Gráfico 16: Distribución absoluta y relativa del sitio inserción del ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

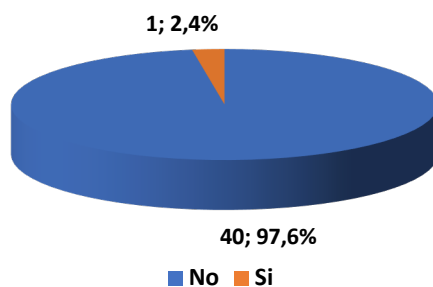


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Conversión de la modalidad de ECMO

Del total y como se observa en el gráfico 17, 40 pacientes (97,6%) no ocuparon una conversión del modo en el que se colocaron inicialmente, 1 paciente (2,4%) con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea requirió el paso de modo VV a VA.

Gráfico 17: Distribución absoluta y relativa de la conversión en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

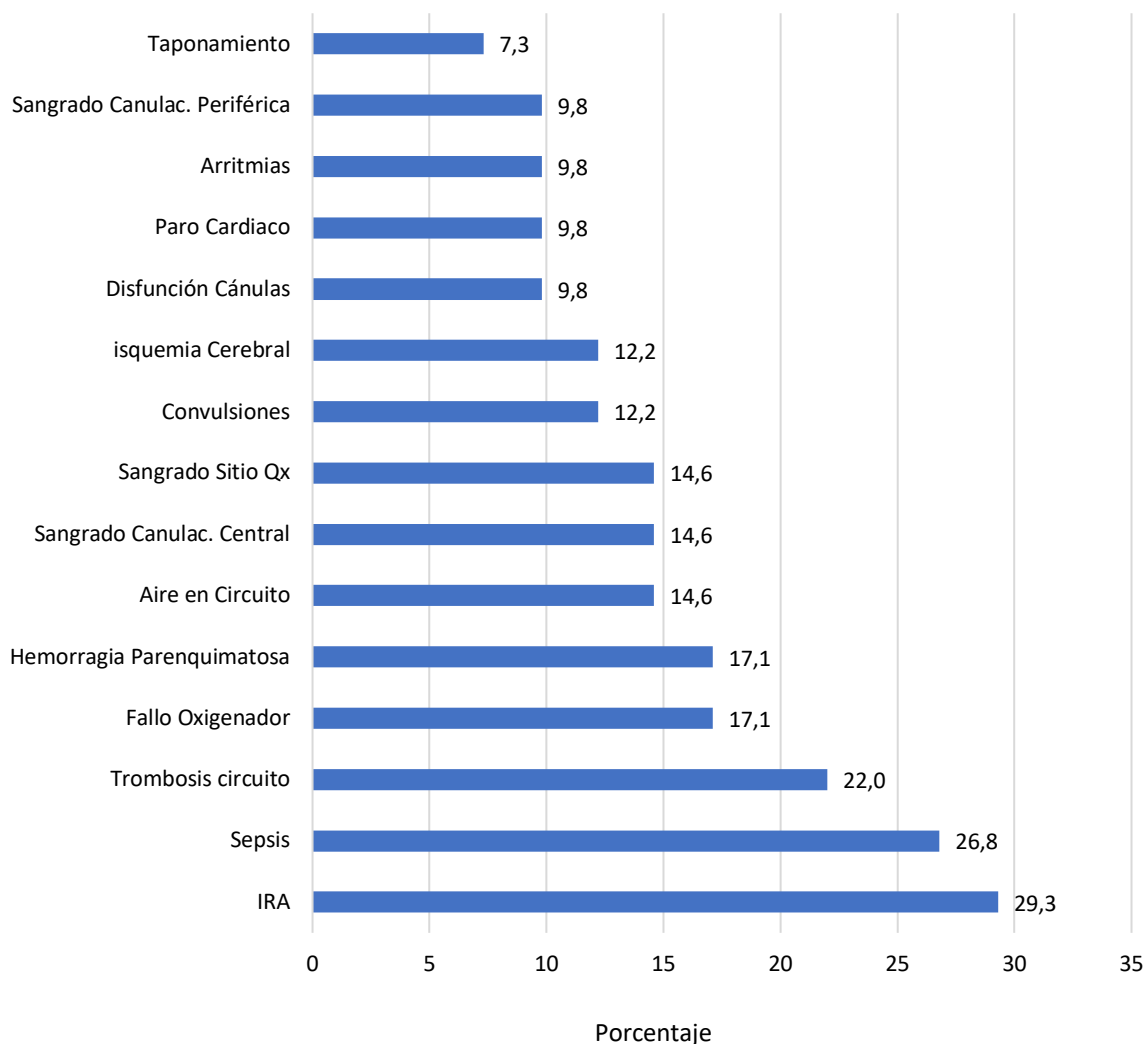


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Complicaciones del ECMO

Como se evidencia en el gráfico 18, dentro de las principales complicaciones observadas en los pacientes en ECMO durante el periodo de estudio se documentó la insuficiencia renal en 12 pacientes (29.3%), sepsis en 11 (26.8%), trombosis del circuito en 9 (22%), fallo del oxigenador en 7 (17.1%) y hemorragia cerebral intraparenquimatosa en 3 (7.1%).

Gráfico 18: Complicaciones de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



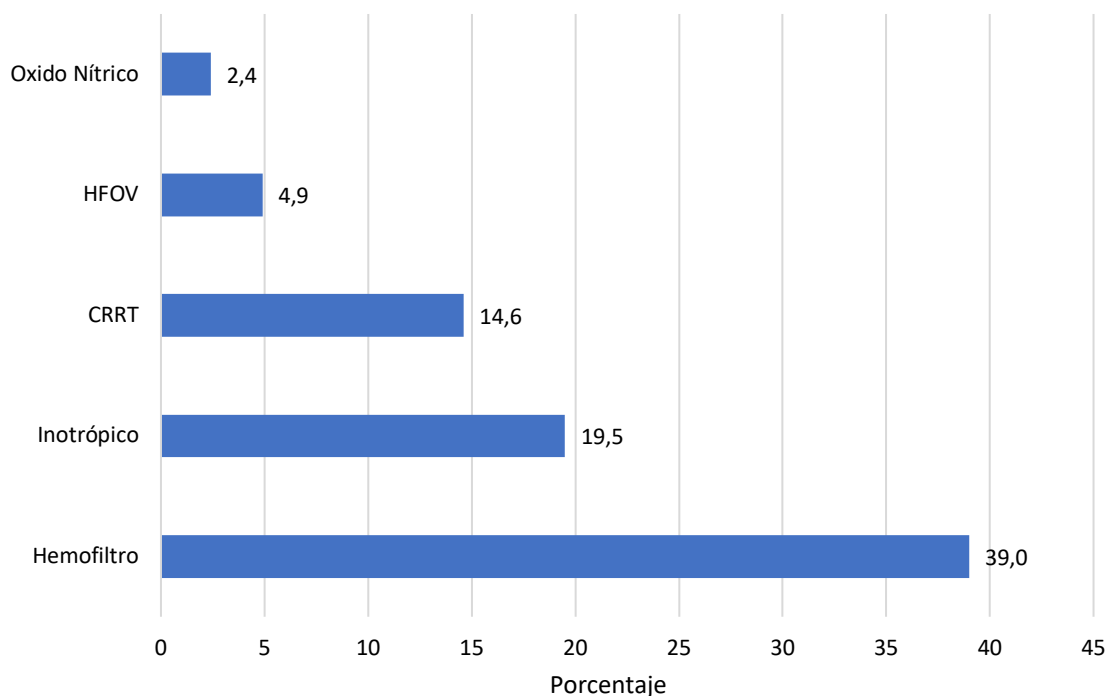
Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Algunas otras complicaciones observadas en menor frecuencia fueron la entrada de aire en el circuito, el sangrado del sitio de canulación central, y el sangrado del sitio quirúrgico en 6 pacientes (14.6%), las convulsiones y la isquemia cerebral se documentó en 5 (12.2%), la disfunción de las cánulas, el paro cardíaco, arritmias y el sangrado del sitio de canulación periférica en 4 pacientes (9.8%), así como el taponamiento en 3 (7.3%).

Soporte médico en ECMO

En cuanto a soporte médico adicional requerido durante el curso de ECMO, el más frecuente fue el hemofiltro en 16 pacientes (39,0%), seguido de soporte inotrópico en 8 (19.5%), la terapia de reemplazo renal en 6 (14.6%), y la ventilación de alta frecuencia en 2 (4.9%), Un paciente (2.4%) requirió el uso de óxido nítrico, según se detalla en el gráfico 19.

Gráfico 19: Soporte médico durante ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

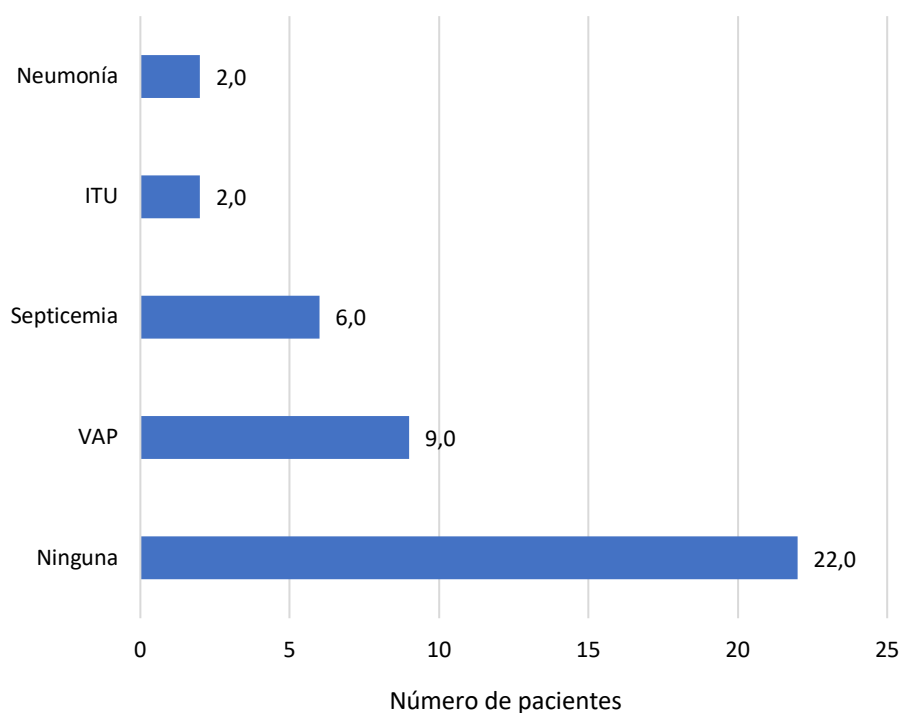


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Complicaciones infecciosas

Respecto a complicaciones infecciosas, 22 de los pacientes (53.7%) no presentaron ninguna, 9 (22%) desarrollaron una neumonía asociada al ventilador, 6 (14.6%) presentaron septicemia y 2 (4.9%) infección urinaria en igual frecuencia para las neumonías no asociadas al ventilador durante el periodo en ECMO, tal y como se demuestra en el gráfico 20.

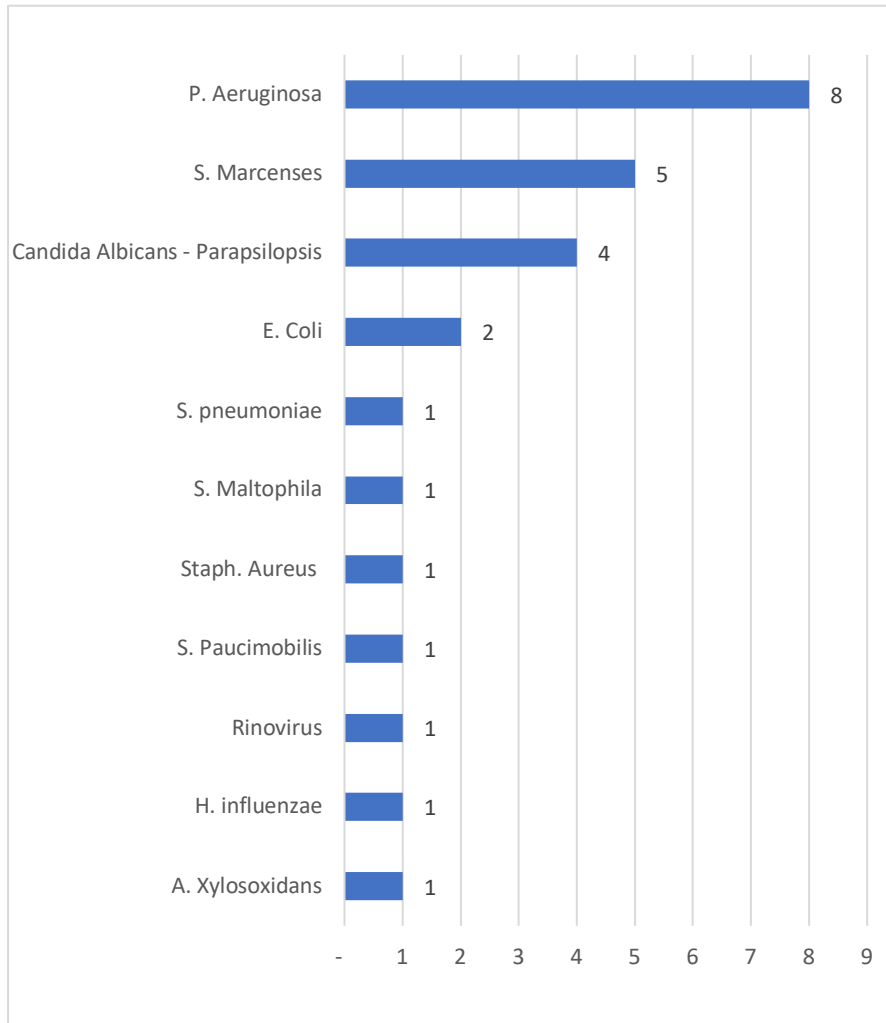
Gráfico 20: Complicaciones infecciosas en los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Entre los principales gérmenes asociados a las infecciones se documentaron *Pseudomona Aeruginosa*, *Serratia Marcenses* y *Candida Albicans*. otros gérmenes aislados con menos frecuencia fueron *Escherichia Coli*, *Achromobacter Xiloxidans*, *Shigomona Paucimobilis*, *Stenotrophomona Maltophila*, *Staphylococcus Aureus*, *Streptococcus Pneumoniae*, *Haemophilus Influenzae* y Rinovirus, según gráfico 21.

Gráfico 21. Gérmenes asociados a infecciones en los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)



Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

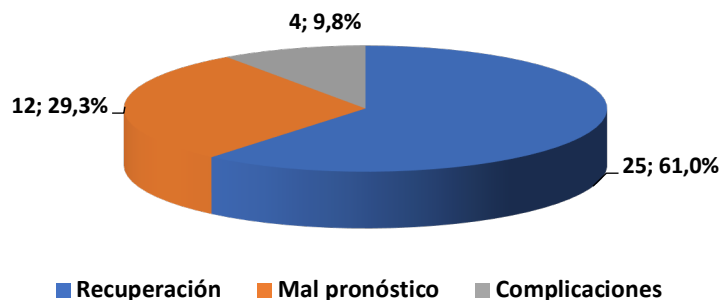
Finalización del curso del ECMO

Motivo de decanulación

Según se puede observar en el gráfico 22, 25 pacientes (61,0%) con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea tuvieron como motivo de decanulación el

criterio de recuperación, 12 (29,3%) el mal pronóstico y 4 (9,8%) las complicaciones en ECMO incluyendo el sangrado que hacían fútil la continuidad de la terapia.

Gráfico 22: Motivo de decanulación de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

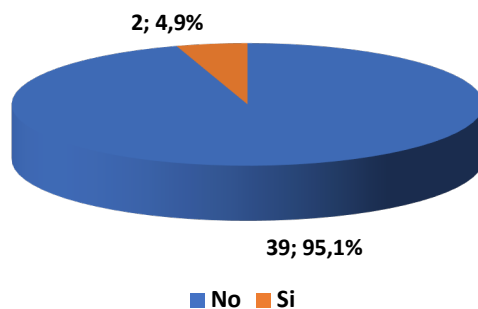


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Extubación en ECMO

En cuanto a la extubación durante ECMO solo 2 pacientes (4,9%) se lograron extubar durante la terapia como se detalla en el gráfico 23.

Gráfico 23. Distribución absoluta y relativa de extubación durante ECMO en los pacientes en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

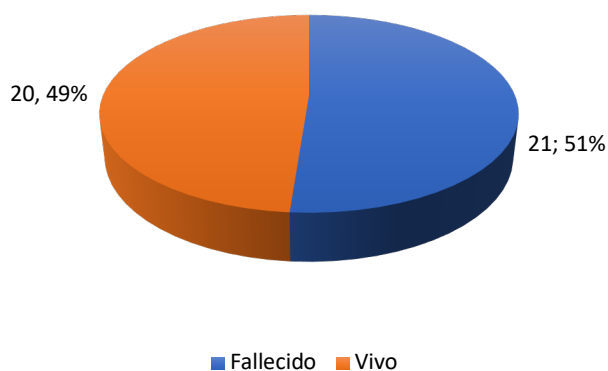


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Condición de egreso

Del total de pacientes en ECMO durante el periodo de estudio, 21 (51.2%) pacientes fallecieron, 20 (48.8%) egresaron vivos.

Gráfico 24: Distribución absoluta y relativa de condición de egreso de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

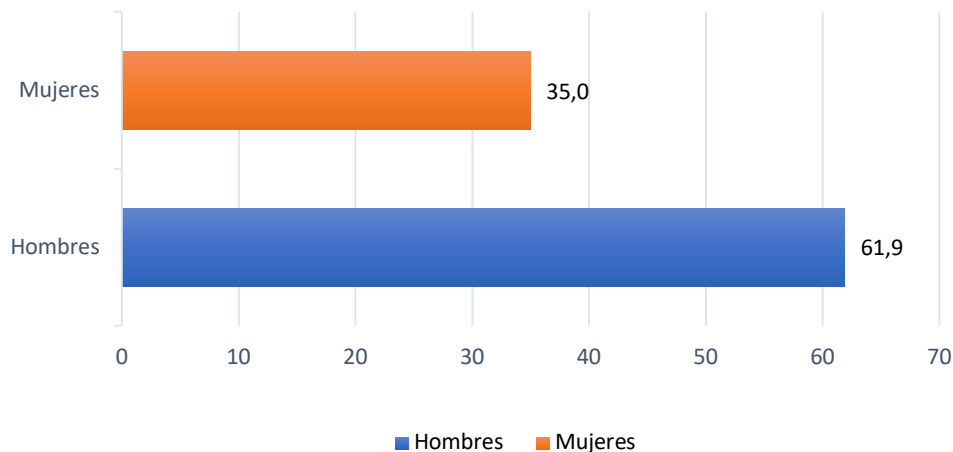


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sobrevida por género

Siendo que el estudio incluyó a 20 pacientes femeninas del estudio y 13 fallecieron, la sobrevida observada para las mujeres en ECMO fue de 35%, en el caso de los varones, se incluyeron 21 pacientes, y fallecieron 8 lo que corresponde a una sobrevida de 61.9% de los hombres, según se puede observar en el gráfico 25.

Gráfico 25: Porcentaje de sobrevida según género asociado a ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)

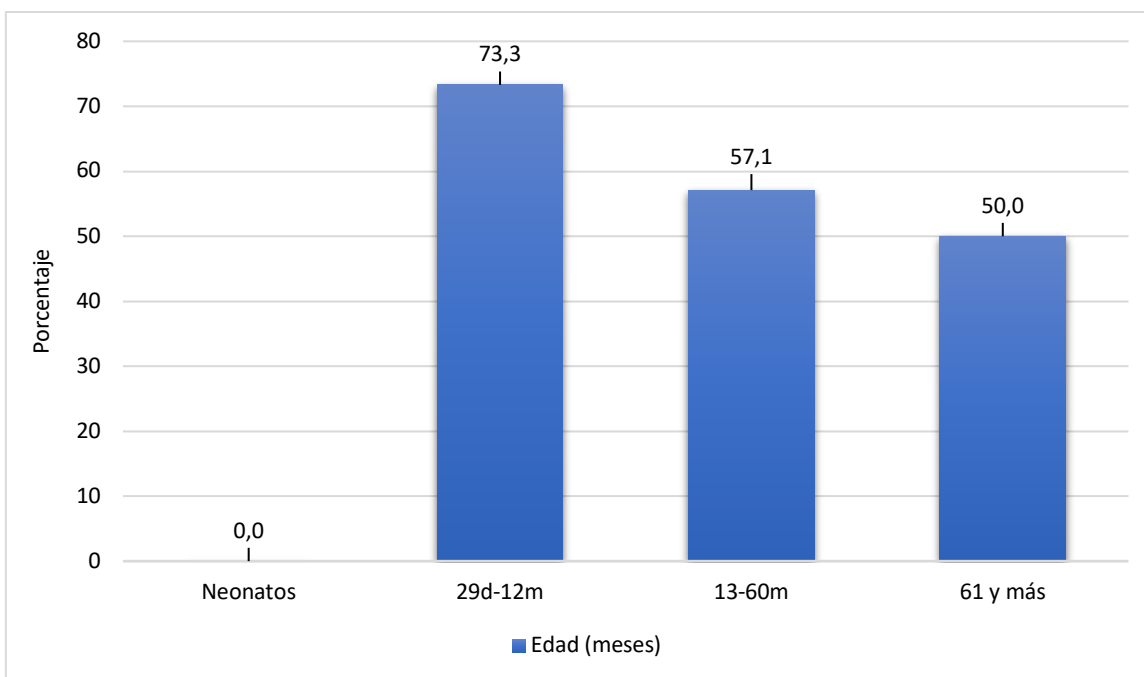


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sobrevida por grupo etario

Según se observa en el gráfico 26, la sobrevida neonatal fue de 0% de los 9 pacientes que conformaron este grupo, 11 niños (73.3%) de los 15 que se encontraban entre 29 días a 12 meses de edad sobrevivieron, así mismo 4 (57.1%) de los 7 entre los 12 meses y 60 meses y 5 (50%) de los 10 que correspondían a los mayores de 60 meses. Es decir el peor panorama claramente lo tuvo el grupo de recién nacidos.

Gráfico 26: Porcentaje de sobrevida según edad asociado a ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)

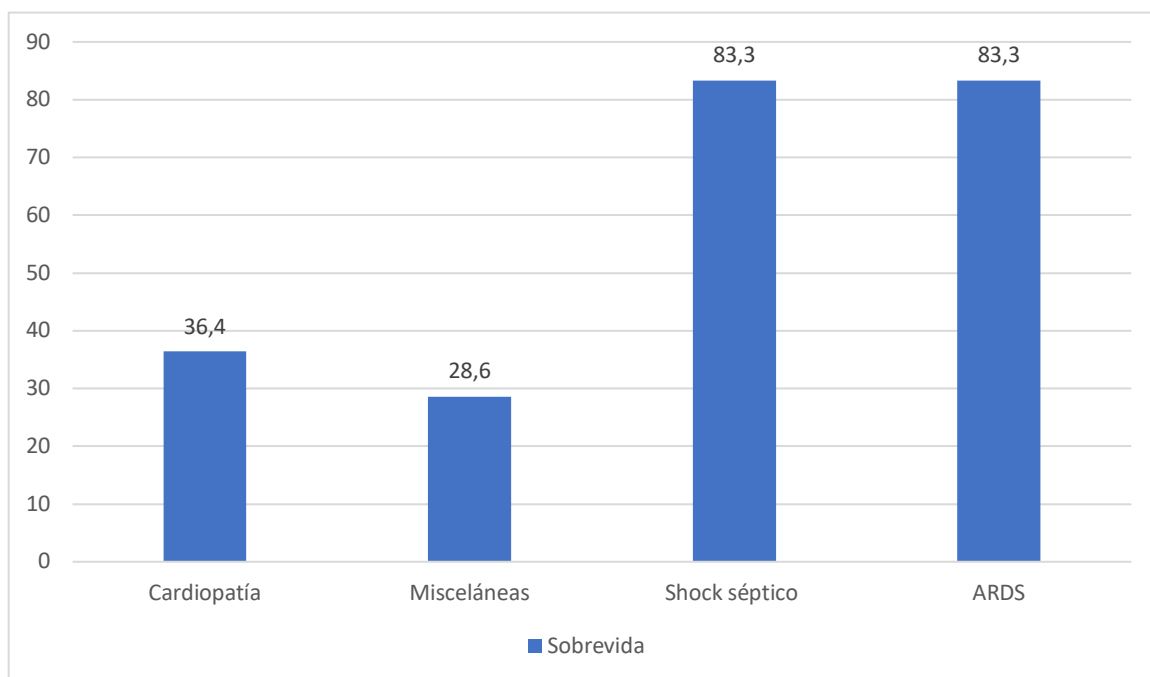


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sobrevida por diagnósticos

Por grupo de diagnósticos, la menor sobrevida la tiene el grupo de causas misceláneas dentro de las que se encuentran patologías como miocardiopatía, masa mediastinal, meningococcemia, linfoma e hipertensión pulmonar severa entre otras con un 28.6% de sobrevida, le siguen las cardiopatías con 36.4%, y el shock séptico junto con las bronconeumonías con el porcentaje más alto de sobrevida, ambas con 83.3% según se observa en el gráfico 27.

Gráfico 27. Porcentaje de sobrevida por grupo de diagnósticos de los pacientes ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)

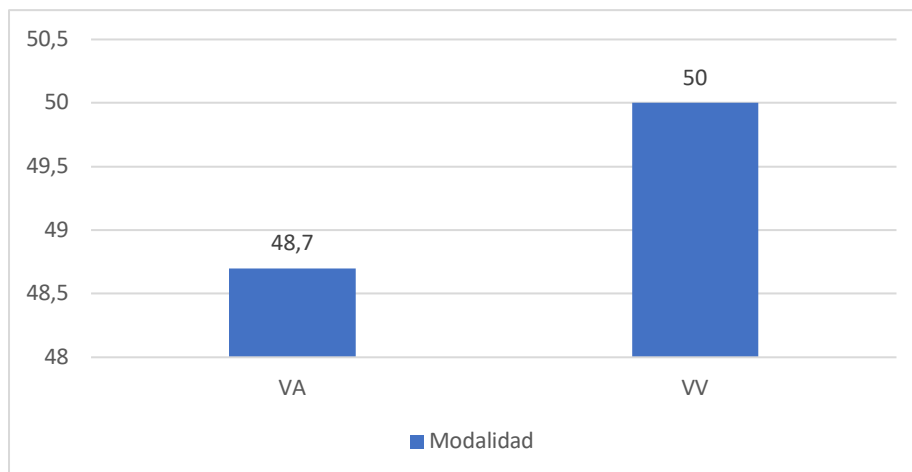


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sobrevida por tipo de soporte

Según se observa en el gráfico 28, la sobrevida en la modalidad VA fue de 48.7% (39 pacientes con 19 sobrevivientes) y para la modalidad VV de 50% (2 pacientes y 1 sobreviviente), prácticamente la misma para ambos tipo de soporte.

Gráfico 28. Porcentaje de sobrevida por tipo de soporte de los pacientes ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)

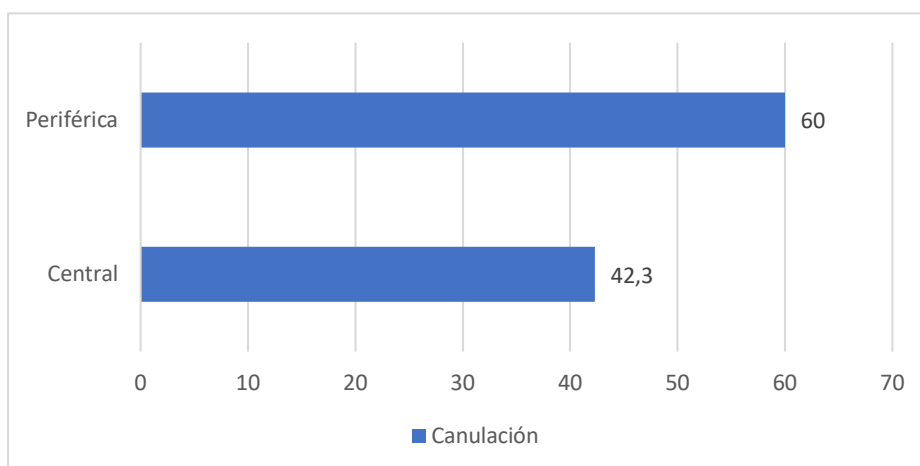


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sobrevida por tipo de canulación

Según se puede observar en el gráfico 29, en el estudio de los 41 pacientes, 26 tuvieron canulación central y de esos 15 fallecieron teniendo una sobrevida de 42%, mientras que de los 15 que tuvieron canulación periférica 6 fallecieron lo que corresponde a una sobrevida de 60%.

Gráfico 29. Porcentaje de sobrevida por tipo de canulación de los pacientes ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)

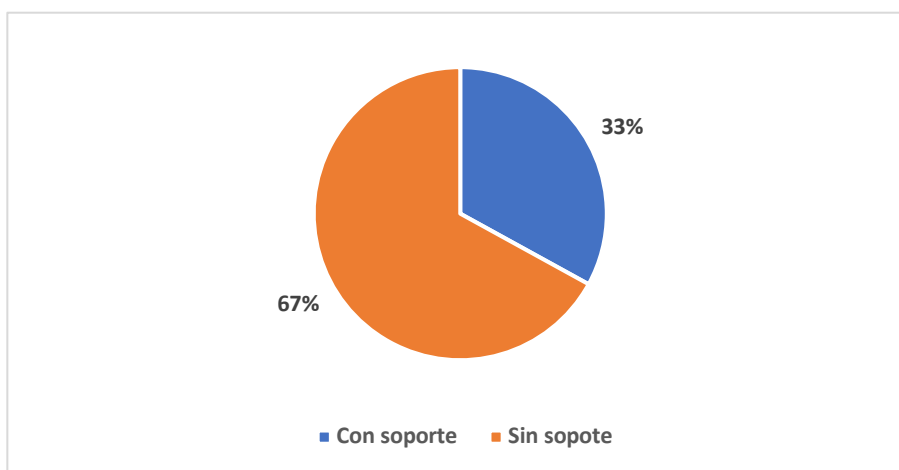


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Soporte médico adicional de los pacientes fallecidos

De los 21 pacientes fallecidos sometidos a ECMO, 14 (67%) de ellos requirieron algún tipo de soporte médico adicional a la terapia ECMO (hemofiltro, inotrópicos, CRRT entre otros) por otra parte 7 de esos pacientes fallecidos no requirieron ningún tipo de soporte adicional según se observa en el gráfico 30.

Gráfico 30. Porcentaje de pacientes en ECMO con soporte médico adicional en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)

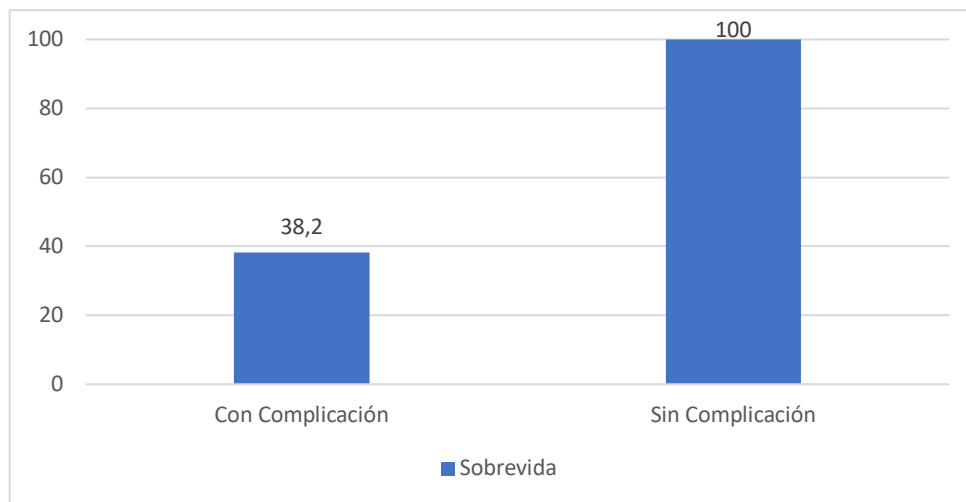


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Sobrevida por presencia de complicaciones

Según se puede observar en el gráfico 31, la sobrevida de los pacientes sin complicaciones fue de 100%, contra una sobrevida de 38.2% de los pacientes con al menos una complicación en ECMO.

Gráfico 31. Porcentaje de sobrevida según presencia de complicaciones de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 41 pacientes)

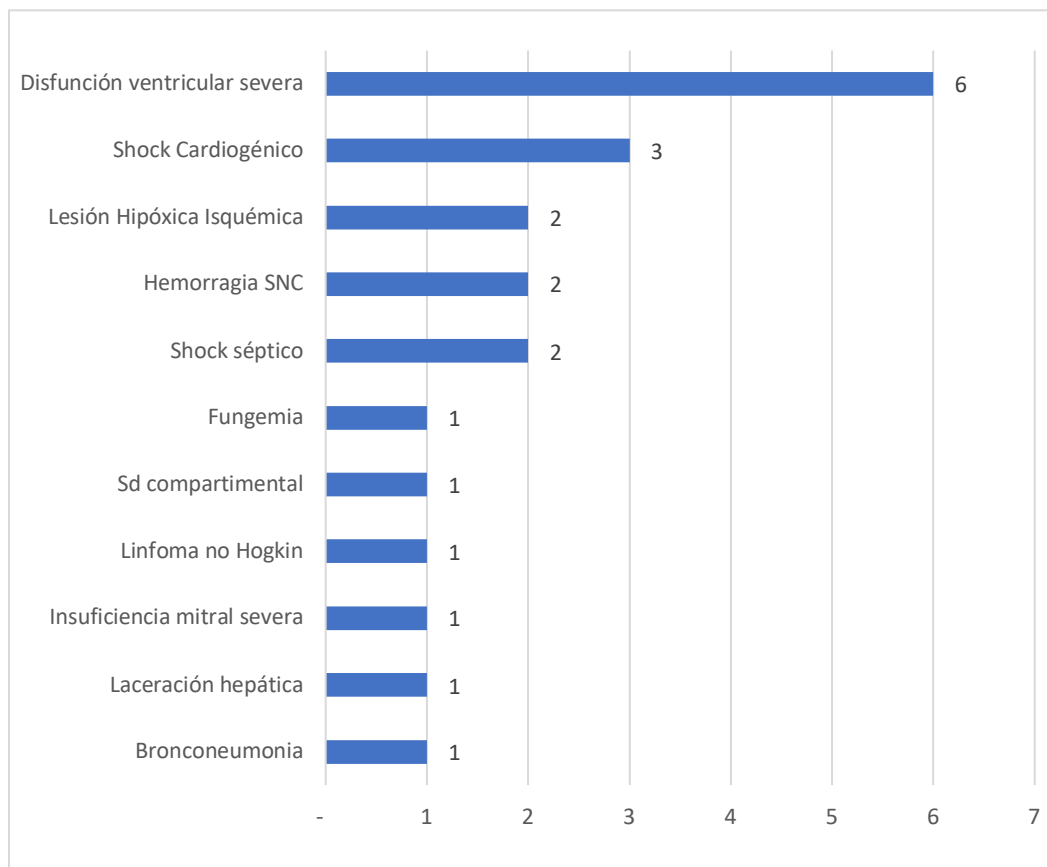


Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Causas de fallecimiento:

Dentro de las principales causas de fallecimiento se encontró la disfunción ventricular severa en 6 pacientes, seguido del shock cardiogénico en 3, la lesión hipóxico isquémica, hemorragia del sistema nervioso central y shock séptico con 2 pacientes cada uno y finalmente la fungemia, el síndrome compartimental, linfoma no Hodgkin, insuficiencia mitral severa, laceración hepática y bronconeumonía en 1 paciente, según se observa en el gráfico 32.

Gráfico 32. Causas de fallecimiento de los pacientes en ECMO en la UCI del HNN en el periodo de enero 2017 a diciembre 2020. (N = 21 pacientes)



Fuente: Expedientes médicos. Servicio de Estadística, Hospital Nacional de Niños

Discusión

En Costa Rica, la oxigenación por membrana extracorpórea se ofrece solamente en un centro pediátrico terciario, lo que permite definir con claridad su marco nacional en cuanto a este tipo de soporte para la población infantil del país.

La distribución de la población por sexo en el periodo de estudio fue bastante equilibrada, conformada en un 51,2% por hombres y un 48,8% mujeres, lo que permite demostrar que no hay diferencias de género para requerir la terapia. No obstante, aunque la proporción de pacientes por género que requirieron ECMO en el estudio fue muy similar, hubo una menor sobrevivida en una relación de 1 mujer por cada 1.8 hombres sobrevivientes a la terapia extracorpórea durante el periodo del estudio, sin que se logre identificar una razón para este hallazgo. (Gráfico 1 y 25).

La mayoría de nuestros pacientes en números absolutos provenían de San José, y esto se debe a la mayor densidad poblacional que existe en esta provincia. Al hacer la corrección correspondiente, se encuentra que la tasa fue igual tanto para la provincia de San José como la provincia de Limón, y el resto de las provincias no distan unas de otras de manera significativa, exceptuando Guanacaste y Cartago con menos representación en este periodo de estudio (Gráfico 2). Por tanto, es una terapia que a pesar de brindarse, como anteriormente se mencionó, en un solo centro pediátrico, se encuentra al alcance para cubrir todo el territorio nacional y concentra los recursos a disposición de un grupo humano altamente especializado. En cuanto a la nacionalidad, casi en su totalidad fueron pacientes costarricenses y solamente uno de origen nicaragüense, mostrándose que dicha terapia se ofrece a cualquier paciente que la requiera sin hacer excepción por país de origen (Gráfico 3). Dentro de las características demográficas importantes que podrían ser consideradas como factores de riesgo por la vulnerabilidad social al ser una minoría, se encuentra la población indígena. De igual manera, y dentro de la caracterización demográfica, la terapia se brindó a un paciente indígena (Gráfico 4), lo que permite subrayar la inclusión y alcance universal de la misma para cualquier tipo de etnia propio del sistema de salud y seguridad social de Costa Rica, cumpliendo la

legislación vigente respecto al derecho fundamental de la salud de la niñez y la adolescencia (14).

Cerca del 80% de los más de 50.000 pacientes tratados con ECMO y reportados a la ELSO son recién nacidos o niños, siendo el grupo de RN de causa respiratoria aproximadamente la mitad del total de pacientes pediátricos reportados (2). En nuestro estudio se evidenció que el 75.6% de los pacientes con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea tenían 60 meses o menos de edad (5 años o menos), y solo un 22% correspondía a menores de 1 mes (RN) (Gráfico 5), lo que no correlaciona con lo anteriormente descrito por ELSO, por cuanto en este centro y durante este periodo han quedado patologías neonatales como el síndrome de aspiración meconial y sepsis neonatales sin incluirse por razones que no se logran alcanzar con la presente investigación. Resulta por tanto, de vital importancia extender los alcances de la terapia ECMO al servicio de Neonatología del HNN y de otros centros de referencia neonatales para la patología respiratoria neonatal que pudiese estar quedando exenta de sus beneficios.

En cuanto al estado nutricional la mayoría de pacientes estaban eutróficos (Gráfico 6), lo que muestra que el requerimiento de la terapia estuvo lejos de relacionarse o incrementarse por deficiencias nutricionales.

De las principales comorbilidades, las cardiopatías congénitas y la cirugía cardíaca fueron variables altamente frecuentes en la población que requirió ECMO durante el periodo de estudio (Gráfico 7) y al igual que lo observado a nivel mundial ambos son factores de riesgo para requerimiento de soporte extracorpóreo. Además el grado de complejidad es altamente variable y el tipo de resolución quirúrgica puede conllevar la necesidad de soporte cardíaco antes y después de una corrección quirúrgica compleja. Sin embargo, resulta altamente evidente el peso de estos dos factores para requerir ECMO en nuestro país, estando presentes en más de la mitad de los pacientes en ECMO. En otras latitudes es frecuente encontrar otras comorbilidades como la neumopatía crónica e inclusive la presencia de hernia diafragmática que no se documenta en nuestra población, esto refuerza el hecho de que para el periodo de estudio la predominancia de soporte extracorpóreo fue hacia los pacientes con algún tipo de lesión cardíaca.

Nuevamente, y al analizar los principales diagnósticos de los pacientes en ECMO, el más frecuente es el grupo de las cardiopatías congénitas, confirmando el tema de la demanda de la terapia para soporte cardiaco por alteraciones anatómicas y asociación de cirugía cardiaca. El grupo del shock séptico y el de las bronconeumonías donde se incluyen los procesos de ARDS son menores considerablemente, a pesar de que es una terapia ampliamente documentada para aquellos casos refractarios al tratamiento médico con buenos resultados a nivel mundial y un grupo para nada despreciable es aquel que individualmente se conforma de causas misceláneas que tienen baja frecuencia y en cuyo caso muchas veces se ha cuestionado su implementación como en el caso de lesiones linfoproliferativas como el linfoma o masas mediastinales o de mal pronóstico como la meningococcemia (Gráfico 8). No obstante, estos son los menos frecuentes y la brecha con la patología cardiaca y estos subgrupos es amplia, en donde aún unificando las patologías pulmonares, los casos de shock séptico y las misceláneas, siguen siendo más los diagnósticos cardiacos requiriendo ECMO en el presente estudio (Gráfico 9).

Retomando el tema de la cirugía cardiaca como causa más importante para requerir ECMO, es importante señalar que de los 41 pacientes, 22 habían sido sometidos a bypass cardiopulmonar y la lesión cardiaca más frecuente que requirió ECMO fue el drenaje venoso pulmonar anómalo. Al comparar estos resultados con un estudio publicado en el 2019 por la Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular (8), sobre la experiencia pediátrica de 20 años en oxigenación por membrana extracorpórea poscardiotomía en 119 pacientes, se encuentra una diferencia sustancial en cuanto al diagnóstico más frecuente en reparación biventricular, siendo en su caso la transposición de grandes vasos (TGA) el más frecuente (21 pacientes), con solo 5 casos de DVAPT, en una relación de 4:1. Este resultado difiere de nuestro estudio, en donde la relación de las mismas en el mismo orden es 1:1.5. Este hallazgo está fuera de poderse explicar con los objetivos planteados, pero permite generar una interrogante para investigación a futuro.

Por otra parte en el mismo estudio se reporta que la principal indicación de ECMO (60%) fue la incapacidad de destete de la circulación extracorpórea lo que si

correlaciona con los resultados de nuestro estudio dado que, de los 22 pacientes que fueron sometidos a cirugía cardíaca, 16 (72%) tuvieron incapacidad de destete de la circulación extracorpórea, lo que confiere a esta población un alto riesgo para requerir la terapia ECMO. Por tanto, nuestra principal diferencia en cuanto a cardiopatías radica en la anomalía estructural predominante que ha requerido ECMO.

Respecto al soporte médico pre-ECMO, tal y como describe la literatura, la terapia extracorpórea es altamente invasiva y se reserva para aquellos pacientes con patologías reversibles refractarias a terapias convencionales, de esta misma forma los pacientes que fueron sometidos a esta terapia en el periodo del estudio eran aquellos que se encontraban con una terapéutica máxima (ventilación de alta frecuencia, óxido nítrico y fármacos vasoactivos a dosis máximas), con altas probabilidades de fallecer. El soporte predominante fue el inotrópico, en casi la totalidad de los pacientes, como es de esperar en una población de predominio de patología cardíaca y con fallo de bomba. El soporte ventilatorio con alta frecuencia, así como la posición prona, fueron mucho menos frecuentes y probablemente de la mano de la menor incidencia de causas respiratorias, reforzando la subrayada observación de la predominancia de los pacientes con alteraciones cardíacas que requirieron ECMO en esta población (Gráfico 10).

El promedio de días en ECMO es $8,4 \pm 7,1$ días, con un rango de entre 0,2 días hasta 29,9 días; el 75% de los pacientes en estudio tienen 10,8 días o menos en ECMO, siendo esto favorable al compararlo con las publicaciones disponibles (Gráfico 11). No obstante, este dato puede ser alentadoramente falso porque una de las razones es la alta cantidad de patología cardíaca neonatal incluida en nuestro estudio y la falta de inclusión de pacientes con enfermedad pulmonar que son los que característicamente demoran más en la terapia para su recuperación. Por lo tanto, refuerza la desviación de nuestra población a la falta de inclusión de trastornos respiratorios severos y la predominancia de la patología cardíaca en ECMO de nuestra población.

Del total de pacientes (41 pacientes) el 90,2% (37 pacientes) con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea tuvieron una única corrida en ECMO (Gráfico 12),

esto se debe en su mayoría a la correcta indicación de término de la terapia, es decir el momento de suspensión de la misma.

Según el tipo de soporte que se brindó un 65.9% fue cardiaco y un 34.1% fue pulmonar, esto de forma general (Gráfico 13). Sin embargo, cuando separamos los grupos por edad, vemos que en el grupo neonatal se incluyeron 9 pacientes y de esos pacientes, 2 requirieron el tipo de soporte pulmonar por fallo de la función respiratoria en contexto de bypass cardiaco asociado, el grupo restante fue establecido como soporte cardiaco por fallo de bomba, que cuando comparamos con las estadísticas de la ELSO en la población neonatal predomina el tipo pulmonar, es decir es una relación invertida a lo que vemos en nuestro estudio, lo que vuelve a generar la interrogante del alcance y oferta de la terapia a toda la población de este grupo de edad y la probabilidad de que falte incluir patologías pulmonares neonatales, además de un aumento del paciente cardiaco neonatal en ECMO.

En cuanto a la modalidad de ECMO inicial ya sea Veno-Venoso (VV) o Veno-Arterial (VA) un 95,1% estuvieron en VA y solo un 4,9% en VV (Gráfico 14). Al correlacionar con las causas o los diagnósticos de los pacientes que fueron sometidos a la terapia se encuentra que 11 pacientes presentaron bronconeumonías que corresponden a 27% de la población, lo que nos haría esperar un mayor número de ECMO tipo VV del que hemos observado, mostrando una inclinación para utilizar terapia VA cuando la indicación es VV, haciendo necesaria la reconsideración de los criterios para la decisión de la misma.

En cuanto a la colocación de vent (cánula venosa para drenaje de cámaras izquierdas) de los 41 pacientes, 32 (78%) requirieron un vent (Gráfico 15). Al comparar con el estudio publicado en el 2019 por Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular (8), sobre la experiencia pediátrica de 20 años en oxigenación por membrana extracorpórea poscardiotomía en 119 pacientes, se reporta que 24 pacientes (20%) requirieron colocar un vent. Dichos resultados llaman la atención, dado a que nuestra población en estudio más del 50% requirió la colocación de un vent, lo cual pudo haber sido implementado de manera preventiva para descomprimir tempranamente el ventrículo izquierdo, aún cuando

en algunos casos se pudo indicar la modalidad VV, por su requerimiento de soporte pulmonar, haciendo innecesario el uso del vent.

La mayoría de los pacientes tuvieron una canulación central, un 63,4% corresponde a central y un 36,6% a periférica (Gráfico 16). Este dato es de suma importancia ya que una canulación periférica es menos agresiva al no necesitar toracotomía y asocia menos mortalidad comparada con la canulación central. Sería importante considerar realizar la canulación periférica en una mayor cantidad de pacientes cuando la técnica y los aspectos individuales de cada niño lo permitan con el ánimo de disminuir los factores de riesgo de morbilidad y mortalidad del paciente en ECMO, dado que es un porcentaje considerablemente alto el observado en esta población que tuvo canulación central. Obviamente la canulación periférica desde el punto de vista técnico es más difícil entre más pequeño es el paciente, y aquellos casos relacionados con el bypass cardiaco ya tienen una esternotomía por lo que invariablemente dado el volumen de pacientes neonatales cardiacos, es de esperar la canulación central en mayor proporción durante este estudio.

La conversión de modalidad de ECMO fue muy baja (Gráfico 17), solo se observó para un paciente, sin embargo, la alta escogencia inicial de la modalidad de VA aún en patología respiratoria es el probable causal de esta baja proporción de cambio. Idealmente debería ser baja, pero correctamente establecida desde un inicio, para favorecer los objetivos terapéuticos que dictarán la pauta para la decanulación cuando éstos son alcanzados.

La asistencia con ECMO no está exenta de complicaciones y en ocasiones son estas mismas las que determinan el pronóstico y resultados de la terapia, dato importante dado que de la población en estudio más del 50% presentaron una o más complicaciones durante ECMO, dentro de las principales complicaciones que se presentaron se documentó: insuficiencia renal aguda, sepsis, trombosis del circuito, fallo del oxigenador y hemorragia cerebral intraparenquimatosa (Gráfico 18). Al revisar la literatura en un estudio publicado en el año 2000, de las complicaciones durante ECMO en el Hospital Gregorio Marañón, Madrid, en un periodo de octubre 1997 a mayo 1999 (9) se reportaron que de 18 pacientes pediátricos tratados en ECMO un 77% presentó complicaciones (14 pacientes), la

principal complicación fueron los episodios hemorrágicos seguidos de alteraciones neurológicas, la más frecuente hemorragia del sistema nervioso central y finalmente las mecánicas relacionadas con el circuito. Además se documentó un incremento en la mortalidad con respecto a los que no sufrieron complicaciones durante el ECMO.

Estos resultados en nuestro estudio correlacionan con lo que se reporta en la literatura dado que los pacientes que presentan algún tipo de complicación son los más propensos a presentar un mal pronóstico o disminución en la supervivencia, además al observar que una de las principales complicaciones es la IRA vemos como correlaciona con el principal soporte requerido por los pacientes durante ECMO, siendo el hemofiltro el más frecuente en un 39% de los pacientes (Gráfico 19). Es importante además señalar que, a pesar de que la terapia en condiciones óptimas debería permitir una disminución considerable o la suspensión completa de las terapias de soporte vasopresor o respiratorio, se reporta en nuestra población el alto porcentaje de requerimiento inotrópico, ventilación de alta frecuencia e inclusive óxido nítrico concomitante con el ECMO, lo que plantea la interrogante de la capacidad alcanzada en cuestión de flujos de la terapia ECMO implementada en estos pacientes y la adecuada indicación y escogencia del tipo de ECMO, lo cual debe analizarse de manera individual cuando estas terapias médicas han ameritado su implementación o no han podido ser suspendidas luego del inicio del soporte extracorpóreo.

Con respecto al soporte médico que requirieron los pacientes fallecidos durante ECMO, 14 (67%) de ellos requirieron terapia adicional (hemofiltro, inotrópicos, CRRT entre otros), (Gráfico 30), lo que podría deberse a una insuficiente asistencia extracorpórea asociada a la severidad del cuadro y a su refractariedad. No obstante, resultaría interesante determinar si los flujos alcanzados eran idóneos para sus características antropométricas, lo cual va más allá del propósito de este estudio y podría corresponder a otra fase posterior del mismo.

Entre las principales complicaciones de tipo infecciosas reportadas en nuestro estudio se documentó la neumonía asociada al ventilador (22%) y la septicemia (14,6%) como las más frecuentes, siendo los gérmenes que más se lograron aislar la *Pseudomona aeruginosa*, *Serratia marscenses*, *Candida albicans*, *Candida parasilopsis* y *Escherichia coli*, entre otros (Gráfico 20 y 21). Los porcentajes de infecciones asociadas a dispositivos son muy altos y dejan claro el reto que implica disminuir la incidencia de estos procesos que son una causa importante de morbimortalidad para estos pacientes. Así mismo, al documentar la etiología es importante entonces considerar a los gérmenes Gram negativos y los fúngicos para el establecimiento de terapia empírica, lo cual no difiere de lo observado para el paciente crítico que está altamente invadido.

En cuanto al motivo de decanulación más de la mitad, un 61% (25 pacientes) tuvo el criterio de recuperación y el 9,8% (4 pacientes) se decanularon por las complicaciones en ECMO y el sangrado (Gráfico 22), los cuales son eventos que pueden ocurrir y al menos comparados con la literatura ocurrieron dentro de las frecuencias esperadas, exceptuando las de origen infeccioso por su alta prevalencia local.

En cuanto a la extubación durante ECMO solo 2 pacientes se lograron extubar durante la terapia (Gráfico 23). Esto podría deberse a la falta de experiencia del programa que no ha dejado alcanzar la curva de aprendizaje para llegar a este proceso y que se debe trazar como un objetivo cuando las condiciones individuales del paciente las permitan.

Al analizar la condición de egreso, (Gráfico 24) podemos ver que el 51,2% (21 pacientes) con terapia de soporte de oxigenación extracorpórea fallecieron ya sea durante o posterior a la terapia, y (10 pacientes), es decir, prácticamente la mitad, tuvieron como causa de muerte la disfunción ventricular severa que fue una de las principales causas para colocación de la terapia ECMO.

Es importante señalar que en estudios de ECMO, la mejor interpretación de los resultados se da principalmente en términos de *sobrevida*, más que *mortalidad* per se, ya que estos pacientes se consideraban en terapia médica máxima y con altísima posibilidad de fallecer sin la terapia extracorpórea. Se puede determinar,

según los resultados observados que, por grupo etario la sobrevida para todos los pacientes fuera del periodo neonatal estuvo dentro del rango esperable para pacientes en ECMO, con una ventajosa diferencia hacia el grupo de lactantes menores, entre 29 días y 12 meses. Sin embargo, aunque la mortalidad neonatal representó el 42.9% de la mortalidad global asociada a ECMO, la sobrevida del grupo de recién nacidos fue de 0% (Gráfico 26). Por tanto, la mortalidad neonatal durante el periodo del estudio fue de 100%, de igual manera todos los pacientes tenían patología cardioquirúrgica, haciendo que la combinación neonato cardioquirúrgico fuera la principal asociación de mal pronóstico.

Por diagnóstico podemos concluir que la sobrevida es menor en pacientes cardiacos predominantemente y el shock séptico le sigue, posteriormente las causas respiratorias de edad pediátrica y por ultimo aquellas que per se son infrecuentes y dentro de este estudio se incluyeron como misceláneas. Tal como se observa en el gráfico 27 la sobrevida más baja la tienen los pacientes con diagnósticos de cardiopatías congénitas, dato que muy importante dado a que es esta es la principal patología de los pacientes con terapia ECMO.

Por grupo de diagnósticos, la menor sobrevida se documentó para el grupo de causas misceláneas que no ofrece una comparación justa con el resto, dado que fueron infrecuentes, con alta variabilidad entre ellas y además con malos pronósticos en ECMO de previo conocidos como es el caso de la meningococemia. Siendo tan poco frecuentes se agruparon bajo el término misceláneas, pero podrían sesgar la interpretación. Cuando se analiza el resto de los grupos, claramente las cardiopatías quedan muy por debajo de los otros dos grupos homogéneos en su composición como son el del shock séptico y las bronconeumonías con ARDS que ostentan altos porcentajes de sobrevida, ambas con 83.3% mostrando la ventaja para estos dos tipos de pacientes (Gráfico 27).

La sobrevida por modalidad fue muy similar ya que para los modos VA fue de 48.7% y VV de 50%, prácticamente la misma para ambos tipo de soporte (Gráfico 28). Sin embargo, este dato no es concluyente dado el predominio por el uso de VA aún para patología puramente respiratoria.

En el estudio de los 41 pacientes, 29 pacientes tuvieron canulación central y de esos 15 fallecieron teniendo una sobrevida de 42.3%, mientras que de los 15 que tuvieron canulación periférica 6 fallecieron lo que corresponde a una sobrevida de 60%, mostrando una clara ventaja de la canulación periférica respecto a la central, acorde a la literatura. Es necesario destacar que la canulación periférica, la cual tiene mejores resultados en cuanto a sobrevida por los riesgos aumentados que conlleva la central, fue la menos frecuentemente implementada durante el periodo de estudio.

Como es de esperar, los pacientes que no tuvieron complicaciones de ningún tipo durante la terapia en ECMO, tuvieron una sobrevida de 100%, la sola presencia de una complicación puede disminuir esa sobrevida hasta 38.2%. (Gráfico 31), destacando la relevancia de prevenir cualquier eventualidad del circuito, o inherentes al paciente algunas tan frecuentes como la insuficiencia renal o las de tipo infeccioso. Este detalle es muy importante si se desea mejorar los resultados del programa.

Dentro de las principales causas de fallecimiento se encontró la disfunción ventricular severa en 6 pacientes, seguido del shock cardiogénico en 3, la lesión hipóxico isquémica, hemorragia del sistema nervioso central y shock séptico con 2 pacientes cada uno y finalmente la fungemia, el síndrome compartimental, linfoma no Hodgkin, insuficiencia mitral severa, laceración hepática y bronconeumonía en 1 paciente.

En esta discusión se ha logrado hacer un mapeo general de la población que ha requerido la terapia extracorpórea durante el periodo inicial en el Hospital de Niños, las tendencias que se desprenden de su análisis permiten perfilar su ámbito de acción y promover oportunidades de mejora a partir de él.

Conclusiones

Para la población y el periodo del estudio, se puede concluir lo siguiente:

1. Existe accesibilidad de la terapia sin discriminación.
2. Su aplicación difiere en cuanto a edad según lo reportado a nivel mundial siendo especialmente notable la falta de inclusión de patología neonatal respiratoria e infecciosa.
3. Durante el periodo de estudio, la principal causa de ECMO fue la relacionada con patología cardíaca, teniendo una altísima mortalidad neonatal.
4. Predominaron los pacientes cardíacos quirúrgicos y la principal cardiopatía documentada fue el DVPAT con fallo de destete de circulación extracorpórea.
5. Existe una marcada tendencia al uso de modalidad venoarterial y canulación central, ambas asociadas a mayor mortalidad mundial y que puede explicarse por la prevalencia de patología cardíaca de la población estudiada.
6. La inclinación observada hacia el uso de la modalidad VA a pesar de requerir soporte pulmonar en algunos de los pacientes, subraya la necesidad de analizar de manera exhaustiva la indicación del ECMO previo al inicio de cada curso.
7. El soporte cardíaco y la canulación central fueron los más frecuentes y son los que asocian mayor riesgo.
8. La principal causa de decanulación fue la recuperación, presente aún en la población que falleció por lo que resulta necesario optimizar las valoraciones previas a decanulación.

9. El menor tiempo promedio de duración de la terapia se explica por la falta de inclusión de mayor número de pacientes con patología respiratoria.
10. Los mejores resultados se obtuvieron para pacientes con shock séptico y ARDS pediátricos.
11. Las complicaciones del ECMO fueron frecuentes, pero hubo un número considerable de tipo infeccioso.
12. La sobrevida global es menor que la reportada por ELSO. La sobrevida fue similar a la reportada excepto para la población neonatal.

LIMITACIONES

Como limitaciones al ser un estudio retrospectivo que involucra revisión de bases de datos y expedientes, la principal limitación sería la falta de información al existir expedientes incompletos.

Este estudio podría verse limitado en sus resultados desde el punto de vista estadístico por una baja cantidad de pacientes, aún tratándose de la población en su totalidad, por lo que resulta importante ampliar a lo largo del tiempo.

Además este estudio no conlleva el seguimiento de los pacientes para determinar pronóstico a largo plazo, secuelas y comorbilidades asociadas a la terapia extracorpórea que podrían ser incluidas en una ampliación de este estudio en un futuro.

RECOMENDACIONES

Este estudio tiene como objetivo conocer las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes sometidos a ECMO en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños. "Dr. Carlos Sáenz Herrera"; por lo que sería importante que todos los involucrados en el manejo de estos pacientes tengan un conocimiento general sobre la realidad de esta población para poder establecer protocolos, guías, indicaciones y mecanismo de seguimiento sobre la terapia ECMO, dado que es una terapia joven en este centro pediátrico.

Se recomienda por tanto compartir estos resultados con:

1. Dirección Médica del Hospital Nacional de Niños
2. Jefatura Departamento de Medicina y Cirugía HNN
3. Equipo de Trabajo de ECMO Pediátrico – HNN
4. Comisión Técnica Especializada del Programa Cardiovascular Pediátrico
5. Red Nacional de Neonatología
6. Servicios del HNN: Cuidados Intensivos, Cirugía Cardiovascular y Perfusión, Cardiología, Enfermería, Infectología

ANEXOS

CONSECUTIVO _____

HOJA RECOLECCION DE DATOS

Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes colocados en terapia de soporte oxigenación extracorpórea en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional de Niños "Dr. Carlos Sáenz Herrera" del 1 enero 2017 al 31 de diciembre 2020

ECMO-UCI 2017-2020

Criterios Inclusión:

1. Rango de edad: todo paciente que haya requerido ECMO en el HNN menor de 18 años.
2. Género: ambos sexos
3. Etnia: No hay restricción en la etnia de los participantes.
4. Inclusión de clases especiales o participantes vulnerables: todos los pacientes que serán incluidos entran dentro de la definición de vulnerables al ser menores de edad. Pruebas de laboratorio y Gabinete: al ser un estudio puramente descriptivo, no se realizarán pruebas de laboratorio o gabinete.
5. Otros: Pacientes que requirieron ECMO en el Servicio Unidad de Cuidados Intensivos del HNN.

Criterios exclusión:

1. Pacientes que no cuenten con un 50% de las variables consideradas relevantes para el estudio.

ID _____

F. NACIMIENTO _____ F. INGRESO HNN: _____

SEXO: () FEMENINO () MASCULINO

PROCEDENCIA

- () San José () Alajuela () Cartago () Heredia
() Guanacaste () Puntarenas () Limón

NACIONALIDAD _____

INDIGENA: SI () NO ()

PESO: _____ kg TALLA: _____ cm

ESTADO NUTRICIONAL

- Eutrofia Falla para progresar
 Desnutrición Sobrepeso Obesidad

COMORBILIDADES

- Malformación Congénita SI NO _____
Cardiopatía SI NO _____
Neumopatía crónica SI NO _____
Hernia diafragmática SI NO _____

DIAGNOSTICO PRINCIPAL _____

OTROS DIAGNOSTICOS _____

INTUBACION: SI NO

Fecha intubación: _____

Soporte PRE-ECMO

- Bypass Cardiopulmonar SI NO
Oxido Nítrico SI NO
Surfactante Pulmonar SI NO
Terapia Reemplazo renal SI NO
Plasmaferésis SI NO
Posición Prona SI NO
Ventilación alta frecuencia SI NO
Soporte inotrópico SI NO

ECMO

FECHA INICIO: _____ HORA: _____

F. FIN ECMO: _____ HORA: _____

CICLOS ECMO (RUNS) _____

TIPO SOPORTE () Cardíaco () Pulmonar () ECPR

MODO INICIAL: () VA () VV () V-VA () Desconocido

COLOCACION VENT: () SI () NO

SITIO INSERCIÓN: () Central () Periférico

CONVERSION MODO: () SI () NO

MODO CONVERSION: () De VA a VV

() De VV a VA

() Otro _____

TRANSPORTE EN ECMO: SI () NO ()

CIRUGIA CARDIACA () Con CEC () Sin CEC () NO

CAUSA ECMO

() Neumotórax persistente

() ARDS

() Hernia diafragmática congénita

() Hipertensión Pulmonar

() Disfunción cardíaca severa post bypass

() Miocarditis

() Arritmias severas

() Shock séptico

PROCEDIMIENTO QUIRURGICO EN ECMO: () SI () NO _____

COMPLICACIONES

() Fallo del oxigenador

() Trombosis del circuito

() Fallo de centrífuga

() Entrada de aire en el circuito

() Ruptura del circuito

() Hemorragia GI

() Disfunción de cánulas

() Sangrado canulación periférica

- Sangrado canulación mediastinal
 - Sangrado de sitio quirúrgico
 - Taponamiento cardíaco
 - Muerte cerebral
 - Convulsiones
 - Isquemia cerebral
 - Hemorragia intraparenquimatosa
 - Hemorragia intraventricular
 - Insuficiencia renal aguda
 - Paro cardíaco
 - Arritmias
 - Hemólisis
 - Isquemia de miembros
 - Sepsis
 - Úlceras
- Neumotórax
 - Hemotórax
 - Hemorragia pulmonar

SOPORTE EN ECMO

- Terapia de reemplazo renal
- Hemofiltro
- Inotrópicos
- Ventilación de alta frecuencia
- Oxido Nítrico

SITIOS DE INFECCION

- Neumonía
- Neumonía asociada al ventilador
- Sepsis de catéter
- Septicemia
- Infección del tracto urinario
- No identificada

Germen de infección _____

MOTIVO DE DECANULACION

- Desconocida
- Recuperación
- Muerte o mal pronóstico
- Complicación del ECMO

EXTUBACION

FECHA _____ HORA: _____

Extubación durante ECMO: SI () NO ()

Intubado al momento de fallecimiento ()

F. EGRESO UCI _____

F. EGRESO HNN _____

CONDICION EGRESO: () Vivo () Fallecido

F. FALLECIMIENTO _____ LUGAR FALLECIMIENTO _____

CAUSA FALLECIMIENTO _____

INVESTIGADOR _____.

FECHA _____.

BIBLIOGRAFÍA

1. Oxigenación por Membrana Extracorpórea (ECMO): Experiencia en una Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal *Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO): Experience in a Neonatal Intensive Care Unit*. Arch Argent Pediatr 2012;110(5):404-411.
2. Oxigenación con membrana extracorpórea neonatal-pediátrica. Javier Kattan S, MD. Alvaro Gonzalez MD, Andrés Castillo M MD. Rev Chil Pediatr 2013; 84 (4): 367-378.
3. *ELSO: ECMO Registry of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)*, Ann Arbor, Michigan, 2021.
4. Oxigenación por Membrana Extracorpórea (ECMO): Experiencia en una Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal, Dr. Eduardo D. Domínguez, Dra. Gisella Salasa, Dr. Martín Valdés, Dra. Cecilia Rubio, Dra. Patricia Bellania, Lic. Sonia Rodasa y Dra. Diana Fariña. Arch Argent Pediatr 2012; 110(5):404-411.
5. UK Collaborative ECMO Trial Group. UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. Lancet 1996;348:75-82.
6. Neurodevelopmental outcomes after pediatric cardiac ECMO support. Constantinos Chrysostomou, Timothy Maul, Patrick M. Callahan, Khoa Nguyen, Steven Lichtenstein, Emma G. Coate, Victor O. Morell and Peter Wearden. www.frontiersin.org. December 2013 | Volume 1 | Article 47.
7. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO), primer caso en Costa Rica, Carlos Dobles-Ramírez y Donato A. Salas-Segura, Acta Médica Costarricense. ISSN 0001-6012/2014/56/4/177-179.
8. Oxigenación por membrana extracorpórea poscardiotomía en la edad pediátrica: 119 pacientes en 20 años ~ de experiencia. J.M. Aguilar et al. / Cir Cardio. 2019;26(S1):4-10.
9. Complicaciones durante el ECMO, J. Vásquez et al. Rev. de Cir. Infantil 10 (1), 2000.
10. INCIENSA, Reporte anual 2020, Análisis epidemiológico sobre los defectos congénitos registrados durante 2019 en Costa Rica.

11. ECLS Registry Report, Extracorporeal Life Support Organization. Ann Arbor, MI 48103 USA.
12. Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO): Experience in a Neonatal Intensive Care Unit. Dr. Eduardo D. Domínguez, Dra. Gisella Salas, Dr. Martín Valdés, Dra. Cecilia Rubio, Dra. Patricia Bellania, Lic. Sonia Rodas y Dra. Diana Fariña. Arch Argent Pediatr 2012;110(5):404-411.
13. Neonatal and pediatric extracorporeal membrane oxygenation in developing Latin American countries. Javier Kattana, Álvaro González, Andrés Castillob, Luiz Fernando Caneoc. J Pediatr (Rio J). 2017;93(2):120-129.
14. Código de la Niñez y la Adolescencia, N° 7739. Asamblea Legislativa de la República. Gobierno de Costa Rica.