

**FACTORES ASOCIADOS A MORTALIDAD EN NIÑOS CRÍTICOS CON
LESIÓN RENAL AGUDA QUE RECIBEN TERAPIA DE REPLAZO RENAL**

Ginna Sofia Ruano Cifuentes

Universidad El Bosque - Facultad de Medicina

Posgrado en Nefrología Pediátrica

Bogotá D.C, Enero 2025

FACTORES ASOCIADOS A MORTALIDAD EN NIÑOS CRÍTICOS CON LESIÓN RENAL AGUDA QUE RECIBEN TERAPIA DE REMPLAZO RENAL

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Nefrología Pediátrica**

Investigador Principal

Ginna Sofia Ruano Cifuentes

Director Temático

Luz Stella González Chaparro

Director Metodológico

Martha Báez

Director Programa Nefrología Pediátrica

Ricardo Gastelbondo Amaya

Línea de investigación

Pediatría

Fundación Cardioinfantil

Universidad El Bosque - Facultad de Medicina

Posgrado en Nefrología Pediátrica

Bogotá D.C, Enero 2025

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, sólo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Agradecimiento

A Dios, mi familia y la inspiración que me dieron día a día para lograr esta meta.

Guía de contenido

Introducción	10
Marco teórico	11
Lesión Renal Aguda (LRA)	11
Fisiopatología de la LRA	11
Diagnóstico.....	12
Índice de Angina Renal	13
Manejo de la LRA y Terapia de Soporte Renal	14
Modalidades de Terapia de Reemplazo Renal	15
Hemodiálisis intermitente	15
Diálisis Peritoneal (DP).....	15
Terapia de Reemplazo renal continuo	16
Mortalidad en LRA	17
Problema.....	19
Pregunta de investigación.....	20
Hipótesis.....	21
Justificación.....	22

Objetivos	24
Objetivo general	24
Objetivos específicos.....	24
Propósito.....	26
Aspectos metodológicos.....	27
Tipo de estudio.....	27
Población de referencia y muestra	27
Muestra.....	28
Tipo de muestreo	28
Criterios de selección	28
Criterios de inclusión	28
Criterios de exclusión.....	29
Variables.....	29
Procedimiento Métodos y técnicas para la recolección de la información	35
Fuentes de información:	36
Plan de análisis	36
Sesgos y control	37
Sesgo de conveniencia	37
Sesgos de información:	38

Sesgos de Mala-clasificación o sesgos de clasificación no diferencial:.....	38
Sesgo de selección:.....	38
Aspectos éticos.....	39
Categoría de la investigación	39
Población sujeta de investigación	39
Proceso de obtención de consentimiento informado.....	39
Uso de datos personales y manejo de la información	40
Riesgos y Beneficios	41
Criterios que se tendrá en cuenta para la publicación de los productos de investigación.....	41
Cronograma.....	43
Presupuesto.....	44
Resultados	45
Discusión.....	53
Referencias bibliográficas	60

Lista de tablas

Tabla 1. Estadificación de la lesión renal aguda de acuerdo con la definición KDIGO	14
Tabla 2. Variables del estudio.....	32
Tabla 3. Cronograma.....	47
Tabla 4. Presupuesto.....	48
Tabla 5. Características demográficas y antropométricas	49
Tabla 6. Antecedentes patológicos y diagnóstico de manejo	50
Tabla 7. Características clínicas durante la estancia en UCI en los pacientes pediátricos.....	51
Tabla 8. Características de la TRR durante la estancia en UCI en los pacientes pediátricos.....	52
Tabla 9. Análisis de asociación entre factores primarios y mortalidad	53
Tabla 10. Modo de terapia según diagnóstico de manejo	55

Resumen

Introducción: La terapia de recambio renal es una intervención esencial en el manejo de la Lesión Renal Aguda. En niños en estado crítico está indicada para mejorar el equilibrio hidroelectrolítico, prevenir la acumulación de líquidos y permitir el suministro de medicamentos y nutrientes. La TRR se asocia a complicaciones relacionadas con aspectos técnicos y humanos que pueden explicar desenlaces inadecuados.

Objetivo: Evaluar los factores asociados a mortalidad en pacientes pediátricos que recibieron terapia de reemplazo renal en las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil entre enero del 2022 y enero del 2024.

Materiales y métodos: Estudio observacional, analítico de cohorte retrospectiva

Resultados: Se incluyeron 115 pacientes entre un mes y 17 años (\bar{x} 3.4 DE 5.2), predominio masculino (51.3% n=59) con una mortalidad del 41.7%(n=48), el 52.1%(n=25) con TRRC, los factores asociados a mortalidad fueron el Síndrome de disfunción multiorgánica (p=0.007), ECMO (p=0.001), el Inicio tardío (48 h desde el ingreso a UCIP) de la TRR (p=0.001), y el ECMO en TRR(p=0.001).

Conclusión: La mortalidad en niños con LRA tratados con TRR en las unidades de cuidado intensivo sigue siendo elevada y se puede asociar con MODS, uso de ECMO e inicio tardío de TRR.

Palabras claves: terapia de reemplazo renal, cuidados intensivos, pediatría, lesión renal aguda.

Abstract

Introduction: Renal replacement therapy is an essential intervention in the management of Acute Kidney Injury. In critically ill children, it is indicated to improve hydroelectrolytic balance, prevent fluid accumulation, and allow the delivery of medications and nutrients. RRT is associated with complications related to technical and human aspects that may explain inadequate outcomes.

Objective: To evaluate the factors associated with mortality in pediatric patients who received renal replacement therapy in the pediatric and cardiovascular ICUs of the Cardioinfantil Foundation between January 2022 and January 2024.

Materials and methods: Observational, analytical, retrospective cohort study.

Results: 115 patients between one month and 17 years old (\bar{x} 3.4 SD 5.2) were included, male predominance (51.3% n=59) with a mortality of 41.7% (n=48), 52.1% (n=25) with CRRT, the factors associated with mortality were Multiple Organ Dysfunction Syndrome (p=0.007), ECMO (p=0.001), Late initiation of RRT (p=0.001), and ECMO in RRT (p=0.001).

Conclusion: Mortality in children with AKI treated with RRT in care units intensive care remains elevated and may be associated with MODS, use of ECMO, and late onset of TRR

Key words: renal replacement therapy, intensive care, pediatrics, acute kidney injury.

Introducción

La terapia de reemplazo renal (TRR) es una intervención esencial en el manejo de la lesión renal aguda. Tanto la diálisis peritoneal como la terapia de reemplazo renal continua (TRRC) son cada vez más utilizadas en unidades de cuidado intensivo (UCI) por su adecuada eficacia en pacientes críticos. En pacientes en terapia intensiva está indicada para mejorar el equilibrio hidroelectrolítico, ataques agudos de enfermedades metabólicas, prevenir la acumulación de líquidos y permitir el suministro de medicamentos y nutrientes (1,2).

Las indicaciones del momento de inicio de la TRR aún no están claras, así como las pautas definitivas para el tratamiento estándar y la extensión de la terapia. La TRR se asocia a complicaciones relacionadas con aspectos técnicos y humanos que pueden explicar desenlaces inadecuados. Sin embargo, algunos de estos desenlaces pueden ser explicados por la severidad de la enfermedad y las comorbilidades asociadas. Los avances en tecnología y la capacitación del personal de la salud han hecho que las TRR sean una estrategia terapéutica cada vez más segura.

Sin embargo, la complejidad del paciente pediátrico crítico, en los diferentes contextos patológicos causantes de la enfermedad grave subyacente, está rodeada de otros factores que de una u otra manera pueden impactar en la mortalidad (1,2). Los pacientes críticos que requieren TRR pueden estar más graves, con mayores comorbilidades y más disfunción multiorgánica que puede explicar en parte la mortalidad asociada. Las investigaciones centradas en los factores asociados con la mortalidad en niños que requieren TRR son limitadas. No conocemos que comorbilidades, factores clínicos y terapéuticos puedan estar asociados en niños con lesión renal aguda que requieren TRR con mayor mortalidad y peores desenlaces.

Marco teórico

Lesión Renal Aguda (LRA)

La LRA se define como una disminución abrupta de la tasa de filtración glomerular de grado variable que puede llegar a la insuficiencia renal completa. Se caracteriza por el aumento de la creatinina sérica y de los productos de desecho nitrogenados, y la pérdida de la capacidad renal del control del volumen hídrico y del equilibrio hidroelectrolítico(3,4). Se considera un síndrome clínico, heterogéneo, causado por múltiples etiologías.

Es una patología usual en pacientes críticamente enfermos en la que se presenta una alta tasa de mortalidad y morbilidad asociadas(5), es considerada una complicación en frecuente en niños hospitalizados que debe alertar al equipo de salud, ya que en niños se describe una mayor probabilidad de desarrollar en el futuro Enfermedad Renal Crónica (ERC), mayor duración de la estancia hospitalaria, necesidad de terapia de reemplazo renal, ventilación mecánica y soporte extracorpóreo y se ha documentado como factor de riesgo independiente para tasas más elevadas de mortalidad(3). Su incidencia oscila entre el 18 y 52% en paciente pediátrico crítico de acuerdo con la literatura(6) y su prevalencia en pacientes pediátricos en la UCI se encuentra en el 26.9%(3).

Fisiopatología de la LRA

Anteriormente, se consideraba que la LRA se asociaba con mayor frecuencia a cirugía cardíaca, sepsis y quemaduras, pero en la última década se ha observado que la LRA también esta desencadenada por otras comorbilidades entre ellas complicaciones hematológicas y oncológicas, trasplante de medula ósea y de órgano sólido e insuficiencia respiratoria (7).

Se considera que, probablemente, los mecanismos fisiopatológicos siguen una vía homeostática común

desencadenada por la isquemia renal interrelacionada con la lesión tubular, la agresión vascular y la consiguiente respuesta inflamatoria. Se describen cuatro etapas de la LRA: 1- iniciación (isquemia e injuria celular con apoptosis y necrosis), 2- extensión (hipoxia, respuesta inflamatoria y reperfusión celular), en esta fase se establece la lesión celular microvascular y endotelial de la unión corticomedular renal con una mayor respuesta inflamatoria local con liberación de prostaglandinas, leucotrienos, óxido nítrico, entre otros), 3- mantenimiento, en la que se estabiliza la tasa de filtración glomerular (TFG) las células tubulares se empiezan a diferenciar y restaurar la funcionalidad de la nefrona y 4- recuperación se inicia con la diferenciación celular, normalizando la función tras la mejora del flujo sanguíneo(3).

Esta patología se clasifica según su etiología en lesión renal por disminución del flujo plasmático renal anteriormente conocida como prerrenal, lesión renal intrínseca y postrenal. La primera asociada a una alteración en el volumen sanguíneo que altera el flujo plasmático renal efectivo, entre las causas se destacan la hipovolemia, Síndrome cardiorrenal tipo 1, cirugía cardíaca y no cardíaca. La intrínseca se asocia a pérdida de la función eNOX o lesión vascular (hipertensión, trombosis y trombosis renal); lesión tubular aguda (causada por fármacos, otras toxinas o agresiones hipóxicas); nefropatía por ácido úrico, síndrome de lisis tumoral, otras toxinas exógenas y endógenas; nefritis intersticial (causada por medicamentos, infecciones u otras enfermedades) y glomerulonefritis aguda. La lesión pos-renal relacionada con obstrucción del tracto urinario inferior, urolitiasis, obstrucción ureteral bilateral y obstrucción uretral(3).

Diagnóstico

El acercamiento diagnóstico parte de la sospecha clínica y la interpretación de los hallazgos de laboratorio de la función renal. El diagnóstico clínico se realiza con la detección de la disminución del volumen urinario, el incremento en la urea y creatinina séricas relacionadas con la pérdida de la función

excretora del riñón. Los niveles séricos de compuestos nitrogenados principalmente urea y creatinina y pueden estar asociados a disminución del volumen urinario(8).

Se han desarrollado varias clasificaciones o puntajes de predicción de riesgo, con el objetivo de identificar a los pacientes en riesgo de desarrollar LRA(9), en pediatría, se utilizan: pRIFLE, AKIN y KDIGO, todas consolidadas como predictoras de morbimortalidad(3), los cuales son el resultado de la búsqueda de consolidar y dar uniformidad a la definición de LRA. Sin embargo, el uso de estos criterios ha tenido variaciones e inconsistencias importantes, razón por la cual el grupo global para la mejoría de los resultados en la enfermedad renal (KDIGO) en el año 2012, propuso una definición basada en los cambios en la creatinina plasmática o el gasto urinario. Esta clasificación engloba las clasificaciones previas unificando una sola nomenclatura adaptada a la población pediátrica (3).

Tabla N° 1 Estadificación de la lesión renal aguda de acuerdo con la definición KDIGO

Estadio	Creatinina Sérica	Gasto Urinario
1	1.5 a 1.9 veces la basal o aumento > o igual a 0.3 mg/dl	< 0.5 ml/kg/hora por 6 – 12 horas
2	2.0 a 2.9 veces el valor basal	< 0.5 ml/kg/hora por > o igual a 12 horas
3	3 veces la basal, o necesidad de terapia sustitutiva o TFG < 35 ml/min/1.73 m ² (<18 años)	< 0.3 ml/kg/hora > o igual a 24 horas o anuria > o igual a 12 horas

Índice de Angina Renal

Permite clasificar a los pacientes que ingresan a la UCI de acuerdo con la probabilidad de desarrollar LRA grave, estadio 2 o 3 según KDIGO, el cual se evalúa al 3er día del ingreso a la unidad, con criterios clínicos y de laboratorio. Se interpreta según el puntaje obtenido, si es igual o mayor a 8 tiene un alto valor predictivo positivo para LRA del día 3 (3,10), Se identifican no solo a los pacientes sin LRA que tienen riesgo de desarrollarla, sino también, a aquellos con LRA que progresará a grave a los 3 días siguientes.

Manejo de la LRA y Terapia de Soporte Renal

El inicio del uso de TRR en pediatría data de los años sesenta al implementar la Diálisis peritoneal, la cual permanece como la TRR a largo plazo en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC). En la medida que ha avanzado la tecnología y la ciencia se ha incrementado la indicación de TRR continua en pacientes pediátricos y neonatales críticamente enfermos(4).

La anuria y la elevación de nitrogenados son dos signos de Lesión Renal Aguda (LRA) que indican el inicio de terapia de reemplazo renal como pilar de apoyo terapéutico en el paciente pediátrico críticamente enfermo. La terapia de reemplazo renal artificial es el tratamiento más efectivo para la LRA severa en el paciente críticamente enfermo. Se reporta que cerca del 6% de los pacientes con LRA requieren reemplazo renal (4,11). El momento óptimo para iniciar la TRR no es completamente claro, representa riesgos y cada caso debe ser evaluado de forma individual. No está claramente establecido un valor definido de creatinina, de cistatina C o de nitrógeno ureico en sangre de pacientes pediátricos para definir la indicación de TRR, pero en la actualidad están emergiendo biomarcadores urinarios para predecir la necesidad de diálisis de una manera temprana, como la lipocalina asociada a gelatinasa de neutrófilos en orina (NGAL) (20). El inicio de una TRR en casos agudos requiere considerar el momento, la modalidad, la elección de líquidos de anticoagulación y sustitución, la selección de membranas, la precisión del monitor, el papel de la sobrecarga de líquidos y otras comorbilidades de los pacientes. La consideración de todos estos aspectos es fundamental para obtener los mejores resultados en los pacientes con LRA críticamente enfermos(13).

Algunas de las complicaciones asociadas al uso de la TRR son las reacciones alérgicas a los componentes del sistema, hipotensión, arritmias fatales, complicaciones de la anticoagulación y complicaciones debido al acceso vascular, no obstante, se considera que los beneficios superan los riesgos en los casos de las indicaciones universales para la TRR como son: hipercalemia potencialmente

mortal, acidosis metabólica, intoxicaciones agudas, hiperamonemia/errores innatos del metabolismo, uremia sintomática grave, oliguria/anuria y sobrecarga de volumen asociada con LRA(12).

Modalidades de Terapia de Reemplazo Renal

La terapia de reemplazo renal ha surgido como la principal alternativa terapéutica en paciente crítico con LRA. Existen diferentes TRR: hemodiálisis intermitente (HD), TRR continua (TRRC) o diálisis peritoneal (DP)⁵. Aunque la DP y la HD siguen siendo opciones de tratamiento importantes en el manejo de la LRA, las máquinas de TRRC avanzadas capaces de controlar el volumen de líquidos de manera equilibrada han llevado a una mayor preferencia por la TRRC en UCIP. La elección de la TRR con frecuencia depende de algunas variables, como la decisión del médico, la familiaridad con la técnica y el estado hemodinámico del paciente(14). A continuación, se abordan las modalidades de TRR.

Hemodiálisis intermitente

Utiliza una membrana semipermeable para depurar los solutos a través de difusión a un líquido de diálisis. La dinámica de flujos altos la sitúan en la forma de TRR más rápida para eliminar líquidos extracelulares y depurar solutos. Permite el ajuste de los componentes de diálisis para tratar anormalidades electrolíticas(3).

Es una técnica que tiene requerimientos especializados para su uso ya que es técnicamente difícil y depende de un acceso vascular confiable. Tiene sus limitaciones en el manejo de pacientes críticos o gravemente enfermos con inestabilidad hemodinámica(6), por lo cual no es la terapia de elección en pacientes hospitalizados en UCIP.

Diálisis Peritoneal (DP)

En el contexto de la UCI, tiene las ventajas de no requerir anticoagulación, es de costo menor a otros

tipos de TRR, y tiene menor riesgo de inestabilidad hemodinámica frente a la hemodiálisis y se utiliza con ciclos horarios continuos de 10 a 20 ml/kg por día. En especial, se ha utilizado en la UCIP en casos post quirúrgicos como reparación de cardiopatía congénita o después de una derivación cardiopulmonar en la que la DP reduce la sobrecarga hídrica en niños con alto riesgo de LRA(4).

La DP es de elección en casos de ERC dado que genera menor exposición a componentes sanguíneos, provee una expansión gradual de la cavidad abdominal en caso de un futuro trasplante y afectan en menor proporción la tasa de crecimiento en comparación con la hemodiálisis. Entre las ventajas de la hemodiálisis o la TRRC, son mas eficientes en el control de pequeños solutos, y estas proveen aclaramiento renal expedito en casos urgentes como en el caso de intoxicaciones(4).

Terapia de Reemplazo renal continuo

Es una modalidad terapéutica que permite eliminar de forma continua y programada los líquidos con una mejor tolerancia hemodinámica(15), se ha posicionado como manejo de elección en el apoyo renal en LRA y sobrecarga de líquidos(16). Las terapias continuas ofrecen mayor estabilidad hemodinámica y contribuyen a mejores resultados en los pacientes, estas incluyen administración de medicamentos diuréticos, diálisis peritoneal y técnicas arteriovenosas y venosas extracorpóreas, estas últimas más posicionadas en pediatría en cuidado crítico. La TRRC tiene una capacidad importante para eliminar líquido, urea, toxinas y mediadores inflamatorios de los pacientes pediátricos gravemente enfermos(8,17).

Las indicaciones clínicas incluyen causas no renales como las intoxicaciones, la acidosis y enfermedades metabólicas congénitas(15). Otras posibles indicaciones son: oliguria no obstructiva (diuresis < 200 ml/12 h) o anuria, desorden metabólico grave (pH < 7,1), (c) azotemia ([urea] > 30

mmol/l), hipercalemia ($[K^+] > 6,5$ mmol/l o $[K^+]$ en rápido aumento), sospecha de afectación urémica de órganos diana (pericarditis/encefalopatía/neuropatía/miopatía), disnatremia grave progresiva y no controlada, hipertermia no controlada (temperatura central $> 39,5^{\circ}C$), edema orgánico clínicamente significativo que no responde a diuréticos, sobredosis de fármacos con toxina dializable, y coagulopatía que requiere la administración rápida de grandes cantidades de productos sanguíneos, en niños se ha utilizado en manejo de errores innatos del metabolismo, disfunción hepática, y en sepsis(8).

Factores intrínsecos del paciente como el peso, la edad, la enfermedad de base, la sobrecarga hídrica, los soportes inotrópicos y ventilación mecánica, así como como la duración de la terapia contribuyen al éxito de la TRRC(15). Se describe que a mayor gravedad de la sobrecarga hídrica son peores los resultados en enfermedades críticas(16).

Se considera que en la actualidad la TRRC en UCIP es frecuente y que el uso de dispositivos volumétricos/gravimétricos automatizados y un acceso venovenoso confiable provee la seguridad necesaria en la población pediátrica(8). Pekkucusen et al.(18), describe que los pacientes con terapia de reemplazo renal continúan prolongados tienen un alto riesgo de no recuperar la función renal y que, por lo tanto, requieren una vigilancia estrecha(18).

Mortalidad en LRA

La tasa de mortalidad reportada por LRA varía de 8,9 a 70,2% a pesar de los considerables avances en tecnología médica, prácticas de cuidados intensivos y terapia de reemplazo renal (TRR) en las últimas décadas(9,12).

La mortalidad en niños que requieren TRRC es alta, los desenlaces están afectados por la severidad de la enfermedad de base, el estado hemodinámico y la presencia de falla multiorgánica(19); es así como la presencia de LRA y shock séptico se asocia con un riesgo 3 a 5 veces mayor de muerte, una estancia

hospitalaria más prolongada y progresión a enfermedad renal crónica.(10). De forma similar el requerimiento de hemodiálisis en niños con ventilación mecánica se asocia con alta mortalidad de acuerdo con Chegondi et al., en su estudio en 100.289 niños ventilados de los cuales 1393 recibieron hemodiálisis, la mortalidad fue significativamente mayor frente al grupo de los niños que no requirieron la TRR(19).

Del mismo modo, Çeleğen et al.,(14)en su estudio reporta que la TRR más utilizada en pacientes pediátricos gravemente enfermos es la TRRC y esta se asocia con mayor mortalidad. También describe mayor mortalidad en pacientes que requirieron soporte vasoactivo y puntuación de la escala de riesgo de mortalidad pediátrica PRISM III más alta, y concluye que, no se demuestra superioridad de la TRRC sobre la HDI(14). Por su parte, Voraruth et al.(13)en un reciente estudio en Tailandia describe cinco factores asociados con la mortalidad que incluyen el síndrome de disfunción multiorgánica, la presencia de sepsis, el alto riesgo pediátrico de mortalidad III, uso de fármacos nefrotóxicos y uso de vasopresores, así mismo encontró que los pacientes con sobrecarga de líquidos $\geq 10\%$ se asociaron con una supervivencia menor(13).

Menon et al., realizó un estudio en 210 niños menores de 10kg tratados con TRRC por LRA y/o sobrecarga hídrica, encontró una frecuencia de mortalidad del 46.1% con mayor impacto en los menores de 5 Kg 59% frente a 40% en los mayores de 5kg; estos desenlaces no mostraron diferencias según la modalidad de TRRC, tipo de filtro o anticoagulación utilizada. Pekkucusen et al.(18) reporta mayor mortalidad en los pacientes con sepsis y con neutropenia al inicio de la TRRC, en este último caso, refiere que la progresión del proceso patológico subyacente podría explicar la mayor tasa de mortalidad(18).

Se ha considerado que una de las principales medidas para mitigar el riesgo de mortalidad es el inicio temprano de la TRR con respecto al inicio de la LRA(20), sin embargo, hay aun controversia sobre el tema.

Problema

Los pacientes pediátricos que ingresan a UCI imponen un reto diario en la atención clínica. La función renal es indispensable para la homeostasis y el equilibrio en la fisiología pediátrica y su disfunción puede implicar una comorbilidad importante en la condición basal del paciente.

La Lesión Renal Aguda (LRA) es una patología que genera una pérdida abrupta de la función renal que puede afectar indistintamente a todos los grupos etareos y desarrollarse en distintos escenarios clínicos. Su prevalencia oscila entre el 10 y el 40% de los pacientes hospitalizados en UCI de acuerdo con la epidemiología reportada a nivel mundial(1,20); A su vez se ha evidenciado que la LRA contribuye a un mayor riesgo de mortalidad y se asocia con peores desenlaces como el requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI) y prolongación de la estancia hospitalaria (20).

Una de las estrategias terapéuticas para el manejo de la LRA pediátrica es la TRR. Cerca del 5% de los pacientes en estado crítico que cursan con LRA reciben una TRR, dependiendo de la disponibilidad y los recursos para su realización. Actualmente, no hay una indicación definitiva de TRR en la UCI. Generalmente se prefiere para el manejo de la sobrecarga hídrica, manejo coadyuvante de la sepsis y control de trastornos metabólicos graves como uremia, acidosis metabólica e hipercalemia(3).

Los pacientes críticos que requieren TRR pueden estar más graves, cuando la TRR es indicada, las tasas de mortalidad aumentan y se reportan entre un 21 a 63%(5,21). Son pocos los estudios que analizan estos desenlaces en los pacientes que reciben TRR(8) Sin embargo, acorde al conocimiento actual y con base en la literatura consultada en Colombia no hay datos que nos permitan conocer que factores pueden estar asociados a mayor mortalidad y peores desenlaces de los niños con LRA que reciben una TRR.

Dada la alta prevalencia de la LRA en los pacientes pediátricos críticos, es importante conocer en el contexto local las comorbilidades, los factores clínicos y terapéuticos asociados a mortalidad en los niños con LRA que requieren TRR. Asimismo, siendo la Fundación Cardioinfantil un hospital de referencia de

cuarto nivel en la que se realizan intervenciones de alta complejidad como trasplante de órgano sólido y cirugía cardiovascular en donde se pueden asociar otros factores al desarrollo de LRA y peores desenlaces en este grupo de pacientes.

Se propone consolidar el conocimiento respecto a los factores asociados a mortalidad en pacientes pediátricos intervenidos con TRR en sus distintas modalidades, bien sea TRR continua (TRRC) o diálisis peritoneal (DP) durante la estancia en las UCI.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los potenciales factores asociados a mortalidad en pacientes pediátricos con lesión renal aguda que recibieron terapia de soporte renal en las Unidades de cuidados intensivos pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil en el periodo transcurrido entre enero del 2022 y enero del 2024?

P: Niños mayores o igual a 1 mes y menores de 18 años de edad de ambos sexos

E: Terapia de remplazo renal en unidad de cuidado intensivo

C: Ninguna

O: Desenlacé mortalidad durante el episodio de lesión renal aguda

T: 1 de enero de 2022 al 31 enero de 2024

D: Estudio observacional, analítico de cohorte retrospectiva.

Hipótesis

Ho: No existe relación entre ninguna condición clínica, comorbilidad o tiempo de inicio de terapia con la mortalidad en pacientes pediátricos críticamente enfermos que recibieron terapia de reemplazo renal durante la estancia en las Unidades de cuidados intensivos pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil.

Ha: Existen relación entre comorbilidades, tiempo de inicio de la terapia y condición clínica con la mortalidad en pacientes pediátricos críticamente enfermos que recibieron terapia de reemplazo renal durante la estancia en las Unidades de cuidados intensivos pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil.

Justificación

La LRA en el paciente pediátrico que requieren TRR puede tener un gran impacto en el curso de la enfermedad de los pacientes en estado crítico ya que se asocia con un desenlace potencialmente fatal. Dentro de los estudios a nivel mundial se han documentado algunos factores que se asocian a la mortalidad, entre ellos se encuentran la simultaneidad de la TRR con VMI, el soporte vasoactivo, el síndrome de disfunción multiorgánica, la presencia de sepsis, el uso de fármacos nefrotóxicos, la sobrecarga hídrica y la gravedad de la enfermedad subyacente (13,20).

En TRR continua (TRRC) específicamente, Duyu et al.(22), describe que, en niños críticamente enfermos, la mortalidad parece estar relacionada con la enfermedad subyacente, la presencia de comorbilidad y niveles altos de lactato al inicio de la CRRT(22). Así mismo, Banigan et al.(16), encuentra que, si el tiempo de inicio de TRRC es prolongado, configura un factor independiente de riesgo de mortalidad.

La patología de base del paciente, las comorbilidades, los soportes requeridos, los momentos de intervención terapéutica, el estado nutricional, e incluso el tipo de TRR son factores que por sus implicaciones fisiológicas podrían asociarse con el mayor riesgo de mortalidad. Los estudios que se han realizado al respecto abarcan poblaciones y niveles de atención en salud en países orientales y en condiciones socioeconómicas que difieren del contexto local(11).

Se hace necesario conocer los factores asociados a mortalidad en los pacientes pediátricos críticos en el entorno nacional en una institución colombiana de alta complejidad en pediatría de modo que los resultados obtenidos orienten a los clínicos en el manejo adecuado y oportuno de estos factores y que permita mitigar el riesgo y alertar en el cuidado de pacientes determinados.

Asimismo, se abre la puerta de investigación a otros estudios para poder enfatizar en los factores

identificables en subpoblaciones más específicas como pacientes de cirugía cardiovascular y trasplante de órgano sólido pediátrico, siendo la Fundación Cardioinfantil una de las instituciones líderes a nivel regional. Adicionalmente para la institución, este conocimiento genera una base y puede constituir una herramienta importante para el mejor aprovechamiento de los recursos clínicos y el enfoque preventivo en el manejo de estos pacientes.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar los factores asociados a mortalidad en pacientes pediátricos que recibieron terapia de reemplazo renal en las Unidades de cuidados intensivos pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil en el periodo transcurrido entre enero del 2022 y enero del 2024.

Objetivos específicos

1. Describir las características demográficas y clínicas de los pacientes pediátricos que recibieron TRR en el periodo de estudio, en cuanto a edad, género, antropometría, comorbilidades, diagnóstico de ingreso a UCI, cirugía cardiovascular, receptores de trasplante de órgano sólido, nivel de creatinina sérica, gasto urinario y tiempo de estancia en UCI.
2. Caracterizar la mortalidad de los pacientes pediátricos que recibieron TRR en el periodo de estudio y su comportamiento según los grupos etarios, peso seco menor a 10 kg, severidad de la LRA, modalidad de TRR.
3. Establecer si existe asociación de la mortalidad de los pacientes pediátricos que recibieron TRR con los siguientes factores primarios: comorbilidades, diagnóstico de ingreso, cardiopatía congénita, trasplante de órgano sólido, estado nutricional y presencia de disfunción multiorgánica. Momento de inicio de la TRR temprano vs tardío, duración de la TRR, balance acumulado de líquidos previo a la TRR, uso de nefrotóxicos, soporte invasivo y

extracorpóreo (VMI- ECMO), uso de vasoactivos.

Propósito

Establecer una línea de base del conocimiento de los factores asociados a mortalidad, tanto primarios como secundarios, en los pacientes pediátricos en estado crítico que reciben TRR en una importante institución de atención de alta complejidad en pediatría, en el contexto colombiano, de modo que permita generar estrategias para mitigar el riesgo y alertar en el cuidado de pacientes específicos, y, a su vez, en la institución, este conocimiento conduzca a un mejor aprovechamiento de los recursos clínicos en el enfoque terapéutico de los pacientes.

Aspectos metodológicos

Tipo de estudio

Estudio observacional, analítico de cohorte retrospectiva.

Se analizará una muestra de pacientes pediátricos que ingresaron a las UCI de la Fundación Cardioinfantil, tanto pediátrica como cardiovascular, quienes durante su estancia requirieron TRR.

El estudio es desarrollado en la Fundación Cardioinfantil, centro hospitalario de alta complejidad en la ciudad de Bogotá D.C. El estudio se realiza en unidad de cuidado intensivo pediátrico polivalente y la unidad de cuidado intensivo pediátrica cardiovascular.

Población de referencia y muestra

Población universo: Pacientes pediátricos mayores o igual a 1 mes y menores de 18 años de ambos sexos, con una enfermedad crítica que ingresaron a UCI y que requirieron terapia de reemplazo renal durante su estancia.

Población accesible: Pacientes pediátricos mayores o igual a 1 mes y menores de 18 años de ambos sexos, con una enfermedad crítica que ingresaron a UCI y que requirieron terapia de reemplazo renal durante su estancia en las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil.

Población de elección: Pacientes pediátricos mayores o igual a 1 mes y menores de 18 años de ambos sexos, con una enfermedad crítica que ingresaron a UCI y que requirieron terapia de reemplazo renal durante su estancia en las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil, en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024.

Muestra

Tipo de muestreo

No probabilístico por conveniencia, consecutivo, secuencial.

Se tomaron todos los pacientes que ingresaron a la unidad de cuidado intensivo pediátrico polivalente y cardiovascular pediátrica de la Fundación Cardioinfantil con diagnóstico lesión renal aguda y que requirieron TRR que cumplieron con los criterios de inclusión y que no cumplieron los criterios de exclusión.

La unidad de análisis fue pacientes con lesión renal aguda que requirieron TRR. El parámetro es la razón de momios (OR) de factores asociados con mortalidad en estos pacientes. Para una confianza del 95% y una potencia del 80%, considerando un error tipo 1 del 5% y un error tipo II del 20%, de acuerdo con el trabajo de Duyu et.al.(22), que encontró una mortalidad del 30% en pacientes pediátricos críticos que requieren TRR, se considera que se necesitan en total 110 pacientes. Se utilizó el software SPSS V25. En la base de datos del servicio durante el periodo del estudio se cuentan con 175 pacientes.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- 1.Pacientes pediátricos con edad igual o mayor de 1 mes y menores de 18 años de ambos sexos
- 2.Pacientes que ingresaron a UCI pediátrica o cardiovascular y durante su estancia recibieron TRR (DP - TRRC) o ambas.

Criterios de exclusión

1. Pacientes con morbilidad grave con orden de no resucitación.
2. Pacientes que fueron trasladados a otra entidad o servicio y su desenlace no ocurrió en la UCI.
3. Pacientes con enfermedad renal crónica terminal que previamente recibían terapia de remplazo renal.

Variables

Las variables necesarias para responder la pregunta y los objetivos de la investigación se clasificaron en variables primarias y secundarias, donde las variables primarias son aquellas que, según la revisión de la literatura, se espera tengan relación con el desenlace final de los pacientes; y las variables secundarias se categorizaron para el estudio epidemiológico de la cohorte de pacientes y sus características. Las variables así clasificadas, se presentan en la Tabla 2. Variables del estudio.

Tabla 2. *Variables del estudio*

VARIABLES SECUNDARIAS					
Variable	Definición de la variable	Naturaleza	Niveles de medición	Unidad de medición	
Edad	Se mide meses, desde el primer día de vida hasta el primer mes, posteriormente se mide en años hasta los 18 años que es el límite de la población pediátrica	Cuantitativo	Razón	Años	

Grupo etario	Clasificación de grupos en pediatría por edad	Cualitativa	Nominal politómica	0=1mes- menor o igual a 1 año :Lactante menor 1=>1año – menor o igual 2 años Lactante mayor 2=> 2 años – 5 años : Preescolares 3=> 5 años: niños mayores
Sexo	Condición fenotípica que distingue a los seres humanos en femenino y masculino	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=Femenino 2=Masculino
Dx Sepsis	Patología causante del ingreso a la UCI acorde a criterios clínicos y diagnóstico realizado por los médicos tratantes	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Dx Enfermedad Cardíaca descompensada	Patología causante del ingreso a la UCI acorde a criterios clínicos y diagnóstico realizado por los médicos tratantes	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Dx Insuficiencia Respiratoria aguda	Patología causante del ingreso a la UCI acorde a criterios clínicos y diagnóstico realizado por los médicos tratantes	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Dx Falla hepática	Patología causante del ingreso a la UCI acorde a criterios clínicos y diagnóstico realizado por los médicos tratantes	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Dx SNC	Patología causante del ingreso a la UCI acorde a criterios clínicos y diagnóstico realizado por los médicos tratantes	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si

Dx otro	Patología causante del ingreso a la UCI acorde a criterios clínicos y diagnóstico realizado por los médicos tratantes	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Comorbilidades	Antecedente patológico descrito en la historia clínica	Cualitativa	Nominal politómica	0=Sin comorbilidades 1= Historia de trasplante de organo 2=Cardiaca 3=Pulmonar 4=Neurológica 5=Nefrológica/Ur ológica 6=Hepato-intestinal 7=Hematológica 8=Oncológica 9=Inmunológica 10=Infecciosa 11=Reumatológica 12=Neuromuscular 13=Metabólica
Enfermedad renal crónica 1-3	Enfermedad Renal crónica desde el ingreso del paciente en estadio 1 a 3	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Cirugía cardiaca	Paciente con requerimiento o programación de Cirugía cardiovascular en su estancia en UCI	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Cirugía de trasplante de órgano sólido	Receptores de trasplante de órgano sólido durante la estancia en UCIP	Cualitativa	Nominal politómica	0=Ninguno 1=Hepático 2=Cardiaco
Peso al ingreso a UCI	Peso del paciente al ingreso a la unidad	Cualitativa	Razón	Kilogramos
Talla al ingreso a UCI	Medida de la longitud del paciente al ingreso a la unidad	Cuantitativo	Razón	Centímetros

Creatinina basal (3 meses antes)	Valor de la creatinina de base del paciente en los 3 meses previos	Cuantitativo	Razón	mg/dL
Cr 12 horas de admisión a UCIP	Valor de la creatinina de base del paciente al momento de la admisión a UCI	Cuantitativo	Razón	mg/dL
Cr D 2-4 días de estancia en UCIP	Valor de la creatinina de base del paciente a los 2 a 4 días de estancia en UCI	Cuantitativo	Razón	mg/dL
Modalidad TRRC	Tipo de terapia de reemplazo renal continua	Cualitativa	Nominal politómica	1=HD hemodiálisis 2=HF hemofiltración 3=HDF hemodiafiltración 4= SCUF
BHA TRR (ml)	Balance Hídrico acumulado previo al inicio de Terapia de reemplazo renal: Líquidos administrados - líquidos eliminados / peso de ingreso a la uci	Cuantitativo	Razón	ml
Gasto urinario al inicio de la TRR	Volumen urinario de acuerdo con el peso corporal medido en Kg en las últimas 24 horas previo al inicio de la TRR	Cualitativa	Nominal politómica	1=oliguria: >0.5 cc/kg/h - 2 cc/kg/h 2=anuria: <0.5 cc/kg/h 3=normal de 2 - 5 cc/kg/h 4=Poliuria > 5 cc/kg/h
VARIABLES PRIMARIAS				
Estado nutricional	Clasificación clínica del estado nutricional según DE de peso y la talla en menores de 5 años y según IMC/E en > 5 años	Cualitativa	Nominal politómica	1=<-3 DE- DNT severa, 2=< -2 DNT moderada, 3=-1 a -2 Riesgo DNT -Delgadez (>5 años) 0=-1 a +2 Eutrófico 5=+2-+3 Sobrepeso 6=>+3 Obesidad

	Peso del paciente al ingreso a la unidad		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Peso menor a 10Kg		Cualitativa		
	Definición de lesión renal aguda de acuerdo con la clasificación KDIGO acorde al valor de la creatinina o la diuresis		Nominal politómica	1=Estadio 1:(1.5-1.9 veces la basal en menos de 7 días o un aumento > o = 0.3 mg/dL en 48 horas Diuresis:<0.5ml/kg/h por 6 a 12 horas 2=Estadio 2: 2.0 a 2.9 veces la basal en 7 días Diuresis<0.5ml/kg/h >/= a 12 horas 3=Estadio 3: 3.0 veces la basal en 7 días o aumento >/= a 4.0 mg/dL con un incremento agudo de>0.5mg/dL o inicio de TRR
lesión renal aguda KDIGO		Cualitativa		
	Paciente que recibió intubación orotraqueal en las primeras 12 horas de ingreso		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Ventilación mecánica invasiva (12h)		Cualitativa		
	Paciente que recibió soporte vasopresor en las primeras 12 horas de ingreso		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Vasoactivos (12h)		Cualitativa		
	Uso de antiinflamatorios no esteroideos durante la estancia en UCI		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
NSAIDS		Cualitativa		
	Uso de Piperacilina Tazobactam durante la estancia en UCI		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Piperacilina Tazobactam		Cualitativa		
	Uso de Aminoglucósidos durante la estancia en UCI		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Aminoglucósidos		Cualitativa		
	Uso de Vancomicina durante la estancia en UCI		Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Vancomicina		Cualitativa		

Modo TRR	Modalidad de terapia de reemplazo renal	Cualitativa	Nominal dicotómica	1=Diálisis peritoneal 2=TRR Continua. 3=Ambas
VMI con TRR	Ventilación mecánica durante TRR	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
Vasoactivos con TRR	Soporte vasopresor durante la TRR	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
MODS	Falla multiorgánica definida como compromiso e 2 o más sistemas: Número de fallas orgánicas asociadas incluyendo respiratoria, cardiovascular, neurológica, hepática, gastrointestinal o de coagulación	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
ECMO	Soporte con Oxigenación por membrana extracorpórea	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
ECMO + TRR	Soporte con Oxigenación por membrana extracorpórea y TRR conjunta	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=No 1=Si
%FO Sobrecarga	Porcentaje de sobrecarga hídrica: Balance hídrico acumulado al momento de TRR	Cuantitativo	Razón	Número
BHA previo a la TRR >5%	Balance Hídrico acumulado mayor al 5% antes de la TRR	Cuantitativo	Razón	Número
BHA previo a la TRR >10%	Balance Hídrico acumulado mayor al 10% antes de la TRR	Cuantitativo	Razón	Número

Estado post UCI	Desenlace terapéutico vital del paciente	Cualitativa	Nominal dicotómica	0=Vivo 1=Muerte
Días de estancia en UCI	Tiempo en días transcurrido desde el ingreso a la UCIP hasta el desenlace	Cuantitativo	Razón	Número
Días al inicio de TRR	Días que trascurrieron desde el ingreso a UCI y el inicio de la TRR	Cuantitativo	Razón	Número
Momento de Inicio de la TRR	Indica el momento de inicio de la TRR desde el ingreso a UCI considerándose temprano o tardío	Cualitativa	Nominal dicotómica	1=Tardío:> 2 día 2=Temprano:< 2 días

Procedimiento Métodos y técnicas para la recolección de la información

Previa autorización por Comité de investigaciones de la Fundación Cardio infantil de Bogotá se procedió a la consulta y revisión de las historias clínicas de los pacientes hospitalizados en las UCI pediátrica y cardiovascular durante el periodo de estudio y que recibieron terapia de reemplazo renal. Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para obtener la muestra de la población a estudio. Se diligenció un formato de recolección de datos acorde con las variables de la investigación y posteriormente se construyó una base de datos en Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2406 compilación 16.0.17726.20078).

Se procedió a la consulta y revisión de las historias clínicas de los pacientes que cumplan los criterios de selección en el instrumento diseñado para la recolección de la información de las variables objeto de estudio (Anexo 1. Formato de recolección de datos).

Las herramientas para la recolección son las siguientes:

1. Instrumento para recolección de datos
2. Historia clínica
3. Base de datos

Fuentes de información:

Historia clínica digital Fundación Cardioinfantil de Bogotá.

- Los datos se recolectarán manualmente por parte de la investigadora principal en el formato diseñado para tal fin.
- Para asegurar la calidad de la base de datos, los datos registrados por el investigador principal serán depurados y verificados por un coinvestigador estadístico, quien informará en caso de inconsistencias al investigador principal para hacer las verificaciones necesarias.

Plan de análisis

Se partirá del análisis univariado con la descripción de las variables demográficas y clínicas cualitativas en frecuencias absolutas y porcentajes; seguido de las variables cuantitativas para las que se utilizarán medidas de tendencia central y de dispersión.

Se realizará la prueba de normalidad (Fórmula de Shapiro Wilks) de las variables cuantitativas para establecer si la muestra se comportó de manera paramétrica normal o no paramétrica, y así mismo se

presentarán los resultados (en términos de promedio en caso de población paramétrica y en términos de mediana en caso de población no paramétrica).

Los resultados se resumen en tablas utilizando descriptores estadísticos como promedios y mediana según distribución de la población junto con valores máximos y mínimos para todas las variables cuantitativas.

El análisis bivariado utilizará pruebas de contraste de hipótesis como el Test de Chi- cuadrado de Pearson y en los casos en que aplique se utilizará el Test exacto de Fisher, el Test de t de Student o el Test de Mann-Whitney, según el tipo de variables, se considerará estadísticamente significativo un valor de $p \leq 0.05$.

Se realizará un análisis multivariado analizando los pacientes que recibieron TRS por lesión renal aguda y que presentaron mortalidad. Se realizará regresión logística binaria, con el método de *Intro* incluyendo variables por plausibilidad biológica y con criterios de Hosmer-Lemeshow. Se realizará la prueba de Omnibus para evaluar el ajuste del modelo y se establecerá el factor de inflación de la varianza. Se realizará la prueba de Nagelkerke para ver cual modelo explica mejor la variable mortalidad. El análisis de datos se hará usando el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 29.

Sesgos y control

Sesgo de conveniencia

Corresponde a un tipo de sesgo de muestreo que se produce cuando los participantes de una investigación se eligen en función de su disponibilidad, no aleatoria. Este tipo de muestreo es no probabilístico, lo que significa que no todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Para controlar este sesgo se incluirán todos los pacientes atendidos en el periodo

de estudio que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

Sesgos de información:

Pueden existir sesgos del observador en la recolección de los datos. Para controlar este sesgo se utilizará un instrumento estandarizado para la recolección de datos y se capacitará a los investigadores que realicen dicha recolección.

Sesgos de Mala-clasificación o sesgos de clasificación no diferencial:

Puede existir sesgo de mala clasificación debidos a la clasificación errónea de los participantes respecto a la condición a observar, para controlar este sesgo los pacientes deben cumplir con los criterios de inclusión y exclusión. Se recolectarán los datos en un único instrumento que contenga todas las variables a investigar.

Sesgo de selección:

Corresponde a un error sistemático que se produce al seleccionar o seguir a una población en estudio, no obstante, este sesgo se controla ya que se trata de una patología específica, de baja frecuencia y especializada que se encuentra solo en pacientes del servicio de salud donde se realizara la investigación.

Aspectos éticos

Categoría de la investigación

El desarrollo del presente estudio se ajustará a los principios señalados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, Informe Belmont, Pautas CIOMS y la normativa Colombiana establecida por la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la que se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, el presente estudio se ajusta a la definición de investigación sin riesgo que expone en su artículo 11 literal a: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Población sujeta de investigación

Niños entre 1 mes y 18 años de edad con diagnóstico de lesión renal aguda que recibieron TSR durante su estancia en UCI en la Fundación Cardioinfantil.

Proceso de obtención de consentimiento informado

De acuerdo con su perfil de riesgo y el tipo de variables que se pretende medir, se considera que el estudio no requiere consentimiento informado, tal como lo contempla el artículo 16 de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (26)

Por las razones anteriormente expuestas se solicita el comité de ética de La Cardio, esta investigación

sea exenta de la firma del consentimiento informado por su naturaleza observacional, sin ninguna intervención y con datos tomados de manera retrospectiva de la historia clínica y la base de datos del servicio de nefrología pediátrica.

Uso de datos personales y manejo de la información

El manejo de la información extraída de las historias clínicas será llevado a cabo de forma anónima y confidencial, se tendrá en cuenta la protección de datos clínicos derivados del manejo de la historia clínica reglamentada por la Resolución 1995 de 1999 y la Ley Estatutaria de habeas data 1581 de 2012 por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales sancionada mediante la Ley 1581 de 2012 y reglamentada por el Decreto Nacional 1377 del 2013 que regula el manejo adecuado de datos sensibles.

Los datos serán asignados a un código aleatorio no descifrable con el fin de salvaguardar la información. La recolección de la información será responsabilidad del equipo de investigación, los datos serán custodiados en un único computador protegido con contraseña y con acceso único a los investigadores. Esta base de datos será eliminada según los protocolos y requisitos de La Cardio.

Tiempo de retención: Al tratarse de datos tomados de la historia clínica se consideró la resolución 839 del 2017 que establece el manejo, tiempo de custodia, retención, conservación y disposición de los datos que se realizará de la siguiente manera:

- Se retendrá y conservará la historia clínica por un periodo mínimo de 3 años, los cinco primeros años se harán en archivo y gestión. Los diez años posteriores en el archivo central de historias clínicas.

El manejo de la base de datos se hará de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Médica

Mundial del 2016 con el fin de que la información almacenada sea utilizada para los objetivos presentados en este documento. (26, 27)

Los integrantes del grupo de investigación no tienen ningún conflicto de interés el cual deba declararse.

A la Fundación Cardioinfantil se le dará buen trato a su nombre, respetando los lineamientos institucionales y la política de manejo de información de La Cardio.

Riesgos y Beneficios

No existen riesgos potenciales en esta investigación que pudiesen afectar a los participantes ni a los investigadores, teniendo en cuenta la temporalidad retrospectiva del estudio en la que será llevada a cabo ningún tipo de intervención.

En cuanto a beneficios para los investigadores entre otros estarán: obtención del trabajo de grado de residente de segunda especialidad en nefrología pediátrica. se destaca la producción de nuevo conocimiento a cerca del comportamiento de la mortalidad en los pacientes pediátricos con LRA que reciben TSR, que motive nuevos estudios en el futuro.

Criterios que se tendrá en cuenta para la publicación de los productos de investigación

En este proyecto, prevalece el criterio del respeto a la dignidad y la protección de los derechos y bienestar del ser humano. De la misma manera, se puede afirmar que esta investigación se encuentra justificada por los principios científicos y éticos, fundamentada en hechos científicos. Se garantiza que el conocimiento a obtener no puede darse por otro medio idóneo y ante toda circunstancia prevalece la seguridad de los participantes. La información almacenada será utilizada para los objetivos presentados en este documento.

Guardándose bajo reserva la información personal, los resultados de esta investigación serán publicados de manera general, sin presencia de datos que permitan identificar a los participantes del estudio de manera individual.

Cronograma

Tabla 3. Cronograma

Actividad	Meses											
	1 ^{er} periodo académico				2 ^{do} periodo académico				3 ^{er} periodo académico			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.Realización de protocolo	X	X	X	X								
2.Gestión de aprobación por instituciones participantes					X	X	X					
3. Recolección de datos								X	X			
4.Procesamiento y análisis de resultados										X		
5. Desarrollo de informe final											X	X

Presupuesto

Tabla 4. Presupuesto

PRESUPUESTO			
RUBROS	FUENTES PROPIAS	CONTRAPARTI DA	TOTAL
PERSONAL	2.600.000	2.000.000	4.600.000
EQUIPOS	1.600.000	0	1.600.000
MATERIALES	1.000.000	2.000.000	3.000.000
COLABORADORES	1.000.000	1.000.000	2.000.000
SOFTWARE	1.000.000	1.000.000	2.000.000
SERV. TÉCNICOS	1.000.000	0	1.000.000
ADMINISTRACIÓN	0	0	0
TOTAL	8.200.000	6.000.000	14.200.000

La financiación se asume con recursos propios.

Resultados

Se incluyeron 115 pacientes pediátricos que ingresaron a las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil de Bogotá y que requirieron TRR durante su estancia, en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024. Las características demográficas y antropométricas se presentan en la tabla 5. La prueba de Shapiro Wilks mostró que las variables cuantitativas presentaron un comportamiento normal con valor $p > 0.05$ por lo tanto, se utilizó la media (M) para presentar los resultados descriptivos.

Tabla 5. Características demográficas y antropométricas de pacientes pediátricos que ingresaron a las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil de Bogotá y que requirieron terapia de reemplazo renal entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024

Características demográficas	Edad (años)*	3,4 (5,2) Min 0,1 Max 17	
	Grupo etario (n%)	Lactante menor	74(64,3%)
		Lactante mayor	7(6,1%)
		Preescolar	10(8,7%)
	Sexo (n%)	Niños mayores (>5 años)	23(20%)
		Femenino	56(48,7%)
	Masculino	59(51,3%)	
Medidas antropométricas	Peso al ingreso a UCI (Kg)*	14,5 (17) Min 2,1 Max 70	
	Talla al ingreso a UCI (cm)*	82,1 (35,7) Min 42,5 Max 179	
	IMC*	15,9 (3,49) Min 10,22 Max 24,3	
	Percentil P/T - IMC /E *	- 0,57(1,54) Min -4,45 Max 4,28	
	Estado nutricional	<-3 DE- DNT severa	9(7.8%)

(n%)	< -2 DNT moderada	12(10,4%)
	-1 a -2 Riesgo DNT - Delgadez (>5 años)	24(20,9%)
	-1 a +2 Eutrófico	65(56,5%)
	+2-+3 Sobrepeso	4(3,5%)
	6=>+3 Obesidad	1(0,9%)
Peso menor a 10Kg (n%)	69(60%)	

*Media (DE) Min – Max, UCI: Unidad de cuidados intensivos, IMC: Índice de Masa Corporal

El sexo predominante fue el masculino con el 51,3%(n=59), del total de la muestra el 64.3% (n=74) se encontró en el grupo etario de lactantes menores. El análisis bivariado según el sexo de los pacientes respecto a los antecedentes patológicos y el diagnóstico de manejo se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Antecedentes patológicos y diagnóstico de manejo en los pacientes pediátricos que ingresaron a las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil de Bogotá y que requirieron terapia de reemplazo renal entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024.

<i>Variables</i>	<i>n=115</i>	<i>Femenino n=56(48,7%)</i>	<i>Masculino n=59(51,3%)</i>	<i>Valor p</i>
Sin comorbilidades	12(10,4%)	5(8,9%)	7(11,9%)	0,763
Cardiaca	72(62,6%)	32(57,1%)	40(67,8%)	0,238
Pulmonar	17(14,8%)	12(21,4%)	5(8,5%)	0,05
Neurológico	12(10,4%)	5(8,9%)	7(11,9%)	0,534
Nefrológico	6(5,2%)	2(3,6%)	4(6,8%)	0,273
Hepato-intestinal	19(16,5%)	9(16,1%)	10(16,9%)	0,899
Antecedente Hematológico	3(2,6%)	1(1,8%)	2(3,4%)	1
Oncológico	7(6,1%)	1(1,8%)	6(10,2%)	0,171
Inmunológico	2(1,7%)	1(1,8%)	1(1,7%)	1
Enfermedad infecciosa	7(6,1%)	4(7,1%)	3(5,1%)	0,712
Reumatológica	2(1,7%)	2(3,6%)	0	0,235
Enfermedad Renal Crónica (Estadio 3)	2(1,7%)	0	2(3,4%)	0,381

	Metabólico	10(8,7%)	5(8,9%)	5(8,5%)	1
	Historia de trasplante	1(0,9%)	0	1(1,7%)	1
Diagnóstico de manejo	Sepsis	19(16,5%)	12(21,4%)	7(11,9%)	0,167
	Enfermedad Cardíaca con cirugía cardiovascular	61(53%)	26(46,4%)	35(59,3%)	0,166
	Insuficiencia Respiratoria aguda	8(7%)	4(7,1%)	4(6,8%)	1
	Falla hepática	14(12,2%)	6(10,7%)	8(13,6%)	0,641
	SNC	3(2,6%)	2(3,6%)	1(1,7%)	0,612
	Otro diagnóstico	8(7%)	4(7,1%)	4(6,8%)	0,985
	Cirugía de trasplante de órgano sólido	11(9,5%)	3(5,4%)	8(13,6%)	0,397
	Trasplante Hepático	10(8,7%)	3(5,4%)	7(11,9%)	0,397
	Trasplante cardíaco	1(0,9%)	0	1(1,7%)	0,324

SNC: Sistema Nervioso Central

En el sexo femenino con el 21.4%(n=12) fue más frecuente el antecedente de patología pulmonar con diferencia estadísticamente significativa ($p=0.05$), el resto de los antecedentes analizados y los diagnósticos de manejo no presentaron diferencias según el sexo. La mayoría de los pacientes durante la estancia en UCI presentaron LRA grado 3 según KDIGO con el 53,9%(n=62), requirieron VM en las primeras 12 horas el 79.1%(n=91) y soporte vasoactivo el 76.5%(n=88). Mas de la mitad de los pacientes, el 55.7%(n=64) presentaron Síndrome de disfunción multiorgánica. Estas características de la estancia en UCI se presentan en la tabla 7. La vancomicina fue el medicamento nefrotóxico más frecuentemente utilizado en el 55.7%(n=64).

Tabla 7. Características clínicas durante la estancia en UCI en los pacientes pediátricos que ingresaron a las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil de Bogotá y que requirieron terapia de reemplazo renal entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024.

<i>Variable</i>	<i>\bar{x}(DE) Mínimo -Máximo</i>
Creatinina basal (3 meses antes)	0,38(0,18) Min 0,1 Max 1,7
Creatinina 12h de admisión a UCIP	0,92(1,18) Min 0,2 Max 9,5
Creatinina 2 a 4 días de admisión a UCIP	1,01(1,13) Min 0,3 Max 10
Lesión renal aguda KDIGO (n%)	1 39(33,9%)
	2 14(12,2%)
	3 62(53,9%)
Síndrome de disfunción multiorgánica(n%)	62(53,9%)
Ventilación mecánica invasiva (12h) (n%)	91(79,1%)
Vasoactivos (12h) (n%)	88(76,5%)
AINES(n%)	0
Piperacilina Tazobactam(n%)	2(1,7%)
Aminoglucósidos(n%)	4(3,5%)
Vancomicina(n%)	64(55,7%)

AINES: Antiinflamatorios no esteroideos KDIGO: Kidney Disease Improving Global Outcomes, UCIP Unidad de cuidados intensivos pediátricos

En relación con la TRR, la mayoría de los pacientes recibieron manejo de inicio temprano con el 80.9%(n=93); el gasto urinario promedio fue de 1.6 cc/Kg/h, las características se describen en la tabla 8.

Tabla 8. Características de la Terapia de Reemplazo Renal durante la estancia en UCI en los pacientes pediátricos en las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil de Bogotá entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024.

Característica de la TRR	\bar{x}(DE) Mínimo-Máximo
Días al inicio de TRR	5,7(9,8) Min 0 Max 91
Momento de Inicio de la TRR	Temprano 93(80,9%)
	Tardío 22(19,1%)
Gasto urinario al inicio de la TRR	1,6(1,6) Min 0 Max 8,9

Balance hídrico acumulado al inicio de TRR (ml)	332,8(1332) -5610,0 a 4495	
%FO Sobrecarga hídrica	7,25(13,43) -22 a 99,8	
Modo TRR	CRRT	46(40%)
	PD-CRRT	9(7,8%)
	Peritoneal	60(52,2%)
Modalidad de TRRC	HDVVC	8 (14.5%)
	HFVVC	16 (29.0%)
	HDFVVC	18 (32.7%)
	SCUF	5 (9.0%)
	HDFVVC - SCUF	8 (14.5 %)
VMI con TRR	108(93,9%)	
Vasoactivos con TRR	109(94,8%)	
Duración de la TRR	9,1(10) Min 1 Max 67	
ECMO	40(34,8%)	
ECMO + TRR	38(33%)	
BHA previo a la TRR >5%	22(19,1%)	
BHA previo a la TRR >10%	33(28,7%)	
Estado post UCI	Vivo	67(58,3%)
	Muerto	48(41,7%)
Días estancia en UCI	25,9(22,3) Min 3 Max 105	

VMI: Ventilación mecánica invasiva TRR: Terapia de reemplazo renal ECMO: oxigenación por membrana extracorpórea, BHA: Balance Hídrico acumulado UCI: Unidad de cuidados intensivos TRRC: Terapia de reemplazo renal continua, %FO: Porcentaje de sobrecarga hídrica, HDVVC: Hemodiálisis venovenosa continua, DP: Diálisis peritoneal, HFVVC: hemofiltración veno-venosa continua, HDFVVC: Hemodiafiltración veno-venosa continua, SCUF: Ultrafiltración lenta continua.

En la Tabla 9 se presenta el análisis de la mortalidad en relación con los factores analizados. La mortalidad se presentó con una frecuencia de 41,7%(n=48). Tras analizar el comportamiento por grupos etarios no se encontró diferencia (p=0.439). Los pacientes no sobrevivientes en su mayoría tenían LRA KDIGO 3 con el 66.7%(n=32). Los factores primarios asociados a mortalidad en los pacientes pediátricos que ingresaron a las UCI pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil de Bogotá y que requirieron terapia de reemplazo renal entre el 1 de enero de 2022 a 31 de enero 2024 son el Síndrome de disfunción multiorgánica (p=0.007), ECMO (p=0.001), ECMO en TRR (p=0.001), inicio tardío de la TRR (p=0.001).

No hubo diferencias en la frecuencia de mortalidad de acuerdo con el peso del paciente ($p=0.142$) (Ver tabla 9). Respecto a la modalidad de TRR se observó que la mayoría de los no sobrevivientes fueron manejados con TRRC 52.1%($n=25$), seguido de DP con 29.2%($n=14$) y en DP-TRRC en 18.8%($n=9$) ($p=0.000$).

Tabla 9. Análisis de mortalidad con factores primarios y secundarios de la población estudio: Sobrevivientes vs No sobrevivientes.

	<i>Variables</i>	<i>No Sobreviviente n=48</i>	<i>Sobreviviente n=67</i>	<i>Valor p</i>
Antecedentes	Sin comorbilidades	5(10,4%)	7(10,4%)	0,996
	Cardíaca	26(54,2%)	46(68,7%)	0,113
	Pulmonar	8(16,7%)	9(13,4%)	0,63
	Neurológico	3(6,3%)	9(13,6%)	0,235
	Nefrológico	2(4,3%)	4(6,1%)	1
	Hepato-intestinal	11(22,9%)	8(11,9%)	0,118
	Hematológico	1(2,1%)	2(3%)	1
	Oncológico	4(8,3%)	3(4,5%)	0,449
	Inmunológico	2(4,2%)	0	0,172
	Enfermedad infecciosa	2(4,2%)	5(7,5%)	0,697
	Reumatológica	0	2(3%)	0,509
	Enfermedad Renal Crónica (3)	0		
	Metabólico	6(12,5%)	4(6,0%)	0,316
	Historia de trasplante	0		
Diagnóstico de manejo	Sepsis	9(18,8%)	10(14,9%)	0,586
	Enfermedad Cardíaca con cirugía cardiovascular	22(45,8%)	39(58,2%)	0,19
	Insuficiencia Respiratoria aguda	5(10,4%)	3(4,5%)	0,275
	Falla hepática	9(18,8%)	5(7,5%)	0,068
	SNC	1(2,1%)	2(3%)	1
	Otro diagnostico	2(4,2%)	6(9%)	0,465
	Trasplante Hepático	6(12,5%)	4(6,0%)	0,539

	Trasplante cardiaco	0	1(1,5%)	
	Síndrome de disfunción multiorgánica	33(68,8%)	29(43,3%)	0,007
Estado nutricional	<-3 DE- DNT severa	6(12,5%)	3(4,5%)	
	< -2 DNT moderada	3(6,3%)	9(13,4%)	
	^-1 a -2 Riesgo DNT -Delgadez (>5 años)	11(22,9%)	13(19,4%)	0,328
	^-1 a +2 Eutrófico	26(54,2%)	39(58,2%)	
	^+2-+3 Sobrepeso	1(2,1%)	3(4,5%)	
	6=>+3 Obesidad	1(2,1%)	0	
Nefrotóxicos	AINES(n%)	0		
	Piperacilina Tazobactam(n%)	1(2,1%)	1(1,5%)	1
	Aminoglucósidos(n%)	3(6,3%)	1(1,5%)	0,307
	Vancomicina(n%)	29(60,4%)	35(52,2%)	0,384
LRA KDIGO	1	10(20,8%)	29(43,3%)	
	2	6(12,5%)	8(11,9%)	0,036
	3	32(66,7%)	30(44,8%)	9
Peso Seco	<10kg: 69(60%)	25(52,1%)	44(65,7%)	0,142
	>10kg: 46(40%)	23(47,9%)	23(34,3%)	
Soporte Invasivo	Ventilación mecánica invasiva (12h) (n%)	37(77,1%)	54(80,6%)	0,647
	Vasoactivos (12h) (n%)	35(74,5%)	53(79,1%)	0,561
	ECMO	25(52,1%)	15(22,4%)	0,001
	VM en TRR	47(97,9%)	61(91%)	0,236
	Vasoactivos en TRR	47(97,9%)	62(92,5%)	0,398
	ECMO en TRR	24(50%)	14(20,9%)	0,001
Modalidad TRR	CRRT	25(52,1%)	21(31,3%)	
	PD-CRRT	9(18,8%)	0	0,000
	Peritoneal	14(29,2%)	46(68,7%)	
Características TRR	% FO Sobrecarga Media (DE)	6.18(11.17)	8(14.8)	0.471
	BHA previo a la TRR >5%	7(14.6%)	15(22.4%)	0.294
	BHA previo a la TRR >10%	14(29.2%)	19(28.4%)	0.925
	Inicio tardío de la TRR (>48h)	32(66,7%)	23(34,3%)	0,001
	Duración de la TRR Media (DE)	11(12.2)	7.8(7.9)	0.095
	Días estancia en UCIP	23.3(20)	27.7(23.7)	0.304

VMI: Ventilación mecánica invasiva TRR: Terapia de reemplazo renal ECMO: oxigenación por membrana extracorpórea, BHA: Balance Hídrico acumulado UCI: Unidad de cuidados intensivos TRRC: Terapia de reemplazo renal continua, DP: Diálisis peritoneal.

Se analizó el Modo de TRR utilizado según el diagnóstico de manejo en los tres diagnósticos más frecuentes y en los pacientes con MODS y se encontró que la DP fue más utilizada en el 80.3%(n=49) de los pacientes con enfermedad cardíaca, diagnóstico de manejo más frecuente de la población objeto de estudio en el 53%(n=61) frente a 20.4% (n=11) en pacientes con otros diagnósticos (p=0.000); los pacientes con sepsis el 73.7%(n=14) recibieron TRRC (p=0.004); y en los pacientes con falla hepática el 85.7%(n=12) fueron manejados con TRRC y el 14.3%(n=2) con DP y TRRC, ninguno con DP sola (p=0.000) (Tabla 10).

Tabla 10. Modo de terapia según diagnóstico de manejo

Diagnóstico de manejo	TRRC	DP	DP-TRRC	Valor p
Enfermedad Cardíaca	7(11,5%)	49(80,3%)	5(8,2%)	0,000
Falla hepática	12(85,7%)	0	2(14,3%)	0,000
Sepsis	14(73,7%)	5(26,3%)	0	0,004
MODS	37(59,7%)	19(30,6%)	6(9,7%)	0,000

Discusión

Los hallazgos de este estudio refuerzan la importancia de identificar y manejar de manera temprana los factores que influyen en la mortalidad de pacientes pediátricos críticos con LRA. Este estudio permitió determinar los factores asociados a mortalidad en 115 pacientes pediátricos críticos que recibieron TRR en las unidades de cuidados intensivos pediátrica y cardiovascular de la Fundación Cardioinfantil en Bogotá, Colombia, en el periodo transcurrido entre enero del 2022 y enero del 2024. Se evidenció que la presencia de LRA KDIGO 3 ($p=0.036$), el diagnóstico de Síndrome de disfunción multiorgánica ($p=0.007$), el inicio tardío de la TRR ($p=0.001$), el manejo con TRRC exclusiva ($p=0.000$), el uso de ECMO ($p=0.001$), y la simultaneidad del manejo con ECMO durante la TRR ($p=0.001$) son factores que se pueden asociar al desenlace fatal.

La mayor parte de la población estudiada corresponde a lactantes menores (64.3%), con predominio masculino (51.3%). Este perfil indica que las complicaciones renales y la necesidad de TRR afectan principalmente a este grupo etario en la muestra estudiada.

El 60% de los pacientes tenían un peso inferior a 10 kg, lo cual refuerza la vulnerabilidad de los pacientes pediátricos más pequeños. A diferencia de lo reportado por Menon et al.(23) no encontramos diferencias en la frecuencia de mortalidad en relación con el peso menor a 10kg. Un 55.7% de los pacientes estuvieron expuestos a vancomicina, un nefrotóxico conocido, lo que subraya la necesidad de evaluar cuidadosamente el uso de medicamentos que puedan agravar el daño renal, sin embargo, no se presentó ninguna asociación con mortalidad.

La TRR en pacientes pediátricos críticos es utilizada con el objetivo de mejorar los resultados clínicos y obtener mayor supervivencia, entre las modalidades de terapia, según Çeleğen et al. (14), la TRRC es la más frecuentemente utilizada, sin embargo, en nuestro estudio la diálisis peritoneal ocupa el primer

lugar y es seguida de la TRRC, esta última, se asoció con mayor mortalidad.

Es relevante considerar que la mortalidad en el paciente pediátrico crítico que requiere TRRC puede deberse a que esta modalidad se utiliza con mayor frecuencia en pacientes más graves y por lo tanto esta influenciada por el compromiso de la enfermedad subyacente(22) , lo que introduce un sesgo de selección. Sin embargo, también es posible que factores técnicos, como el acceso vascular y la anticoagulación, influyan en los desenlaces. (24)

La elección de la modalidad de TRR se basa no solo en el estado clínico del paciente, sino también en la experiencia del equipo y la disponibilidad de recursos. La diálisis peritoneal (52.2%) fue la modalidad predominante en este estudio, reflejando su utilidad en pediatría debido a sus menores complicaciones técnicas en pacientes pequeños, siendo esta la población preponderante en la muestra. La TRRC se indicó en la mayoría de los casos en pacientes con sepsis y falla hepática, mientras que la diálisis peritoneal fue la elección en los pacientes con enfermedad cardíaca con cirugía cardiovascular como diagnósticos de manejo. Es importante resaltar que el diagnóstico principal en esta cohorte de pacientes fue la enfermedad cardíaca con cirugía cardiovascular con el 54% (n=62) de los pacientes, lo cual pone en consideración la mayor elección de diálisis peritoneal de inicio temprano en este estudio, a diferencia de otras cohortes donde predomina la sepsis como diagnóstico principal y la TRRC como la modalidad de mayor uso (13). Se pudo demostrar como los diagnósticos de manejo presentan una diferencia significativa entre la modalidad de TRR instaurada en el manejo clínico.

La HDFVVC fue la modalidad de TRRC más utilizada con un 32.7%. La combinación HDFVVC-SCUF (14.5%) y SCUF (9%) sugiere una adaptación de la terapia según el estado clínico del paciente.

Alrededor del mundo se han realizado estudios que analizan factores asociados a la mortalidad o supervivencia del paciente pediátrico crítico con requerimiento de TRR, entre dichos factores, se han destacado por su impacto positivo en la supervivencia, el inicio temprano de la TRR respecto al inicio

de la LRA, mientras que la simultaneidad de la ventilación mecánica invasiva (VMI) y un alto grado de acumulación hídrica, incrementan el riesgo de mortalidad, según Hames et al.(2), quien estudió una cohorte de 463 pacientes hospitalizados en UCI pediátrica en un transcurso de 8 años. En dicho estudio la tasa de mortalidad fue del 55.6%. superior a la encontrada en este estudio que alcanzó el 41,7%. En contraste con nuestros hallazgos, la VMI en simultaneidad no se asoció con mayor mortalidad.

En un estudio realizado en Taiwán (9) en una cohorte de más de 60.000 niños mostró que el uso de vasopresores, la ventilación mecánica, los desórdenes hematológicos y el uso de ECMO son factores independientes en la predicción de mortalidad, no obstante, en este estudio, únicamente el soporte con ECMO tanto como manejo en paciente crítico, como simultaneo con la TRR se asoció con mayor mortalidad. En este estudio, el ECMO se utilizó en el 34.8% de los pacientes, y el 33% de requirió TRR simultáneamente. La mortalidad del 52.1% entre los pacientes que recibieron ECMO, fue significativamente mayor que el 22.4% en quienes no lo recibieron ($p=0.001$).

La alta incidencia de LRA y mortalidad con el uso de ECMO simultaneo a la TRR está bien esclarecida, (25). El ECMO por sí solo puede activar la cascada inflamatoria, promoviendo daño renal y disfunción orgánica múltiple, los cambios en el flujo sanguíneo renal y presión de perfusión debido al soporte extracorpóreo pueden predisponer a la perpetuación de la isquemia renal. Al mismo tiempo hay hemólisis y liberación de mediadores tóxicos que son nefrotóxica y puede exacerbar el daño renal. Además, el manejo de fluidos en pacientes en ECMO puede llevar a sobrecarga hídrica, que es un predictor conocido de malos resultados en LRA y por último son pacientes que suelen recibir múltiples medicamentos, incluidos antibióticos nefrotóxicos como vancomicina, que exacerban la lesión renal (26). En nuestra muestra se evidencio que el 55.7% de los pacientes estuvieron expuestos a vancomicina, lo que subraya la necesidad de evaluar cuidadosamente el uso de medicamentos que puedan agravar el daño renal en estos pacientes. El MODS es tanto un marcador de la severidad de la enfermedad como un

predictor independiente de mortalidad, especialmente en pacientes en ECMO (27). En este estudio el 68.8% de los pacientes con MODS fallecieron ($p=0.007$), lo que destaca la interacción entre ECMO, disfunción multiorgánica y desenlaces adversos.

El papel del momento de inicio de la TRR es particularmente relevante. De acuerdo con Kaddourah et al.(20), el inicio temprano de la TRR respecto al inicio de la LRA impacta de manera positiva en la supervivencia. En otro estudio Menon et al. (23), sugieren también que el inicio temprano de la TRR en niños menores de 10 kg, definido como dentro de las primeras 48 horas desde el ingreso a la UCIP, está asociado con mejores desenlaces, probablemente debido a la prevención de complicaciones relacionadas con la sobrecarga hídrica y el deterioro metabólico. En este estudio, más del 80% de los pacientes recibieron TRR temprano (48 horas desde el ingreso a UCI), lo que podría explicar los desenlaces ligeramente mejores en comparación con series internacionales donde esta práctica no está tan estandarizada. En nuestra cohorte se observó que el inicio tardío de la TRR en la población objeto de estudio mostró asociación con mayor mortalidad. En el grupo de inicio temprano, la TRR probablemente contribuyó a un mejor manejo del balance hídrico y las toxinas metabólicas antes de que las complicaciones se intensificaran. En el grupo de inicio tardío, el impacto acumulativo de la sobrecarga hídrica ($>10\%$ en el 28.7% de los pacientes), el empeoramiento hemodinámico y la inflamación sistémica no controlada son estados que pueden acelerar el fallo orgánico múltiple también relacionado como factor asociado a mortalidad en este estudio y a su vez pueden haber disminuido la eficacia de la terapia.

A diferencia de lo reportado por Voraruth et al.(13) en un reciente estudio en Tailandia, así como en varios estudios previos, a pesar de que el 29% ($n =33$) de los pacientes en este estudio tenían una sobrecarga de líquidos $\geq 10\%$, esta no se asoció por si sola con una supervivencia menor, resaltando que se hizo el análisis adicional de una sobrecarga de líquidos $>5\%$ ($n =22$) la cual tampoco mostro una asociación significativa al desenlace fatal.

En cuanto al diagnóstico principal en algunos estudios, se ha reportado la sepsis como factor asociado a mortalidad (13)(18) en esta cohorte solo el 16 % de los pacientes tenían un diagnóstico de sepsis, como se mencionó anteriormente el 54 % tenían patología cardíaca con requerimiento de cirugía cardiovascular. Algunos diagnósticos como la falla hepática (18.8% vs. 7.5%, $p=0.068$) podrían sugerir una tendencia hacia mayor riesgo en pacientes no sobrevivientes, sin embargo, ninguno de estos diagnósticos tuvo una asociación significativa con la mortalidad.

El análisis del estado nutricional mostró que el 56.5% de los pacientes eran eutróficos, pero también se evidenció un porcentaje considerable de desnutrición (moderada y severa suman 18.2%). No se identificaron diferencias estadísticamente significativas en los estados nutricionales entre los grupos. Sin embargo, la desnutrición severa (<-3 DE) fue más frecuente en no sobrevivientes (12.5% frente a 4.5%, $p=0.328$).

Este estudio realizado en el contexto de países en vía de desarrollo en Sur América permite no solo evidenciar los factores que se asocian a mortalidad en una población específica como es la pediátrica crítica en manejo en UCI con requerimiento de TRR en una institución de alto nivel de complejidad, sino que también, permite evidenciar que existen diferencias entre los reportes a nivel mundial y abre la posibilidad de explorar a mayor profundidad los factores de riesgo de mortalidad en dichos pacientes.

Como limitaciones de este estudio, el diseño retrospectivo podría introducir sesgos, no obstante, permite evidenciar los resultados de las decisiones clínicas en el manejo de los pacientes en cuanto a la elección de la modalidad de la TRR acorde al diagnóstico de manejo, así mismo, la población evaluada no es en su totalidad homogénea ya que se incluyó pacientes de la UCI cardiovascular y la UCI pediátrica general, lo que podría influir en los resultados. Aunque el tamaño de la muestra fue adecuado para

detectar asociaciones significativas, se necesitarían estudios multicéntricos para validar estos hallazgos en otras poblaciones. Finalmente, factores como la calidad del soporte nutricional y las comorbilidades no renales como la gravedad de la patología de base no fueron analizados en profundidad y pueden ser factores confusores en cuanto a su influencia en la mortalidad independientemente de la modalidad de TRR.

En futuros estudios, sería útil investigar el papel de biomarcadores emergentes en la predicción de desenlaces, así como evaluar intervenciones dirigidas a optimizar el manejo de la sobrecarga hídrica y la inflamación sistémica en pacientes críticamente enfermos. Además, investigaciones prospectivas podrían ayudar a esclarecer las mejores estrategias para personalizar la TRR según las características individuales del paciente.

Conclusiones

Este estudio evidencia la gravedad de la condición de los pacientes pediátricos con LRA y su manejo en UCI. La mortalidad en niños con LRA tratados con TRR en las UCI sigue siendo elevada siendo más frecuente en pacientes con LRA KDIGO 3 y el requerimiento de TRRC, se encontró que los factores que podrían estar asociados a la mortalidad son MODS, soporte ECMO e inicio tardío de TRR (>48 horas desde el ingreso a UCI).

Los factores de mortalidad identificados deberían guiar estrategias para optimizar el cuidado en este grupo de pacientes procurando un inicio temprano de TRR y un enfoque integral en pacientes con disfunción multiorgánica o necesidad de ECMO. Estos hallazgos respaldan la importancia de intervenciones tempranas y multidisciplinarias para mejorar los desenlaces en esta población.

Asimismo, este estudio permite el desarrollo de protocolos adaptados al contexto local, ya que evidencia que factores que han mostrado influencia en la mortalidad en otros países, podrían no asociarse a mortalidad a nivel local, como es el caso del peso seco menor a 10 kg y el balance acumulado de líquidos mayor al 10%.

Se recomienda realizar estudios prospectivos a nivel local que permitan validar estos hallazgos y explorar intervenciones específicas para mejorar los desenlaces.

Referencias bibliográficas

1. Hames DL, Ferguson MA, Kaza AK, Rajagopal S, Thiagarajan RR, Teele SA, et al. Renal replacement therapy in the pediatric cardiac intensive care unit. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2019 Nov 1;158(5):1446–55.
2. Hames DL, Ferguson MA, Salvin JW. Risk Factors for Mortality in Critically Ill Children Requiring Renal Replacement Therapy*. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2019 Nov 1;20(11):1069–77.
3. Ruas AFL, Lébeis GM, de Castro NB, Palmeira VA, Costa LB, Lanza K, et al. Acute kidney injury in pediatrics: an overview focusing on pathophysiology. *Pediatric Nephrology*. 2022 Sep 1;37(9):2037–52.
4. Bridges BC, Askenazi DJ, Smith J, Goldstein SL. Pediatric renal replacement therapy in the intensive care unit. *Blood Purif*. 2012 Oct;34(2):138–48.
5. Beltramo F, Dicarlo J, Gruber JB, Taylor T, Totapally BR. Renal Replacement Therapy Modalities in Critically Ill Children*. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2019 Jan 1;20(1):E1–9.
6. Rodríguez-Durán A, Martínez-Urbano J, Laguna-Castro M, Crespo-Montero R. Acute kidney injury in the paediatric patient: An integrative review. *Enfermería Nefrológica*. 2022 Jan 1;25(1):11–27.
7. Khandelwal P, McLean N, Menon S. Update on Pediatric Acute Kidney Injury. *Pediatr Clin North Am* [Internet]. 2022;69(6):1219–38. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003139552200102X>

8. Bock KR. Renal replacement therapy in pediatric critical care medicine.
9. Chang JW, Jeng MJ, Yang LY, Chen TJ, Chiang SC, Soong WJ, et al. The epidemiology and prognostic factors of mortality in critically ill children with acute kidney injury in Taiwan. *Kidney Int.* 2015 Mar 1;87(3):632–9.
10. Del M, Suárez P, Fernández-Sarmiento J, Esthella González L, Rico MP, Sebastián Barajas J, et al. Evaluation of the Renal Angina Index to Predict the Development of Acute Kidney Injury in Children With Sepsis Who Live in Middle-Income Countries [Internet]. 2023. Available from: www.pec-online.com
11. Ricci Z, Romagnoli S, Villa G, Ronco C. Modality and dosing of acute renal replacement therapy. *Minerva Urologica e Nefrologica.* 2016;68(1):78–86.
12. Sanderson KR, Harshman LA. Renal replacement therapies for infants and children in the ICU. Vol. 32, *Current opinion in pediatrics.* NLM (Medline); 2020. p. 360–6.
13. Voraruth C, Pirojsakul K, Saisawat P, Chantarogh S, Tangnararatchakit K. Clinical Outcomes of Renal Replacement Therapy in Pediatric Acute Kidney Injury: A 10-Year Retrospective Observational Study. *Glob Pediatr Health.* 2022 Jan 1;9.
14. Çeleğen K, Çeleğen M. A retrospective analysis: the outcome of renal replacement therapies in critically ill children. *Rev Assoc Med Bras.* 2023;69(6).
15. Aygun F. Evaluation of Continuous Renal Replacement Therapy and Risk Factors in the Pediatric Intensive Care Unit [Internet]. Vol. 31, *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2020. Available from: <http://www.sjkdt.org>
16. Banigan MA, Keim G, Traynor D, Yehya N, Lindell RB, Fitzgerald JC. Association of continuous kidney replacement therapy timing and mortality in critically ill children. *Pediatric Nephrology.* 2024 Jul 1;39(7):2217–26.

17. Demirkol D. Continuous Renal Replacement Therapy in Critically Ill Children. Vol. 57, Turkish Archives of Pediatrics. AVES; 2022. p. 489–97.
18. Pekkucusen NT, Akcan Arikan A, Swartz SJ, Srivaths P, Angelo JR. Characteristics and Clinical Outcomes of Prolonged Continuous Renal Replacement Therapy in Critically Ill Pediatric Patients. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2020 Jun 1;21(6):571–7.
19. Chegondi M, Devarashetty S, Balakumar N, Sendi P, Totapally BR. The need for hemodialysis is associated with increased mortality in mechanically ventilated children: a propensity score-matched outcome study. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00467-020-04703-3>
20. Kaddourah A, Basu RK, Bagshaw SM, Goldstein SL. Epidemiology of Acute Kidney Injury in Critically Ill Children and Young Adults. *New England Journal of Medicine*. 2017 Jan 5;376(1):11–20.
21. Plaud A, Siddiqui Sahar S, Arikan AA. Fluid Overload and Kidney Injury Score. In: *Advances in Critical Care Pediatric Nephrology: Point of Care Ultrasound and Diagnostics*. Springer Singapore; 2021. p. 93–102.
22. Duyu M. Clinical Features and Risk Factors Associated with Mortality in Critically ill Children Requiring Continuous Renal Replacement Therapy. 2020; Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-40243/v1>
23. Menon S, Starr MC, Zang H, Collins M, Damian MA, Fuhrman D, et al. Characteristics and outcomes of children ≤ 10 kg receiving continuous kidney replacement therapy: a WE-ROCK study. *Pediatric Nephrology*. 2024;
24. Assadi F, Sharbaf FG. CRRT Prescription. In: *Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy*. Springer International Publishing; 2016. p. 71–97.

25. Foti L, Villa G, Romagnoli S, Ricci Z. Acute kidney injury and extracorporeal membrane oxygenation: Review on multiple organ support options. Vol. 14, International Journal of Nephrology and Renovascular Disease. Dove Medical Press Ltd; 2021. p. 321–9.
26. Gu M, Mei XL, Zhao YN. A review on extracorporeal membrane oxygenation and kidney injury. Vol. 35, Journal of Biochemical and Molecular Toxicology. John Wiley and Sons Inc; 2021.
27. Selewski DT, Wille KM. Continuous renal replacement therapy in patients treated with extracorporeal membrane oxygenation. Semin Dial. 2021 Nov 1;34(6):537–49.