

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**"CREATININA CORREGIDA POR BALANCE HÍDRICO EN EL  
DIAGNÓSTICO DE LESIÓN RENAL AGUDA DE NIÑOS  
CRÍTICAMENTE ENFERMOS"**

**POR**

**DR. JUAN CARLOS SIFUENTES GARCÍA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA PEDIÁTRICA**

**DICIEMBRE, 2025**

**"CREATININA CORREGIDA POR BALANCE HÍDRICO EN EL  
DIAGNÓSTICO DE LESIÓN RENAL AGUDA DE NIÑOS  
CRÍTICAMENTE ENFERMOS"**

**Aprobación de la tesis:**

**Dr. Med. Arturo Gerardo Garza Alatorre**  
**Director de la tesis**

**Dra. Verónica Rodríguez Martínez**  
**Coordinador de Enseñanza**

**Dra. Yanyn Ameyaly Cabrera Antonio**  
**Coordinador de Investigación**

**Dr. Med. Arturo Gerardo Garza Alatorre**  
**Jefe de Servicio**

**Dr. Med. Fernando Félix Montes Tapia**  
**Jefe de Departamento**

**Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez**  
**Subdirector de Estudios de Posgrado**

## **DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS**

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mis padres, Juan Manuel y Elsa, quienes me apoyaron e impulsaron a seguir adelante, y me mostraron que con esfuerzo todo es posible.

Quiero expresar mi agradecimiento a mis maestros de Medicina Crítica Pediátrica, por sus enseñanzas académicas y de vida, quienes me facilitaron el entorno necesario para crecer y aprender.

A mis compañeros de residencia por hacer más amena mi estancia en el hospital, por motivarme y hacerme reír cuando más lo necesitaba.

A mis pacientes, que me han permitido acompañarlos en sus momentos de vulnerabilidad y me han mostrado que los niños pueden anteponerse a todo pronóstico.

Gracias a todos por formar parte de este logro.

## **TABLA DE CONTENIDO**

	Página
Capítulo I	
1. RESÚMEN.....	8
Capítulo II	
2. ABSTRACT.....	9
Capítulo III	
3. MARCO TEÓRICO .....	10
Capítulo IV	
4. HIPÓTESIS .....	16
Capítulo V	
5. OBJETIVOS .....	17
Capítulo VI	
6. MATERIAL Y MÉTODOS .....	18
Capítulo VII	
7. RESULTADOS.....	27
Capítulo VIII	
8. DISCUSIÓN .....	32
Capítulo IX	
9. CONCLUSIONES .....	34
Capítulo X	
10. BIBLIOGRAFÍA.....	35

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Gráficos</b>	<b>Página</b>
1. Tabla 1.....	22
2. Tabla 2.....	28
3. Tabla 3.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Gráficos</b>	<b>Página</b>
1. Figura 1.....	28
2. Figura 2.....	28
3. Figura 3.....	29
4. Figura 4.....	29
5. Figura 5.....	31
6. Figura 6.....	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**LRA:** Lesión renal aguda

**Cr:** Creatinina

**KDIGO:** Kidney Disease: Improving Global Outcomes (Enfermedad Renal: Mejorando Resultados Globales)

**RIFLE:** Risk, Injury, Failure, Loss, and End-stage kidney disease (Riesgo, Lesión, Falla, Enfermedad Renal Terminal)

**AKIN:** Acute Kidney Injury Network (Red de Lesión Renal Aguda)

**UCIP:** Unidad de cuidados intensivos pediátricos

**UTIP:** Unidad de terapia intensiva pediátrica

**SH:** Sobrecarga hídrica

**OR:** Odds Ratio (Razón de probabilidad)

**TFG:** Tasa de filtración glomerular

## 1. RESUMEN

**Antecedentes:** La lesión renal aguda (LRA) en niños críticamente enfermos es frecuente y se asocia con mayor mortalidad. Sin embargo, la creatinina sérica puede subestimar la LRA cuando existe sobrecarga hídrica, diluyendo sus valores y ocultando diagnósticos relevantes. Estudios recientes sugieren que corregir la creatinina según el balance hídrico mejora la sensibilidad diagnóstica.

**Propósito:** Determinar si la creatinina corregida por balance hídrico aumenta la detección de LRA y modifica su clasificación KDIGO en niños ingresados en la UCIP.

**Metodología:** Estudio observacional, analítico y ambispectivo realizado en la UCIP del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” durante 2025. Se incluyeron 94 pacientes pediátricos con estancia  $\geq 3$  días. Se comparó la incidencia y estadificación de LRA usando creatinina sérica convencional y creatinina corregida por balance hídrico acumulado.

**Resultados:** El 71.3% presentó sobrecarga hídrica  $>5\%$  al tercer día. La incidencia de LRA con creatinina convencional fue de 24.5%, aumentando a 34% tras la corrección, identificándose nueve casos adicionales de LRA previamente oculta. La reclasificación mostró un incremento en estadios KDIGO 2 y 3. La estancia mediana fue de 7 días y la mortalidad global del grupo fue 7.4%.

**Conclusiones:** La creatinina corregida por balance hídrico mejora la detección de LRA y revela mayor gravedad clínica, evitando subestimar la LRA en pacientes con sobrecarga hídrica. Su implementación puede mejorar el diagnóstico temprano y la toma de decisiones en UCIP.

**Palabras clave:** Lesión renal aguda, creatinina corregida, sobrecarga hídrica, KDIGO, cuidados intensivos pediátricos.

## **2. ABSTRACT**

**Background:** Acute kidney injury (AKI) in critically ill children is common and is associated with increased mortality. However, serum creatinine may underestimate AKI in the presence of fluid overload, diluting its values and masking clinically relevant diagnoses. Recent studies suggest that correcting creatinine according to fluid balance improves diagnostic sensitivity.

**Objective:** To determine whether fluid balance–corrected creatinine increases AKI detection and modifies KDIGO classification in children admitted to the PICU.

**Methods:** An observational, analytical, ambispective study was conducted in the PICU of Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” during 2025. A total of 94 pediatric patients with a hospital stay  $\geq 3$  days were included. AKI incidence and staging were compared using conventional serum creatinine versus creatinine corrected for cumulative fluid balance.

**Results:** Fluid overload  $>5\%$  by day three was present in 71.3% of patients. AKI incidence based on conventional creatinine was 24.5%, increasing to 34% after correction, revealing nine additional cases of previously unrecognized AKI. Reclassification showed an increase in KDIGO stages 2 and 3. Median PICU stay was 7 days, and overall mortality was 7.4%.

**Conclusions:** Fluid balance–corrected creatinine improves AKI detection and reveals greater clinical severity, preventing underestimation of kidney injury in patients with significant fluid overload. Its implementation may enhance early diagnosis and clinical decision-making in the PICU.

**Keywords:** *Acute kidney injury, corrected creatinine, fluid overload, KDIGO, pediatric intensive care.*

### **3. MARCO TEÓRICO**

La lesión renal aguda (LRA) se entiende como una alteración súbita en la capacidad de filtración del riñón, reflejada principalmente por un ascenso inesperado en los niveles séricos de creatinina (Cr) o bien por una disminución en la producción de orina.<sup>1</sup> Esta definición resume el consenso actual de que incluso incrementos pequeños y transitorios de la creatinina representan un deterioro real de la función renal. Además, se reconoce que la Cr es un marcador tardío y afectado por múltiples variables fisiológicas, por lo que cualquier cambio súbito debe interpretarse con cautela, especialmente en poblaciones vulnerables como los pacientes pediátricos.

El diagnóstico moderno de LRA se fundamenta en los criterios KDIGO 2012, que uniformaron definiciones previas para mejorar sensibilidad y comparabilidad entre estudios clínicos. Dichos criterios integran umbrales de elevación absoluta y relativa de creatinina, así como parámetros de diuresis, reconociendo que ambas dimensiones pueden manifestarse de manera independiente.<sup>2</sup> La clasificación en tres estadios deriva de la armonización de los sistemas RIFLE y AKIN, esfuerzos previos impulsados por la ADQI para estandarizar el reconocimiento temprano de la LRA. Esta adopción conjunta ha permitido homogeneizar la estratificación de severidad en múltiples ambientes clínicos y mejorar la identificación de pacientes con riesgo de deterioro progresivo.

En el ámbito pediátrico, la LRA constituye un problema creciente, especialmente en unidades de hospitalización y cuidados críticos. Aunque en países de altos ingresos se ha documentado ampliamente su incidencia, persistía un vacío significativo de información en regiones de bajos y medianos ingresos. Estudios recientes, como el de

Meena et al., han comenzado a llenar esta brecha al identificar que cerca de una cuarta parte de los niños hospitalizados pueden desarrollar algún grado de LRA.<sup>3</sup> Del mismo modo, el meta-análisis publicado en 2025 demuestra que la mortalidad asociada sigue siendo considerable, con casi uno de cada cinco pacientes falleciendo durante su estancia hospitalaria.<sup>4</sup> Estas estimaciones resaltan la magnitud del problema y la urgencia de fortalecer los sistemas de vigilancia y diagnóstico temprano.

Las causas de LRA en niños son diversas, abarcando desde agresiones hemodinámicas agudas, como pueden ser los estados de hipovolemia por gastroenteritis o traumatismos, hasta condiciones inflamatorias e infecciosas como la sepsis.<sup>5</sup> Procedimientos invasivos, especialmente la cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, representan otra fuente importante de riesgo debido a los cambios bruscos en perfusión renal y las repercusiones sistémicas de la respuesta inflamatoria. Asimismo, enfermedades primarias del riñón, como el síndrome hemolítico urémico o ciertas tubulopatías, pueden desencadenar cuadros graves de daño tubular. Esta variedad etiológica obliga a mantener una vigilancia estrecha, aun cuando los mecanismos fisiopatológicos finales converjan en patrones similares de lesión.

Pese a la heterogeneidad en sus causas, la LRA tiende a compartir manifestaciones y desenlaces comparables entre diversos entornos clínicos.<sup>6</sup> Los hallazgos del estudio AWARE, realizado en múltiples continentes, consolidaron esta observación al demostrar que los grados avanzados de LRA (estadios 2 y 3) se asocian de manera significativa con complicaciones graves, incluyendo necesidad de ventilación mecánica, mayor probabilidad de terapia de reemplazo renal y aumento notable del riesgo de muerte.<sup>7</sup> Al tratarse de uno de los estudios epidemiológicos más amplios sobre LRA pediátrica, sus

Conclusiones han marcado un referente global respecto al impacto sistémico de esta entidad.

En los pacientes críticamente enfermos atendidos en UCIP, el manejo de líquidos es fundamental durante las etapas iniciales de reanimación, particularmente en condiciones como la sepsis o el choque, donde la reposición hídrica constituye un pilar de la terapéutica. No obstante, se ha observado que la acumulación excesiva de líquidos o sobrecarga hídrica (SH) puede revertir los beneficios iniciales y contribuir a complicaciones importantes, como edema pulmonar, mayor susceptibilidad a infecciones, retraso en la recuperación de órganos y prolongación de la ventilación mecánica.<sup>8</sup> El equilibrio hídrico, por tanto, se vuelve un elemento crítico no solo para la estabilización inicial, sino para evitar efectos adversos secundarios.

La evidencia cuantitativa también apoya esta relación. Un meta-análisis con más de 1 800 pacientes demostró que los niños con sobrecarga hídrica presentan más del doble de riesgo de desarrollar LRA y una mortalidad significativamente mayor en la UCIP.<sup>9</sup> Este hallazgo sugiere que la acumulación de líquidos no es únicamente una consecuencia del estado crítico, sino un factor que amplifica la vulnerabilidad renal, posiblemente mediante mecanismos como el aumento de la presión intraabdominal, la hemodilución de biomarcadores y la congestión renal.

El análisis de Gist et al. aporta un enfoque novedoso al evaluar de manera conjunta los efectos independientes y combinados de la SH y la LRA.<sup>8</sup> Su estudio reveló un efecto sinérgico, donde la presencia simultánea de ambas condiciones se tradujo en estancias mucho más prolongadas y un deterioro clínico más marcado. Además, propusieron

corregir los valores de creatinina con base en el balance hídrico, mostrando que dicha corrección mejora la capacidad del biomarcador para identificar daño renal real, evitando que la dilución por sobrecarga enmascare un diagnóstico relevante.

Otros trabajos coinciden en que la corrección de creatinina por balance hídrico puede revelar formas de LRA previamente no reconocidas.<sup>10-13</sup> En particular, Basu et al. demostraron que en neonatos sometidos a cirugía cardiaca compleja, la utilización de creatinina corregida permitió detectar más casos de LRA severa y establecer una relación más fuerte entre el daño renal y desenlaces como mayor uso de inotrópicos y ventilación prolongada.<sup>12</sup> Este tipo de evidencia subraya la importancia de considerar el estado hídrico como un modulador clave en la interpretación de biomarcadores renales.

Del mismo modo, Liu et al. mostraron en pacientes con lesión pulmonar aguda que ajustar la creatinina según el balance acumulado reveló episodios de LRA que no habían sido identificados con los valores tradicionales.<sup>13</sup> Estos resultados, aunque obtenidos mayoritariamente en población adulta, sugieren que la hemodilución inducida por líquidos puede ocultar deterioro renal significativo, implicando un riesgo clínico alto si no se detecta a tiempo.

Actualmente, la literatura pediátrica sobre reclasificación de LRA utilizando creatinina corregida por balance hídrico sigue siendo limitada, y la mayor parte proviene de estudios en adultos. Esta ausencia de evidencia específica para niños genera incertidumbre respecto a la verdadera carga de enfermedad y dificulta instaurar estrategias de intervención dirigidas y oportunas. Aun así, la consistencia de los

hallazgos en otras poblaciones sugiere que esta aproximación diagnóstica podría tener un impacto clínico importante en la práctica pediátrica.

Por ello, el presente estudio tiene como propósito determinar cuántos casos de LRA podrían pasar desapercibidos si solo se utilizan los criterios KDIGO convencionales basados en creatinina no corregida. Asimismo, busca comparar la evolución clínica — incluyendo mortalidad, requerimientos de ventilación mecánica y duración de estancia hospitalaria— entre los pacientes con LRA evidente y aquellos cuyo diagnóstico solo emerge tras ajustar la creatinina por el balance hídrico acumulado. Esta información podría contribuir a redefinir estrategias diagnósticas en la UCIP y mejorar la detección temprana de daño renal en niños críticamente enfermos.

## **Justificación**

Corregir la creatinina sérica por sobrecarga hídrica podría mejorar la sensibilidad diagnóstica de los criterios actuales de LRA en niños hospitalizados en unidades de cuidados intensivos. Esta reclasificación permitiría identificar formas "ocultas" de LRA, asociadas a mayor morbilidad, y facilitar intervenciones tempranas como ajustes terapéuticos o inicio oportuno de terapia de reemplazo renal. Dado que la mayoría de las investigaciones se han realizado en adultos, existe una necesidad crítica de generar evidencia en pacientes pediátricos, cuyas características fisiológicas y respuestas clínicas difieren significativamente.

## **Planteamiento del problema**

La lesión renal aguda (LRA) es una complicación frecuente y grave en niños críticamente enfermos. Su diagnóstico depende, en parte, de los niveles séricos de creatinina, los cuales pueden verse falsamente reducidos por la sobrecarga hídrica, lo que conlleva a una subestimación de la verdadera incidencia y gravedad de la LRA. Aunque estudios en adultos han demostrado que ajustar la creatinina en función del balance hídrico acumulado permite identificar casos de LRA previamente no detectados, existen muy pocos estudios que evalúen esta estrategia en población pediátrica.

## **Pregunta de investigación**

¿Se puede mejorar el diagnóstico de la Lesión Renal Aguda en niños críticamente enfermos mediante la Creatinina Corregida por Balance Hídrico?

## **4. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis alterna**

Existe una diferencia significativa en la capacidad diagnóstica de la creatinina corregida por balance hídrico para detectar lesión renal aguda al tercer día de ingreso en niños críticamente enfermos.

### **Hipótesis Nula**

No existe diferencia significativa en la capacidad diagnóstica de la creatinina corregida por balance hídrico para detectar lesión renal aguda al tercer día de ingreso en niños críticamente enfermos.

## **5. OBJETIVOS**

### **Objetivo principal**

- Reportar si existe un aumento significativo en el diagnóstico de LRA utilizando la creatinina corregida por balance hídrico en niños críticamente enfermos.

### **Objetivos secundarios**

- Comparar la incidencia de LRA en pacientes pediátricos ingresados a la UTIP durante el primer y tercer día de estancia hospitalaria.
- Analizar si existen cambios en la clasificación de LRA en niños ya previamente diagnosticados.
- Describir el índice de sobrecarga hídrica en niños hospitalizados en UTIP.
- Describir las características demográficas de los pacientes pediátricos que desarrollen LRA como edad, género, diagnóstico de base, comorbilidades asociadas.
- Analizar la mediana de días de estancia en la UTIP.
- Comparar los desenlaces clínicos (mortalidad, duración de estancia) con LRA corregida y LRA evidente.
- Reportar la tasa de mortalidad en niños con LRA según su clasificación.
- Identificar los factores de riesgo relacionados con el desarrollo de LRA en pacientes pediátricos críticamente enfermos.

## **6. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

Estudio observacional, analítico, comparativo, ambispectivo.

### **Lugar o sitio del estudio**

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

### **Criterios de selección de la muestra**

#### ***Criterios de inclusión***

- Niños de 1 mes a 15 años que ingresen a la UCIP del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

#### ***Criterios de exclusión***

- Pacientes con enfermedad renal crónica.
- Pacientes con expedientes clínicos incompletos en donde no se obtenga el índice de sobrecarga hídrica o la creatinina al tercer día de hospitalización.

#### ***Criterios de eliminación***

- Pacientes que fallecen o egresan durante las primeras 48 horas de hospitalización en la UCIP.
- Pacientes trasladados a otras instituciones de salud.

## **Metodología**

Se realizó un estudio observacional, ambispectivo, longitudinal, y analítico. Se incluirán a todos los pacientes pediátricos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de enero a diciembre del 2025. Se reportará la incidencia de LRA y su clasificación utilizando los niveles de creatinina convencional y con la corrección de niveles de creatinina sérica en base a la sobrecarga hídrica. Además de determinar el porcentaje de pacientes que son reclasificados de LRA.

La información obtenida se almacenó en una base de datos con las variables a estudiar, entre ellas las características demográficas, parámetros de laboratorio, clasificación de LRA, mediana de días de estancia hospitalaria, y mortalidad.

La base de datos no incluyó los registros o nombres de los sujetos a investigar, que pudieran identificarlos, se les asignó un número de folio para proteger su confidencialidad. Posteriormente se utilizó el programa SPSS versión 2020, para el análisis estadístico. Solo el investigador principal y el equipo de investigación tuvo acceso a la base de datos y los registros clínicos.

## **Técnica de muestreo**

Se realizó un muestreo no probabilístico a conveniencia.

## **Tamaño de la muestra**

Se incluyó a todos los pacientes con diagnóstico de lesión renal aguda que ingresen a la UCIP del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”

## Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando software estadístico SPSS. Para el análisis descriptivo de las características demográficas de la población, las variables continuas fueron analizadas mediante medidas de tendencia central y dispersión (media, mediana, desviaciones estándar y frecuencias).

Se realizó la comparación de la capacidad diagnóstica de LRA entre la creatinina convencional y la corregida. Ambas mediciones fueron evaluadas en los mismos pacientes, por lo que las comparaciones fueron pareadas. Se estableció un nivel de significancia de  $p <0.05$ .

Para comparar la diferencia en la incidencia de lesión renal aguda (LRA) detectada mediante creatinina basal versus creatinina corregida por fórmula, se utilizó la prueba de McNemar, adecuada para comparar proporciones pareadas en datos dicotómicos provenientes de una misma muestra.

Para evaluar la asociación entre cada factor y la variable resultado (desarrollo de LRA), se realizó un análisis bivariado. Se utilizó la prueba t de Student para comparar variables continuas entre los grupos con y sin LRA, y se aplicarán las pruebas de chi-cuadrado o Fisher para variables categóricas, según corresponda.

Se presentan los resultados de manera clara y concisa utilizando tablas, gráficos, y descripciones textuales según sea necesario.

## **Confidencialidad**

A cada participante en el estudio se le asignó un número de folio, evitando el uso de nombres o registros personales en la base de datos. Únicamente el equipo de investigación tuvo acceso a dicha base, donde se almacenó toda la información recolectada. En caso de publicar los resultados, se garantizará que no se incluya ningún dato que pueda comprometer la confidencialidad de los participantes.

## **Financiamiento**

Recursos propios del departamento de Medicina Crítica Pediátrica, del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González Llano”.

## **Aspectos éticos**

Este estudio se realizó conforme a las regulaciones internacionales y nacionales aplicables a investigaciones sin riesgo que involucran a seres humanos, siguiendo lo establecido en el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación y la norma NOM-012-SSA3-2012. Asimismo, se respetaron los principios éticos de autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia. El equipo de investigación está sujeto a las auditorías que sean solicitadas tanto por el investigador principal como por el Comité de Ética en investigación de nuestra institución y el Comité de investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

## Definición de variables

<b>Tabla 1. Definición de variables</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Tipo de variable</b>
<b>Sexo</b>	Atributos socialmente construidos, roles, actividades, responsabilidad y necesidades predominantemente relacionadas con la pertenencia al sexo masculino o femenino	Sexo del paciente es femenino o masculino, definido en el expediente clínico.	Masculino Femenino	Cualitativa nominal
<b>Edad</b>	Tiempo de vida del paciente.	Años y/o meses de vida registrados en el expediente clínico al momento de la atención médica.	Años y/o meses	Cuantitativa continua
<b>Comorbilidades</b>	Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona.	Enfermedades previamente diagnosticadas que padece el paciente.	SI NO	Cualitativa nominal
<b>Lesión renal aguda</b>	Deterioro súbito de la función renal, caracterizado por una acumulación de productos	KDIGO:  Aumento de la creatinina sérica $\geq 0.3$ mg/dL (26.5	Si No	Cualitativa nominal

	<p>nitrogenados y desequilibrio hidroelectrolítico, que puede ocurrir en cuestión de horas o días</p>	<p><math>\mu\text{mol/L}</math>) dentro de 48 horas, o</p> <p>Aumento de la creatinina sérica <math>\geq 1.5</math> veces el valor basal, conocido o estimado, ocurrido o presumido en los últimos 7 días,</p> <p>o</p> <p>Volumen urinario <math>&lt; 0.5 \text{ mL/kg/h}</math> durante 6 horas.</p>		
<b>Clasificación de lesión renal aguda</b>	<p>La clasificación KDIGO es una de las escalas más utilizadas para definir y estadificar la lesión renal aguda, basada en cambios en creatinina sérica y en la diuresis.</p>	<p><b>Estadio 1 – LRA 1</b></p> <p>Aumento de la creatinina sérica de 1.5 a 1.9 veces el valor basal, o bien un aumento absoluto de al menos 0.3 mg/dL en un periodo de 48 horas. También se considera estadio 1 si la diuresis disminuye a menos de 0.5 mL por kg de peso corporal por hora durante un periodo de entre 6 y 12 horas.</p> <p><b>Estadio 2 – LRA</b></p> <p>Se define por un aumento de la creatinina sérica de</p>	<p>Estadio 1 Estadio 2 Estadio 3</p>	<p>Cualitativa ordinal</p>

	<p>2.0 a 2.9 veces el valor basal. En cuanto al criterio urinario, este estadio se alcanza si la diuresis es inferior a 0.5 mL/kg/h durante 12 horas o más.</p> <p><b>Estadio 3 – LRA</b></p> <p>La creatinina sérica aumenta a 3 veces o más el valor basal, o cuando alcanza un valor absoluto de 4.0 mg/dL o más, incluso si el aumento no llega a triplicar el valor basal. También se incluye en este estadio el inicio de terapia de reemplazo renal (como diálisis). En cuanto a la diuresis, se clasifica como estadio 3 si esta es inferior a 0.3 mL/kg/h durante al menos 24 horas, o si hay anuria (ausencia total de orina) durante 12 horas o más.</p> <p>En niños, también se considera estadio 3 cuando la tasa de filtración glomerular estimada</p>	
--	--	--

		(TFGe) cae por debajo de 35 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> .		
<b>Índice de sobrecarga hídrica</b>	Es una medida que cuantifica el grado en que un paciente ha acumulado líquidos respecto a su peso corporal.	Se calcula como el porcentaje de ganancia neta de líquidos con respecto al peso corporal del paciente, generalmente al momento de ingreso a UCI.	%	Cuantitativa continua
<b>Creatinina</b>	Producto de desecho generado por el metabolismo muscular, que se elimina principalmente por filtración glomerular a través del riñón. Su concentración en sangre es un marcador indirecto de la función renal	Es el valor cuantitativo obtenido mediante análisis de sangre que indica la concentración de creatinina presente en el suero del paciente, expresada en miligramos por decilitro (mg/dL) o micromoles por litro ( $\mu\text{mol/L}$ ).	Mg/dl	Cuantitativa continua
<b>Creatinina corregida por balance hídrico</b>	Estimación más precisa de la concentración real de creatinina en pacientes con acumulación excesiva de líquidos.	Es el valor de creatinina sérica ajustado según el grado de sobrecarga hídrica acumulada.  Creatinina sérica medida × [1 + balance hídrico acumulado (L) / peso (kg)]	Mg/dl	Cuantitativa continua

<b>Días de hospitalización en la UCIP</b>	Días de permanencia de un paciente en el hospital	Días registrados en el expediente clínico, contabilizando desde su admisión (hoja de traslado a UCIP) hasta su egreso (nota de traslado a piso o urgencias)	Días	Cuantitativa discreta
<b>Muerte</b>	Cese irreversible de todas las funciones vitales, como la actividad cardíaca, respiratoria y cerebral.	Se determina por el registro médico o certificado de defunción, y se codifica como una variable dicotómica: vivo o muerto.	Vivo Muerto	Cualitativa nominal

## **7. RESULTADOS**

Se realizó un análisis retrospectivo de pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" durante el año 2025.

Posterior a la revisión de 167 expedientes, se excluyó 73 de ellos por estancia menor a 3 días (defunción o egreso) y un total de 94 pacientes (n=94) participaron en el estudio.

El 60.6% (n=57) de los pacientes pertenecientes al género masculino y el 39.4% (n=37) pertenecientes al género femenino. La mediana de edad fue de 4 años, con un rango de edad de 1 mes a 15 años. En cuanto a la somatometría de la población estudiada, el peso promedio fue de 15 kg, con un peso mínimo de 1.9 kg y un máximo de 72 kg. La talla promedio fue de 101 cm, con un mínimo de 46 cm y un máximo de 172 cm.

Se evalúo también las principales comorbilidades agrupandolas en las principales disfunciones orgánicas ocasionadas. Se encontró que la principal disfunción orgánica fue neurológica, presentándose en un 38.3% (n=36), seguida por la hematoinfecciosa con un 21.3% (n=20) y la respiratoria con un 16% (n=15).

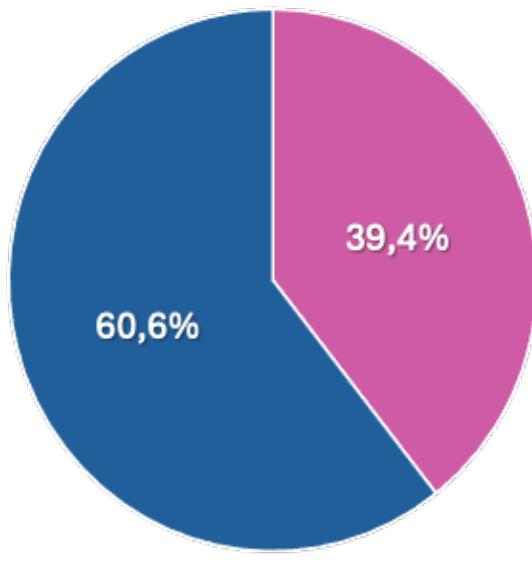
En cuanto a los desenlaces clínicos se encontró que la estancia media en la UTIP fue de 7 días, con un mínimo de 3 y un máximo de 70 días de estancia en UTIP. La mortalidad global del grupo estudiado fue de 7.4% (n=7).

**Tabla 2: Demografía, características clínicas y resultados de los pacientes incluidos**

Características	n=94
Género, n(%)	
<i>Masculino</i>	57 (60.6)
<i>Femenino</i>	37 (39,4)
Edad, mediana (rango)	4 (1m - 15a)
Somatometría, mediana (rango)	
<i>Peso, kg</i>	15 (1.9 - 72)
<i>Talla, cm</i>	101 (46 – 172)
Disfunción, n(%)	
<i>Respiratoria</i>	15 (16)
<i>Hemodinámica</i>	12 (12.8)
<i>Neurológico</i>	36 (38.3)
<i>Hematoinfecciosa</i>	20 (21.3)
<i>Otros</i>	11 (11.7)
Estancia en UTIP, días (rango)	7 (3-70)
Mortalidad, n(%)	7 (7.4)

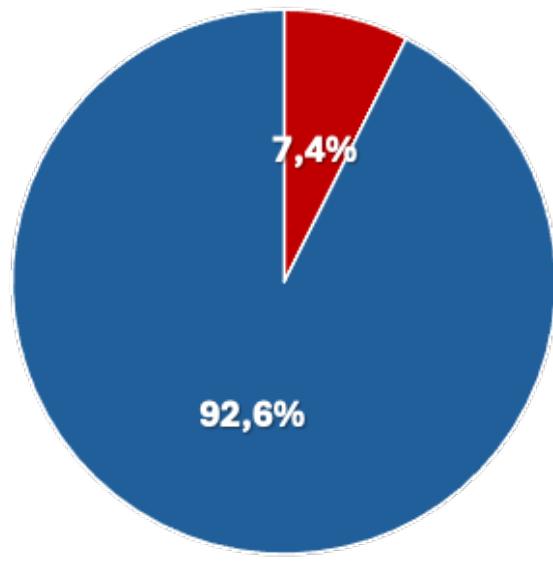
Abreviaturas: UTIP, Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica.

**Figura 1: Distribución por género**



■ Femenino ■ Masculino

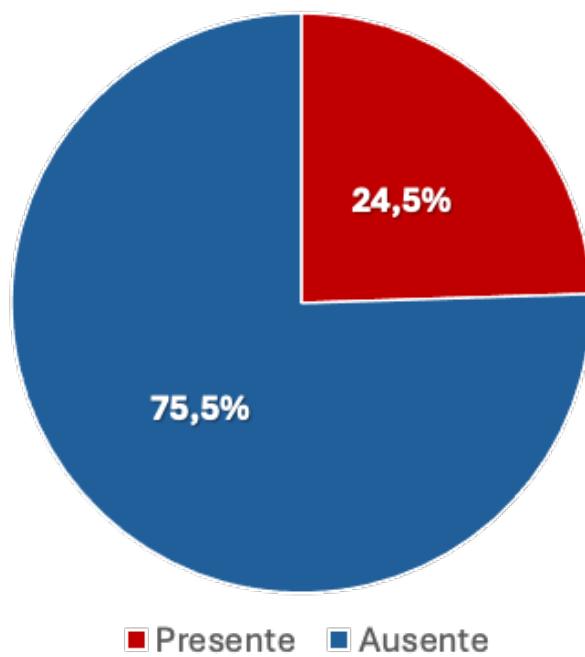
**Figura 2: Mortalidad del grupo**



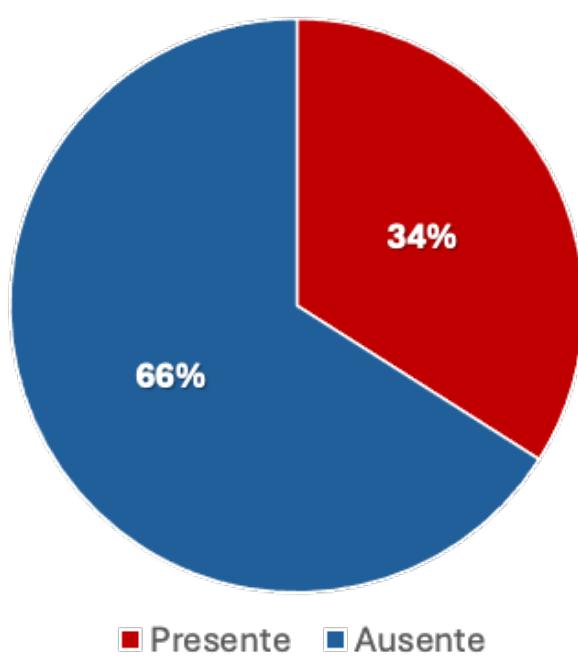
■ Defunción ■ Sobrevivientes

Con respecto al análisis de la sobrecarga hídrica, se encontró que el 71.3% (n=67) de los pacientes presentaban una sobrecarga hídrica mayor al 5% al tercer día de estancia hospitalaria. Así mismo de manera inicial el 24.5% (n=23) de los pacientes presentó LRA al tercer día de estancia hospitalaria tomando en cuenta sus niveles de creatinina sérica y su tasa de filtración glomerular basal estimada. De los pacientes que cursaron con LRA inicialmente el 43.4% (n=10) se clasificó como estadío KDIGO I, 26.0% (n=6) fue KDIGO II y el 30.4% (n=7) KDIGO III.

**Figura 3: Lesión Renal Aguda  
Creatinina Convencional**



**Figura 4: Lesión Renal Aguda  
Creatiniana Corregida**



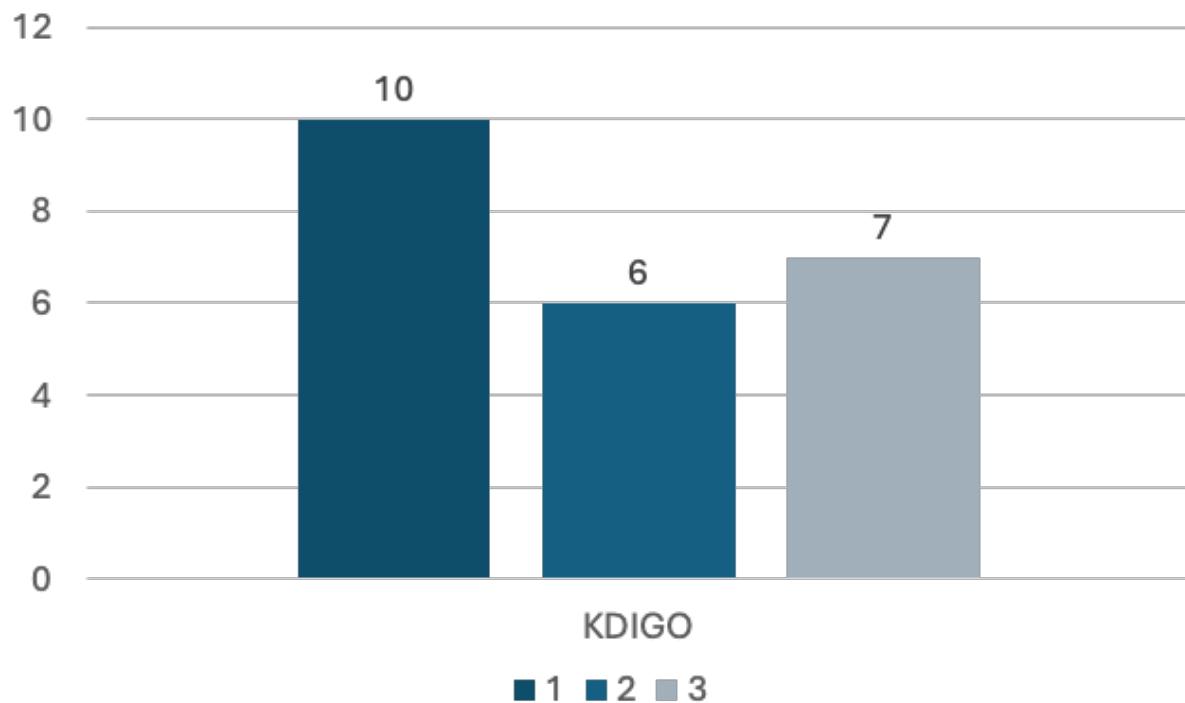
Posterior a realizar el cálculo de creatinina corregida en base al balance hídrico del tercer día se revisó nuevamente la integración del diagnóstico de LRA encontrando que el 34% (n=32) presentó LRA, un 9.5% (n=9) más que con creatinina sérica convencional.

Con respecto a la reclasificación de la LRA en base a criterios KDIGO tomando en cuenta la creatinina corregida, un 40.6% (n=13) presentó LRA KDIGO I, 28.1% (n=9) resultó KDIGO II y 31.2% (n=10) fue KDIGO III.

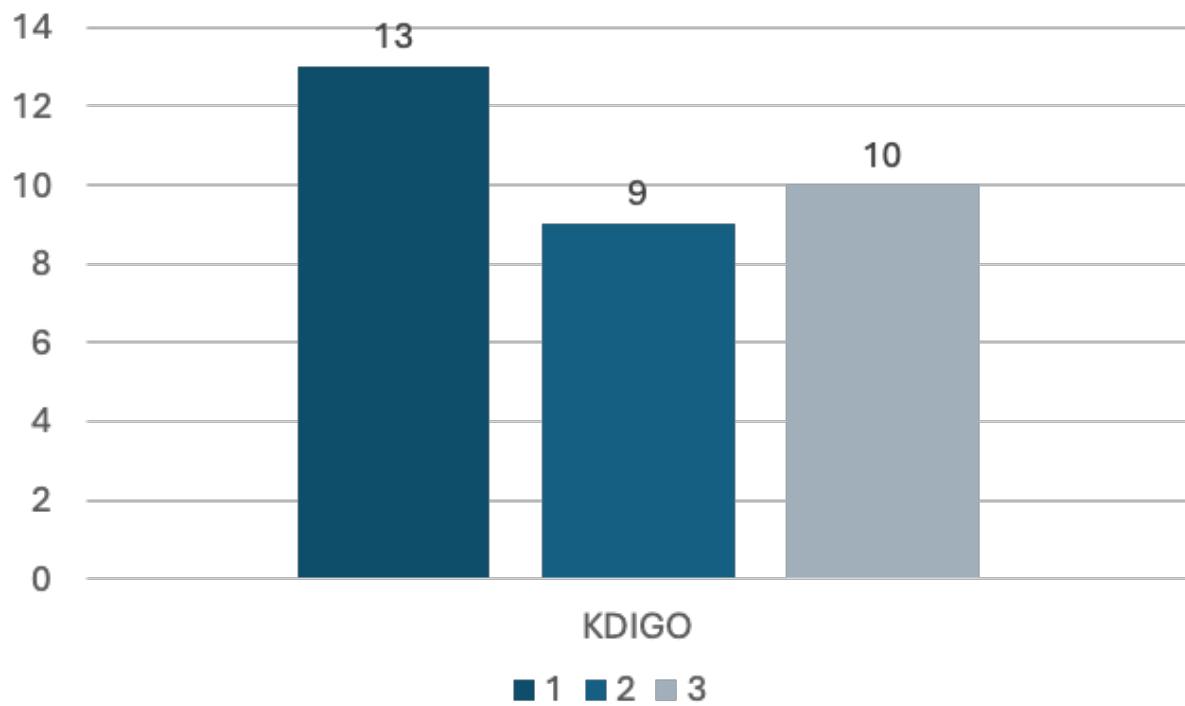
**Tabla 3: Lesión renal aguda y sobrecarga hídrica**

Características	n=94
LRA, n (%)	23 (24.5)
Cr, mediana (rango)	0.3 (0.1- 5.7)
<i>Estadio, n (%)</i>	
1	10 (43.4)
2	6 (26)
3	7 (30.4)
 LRA-C, n (%)	 32 (34)
Cr-C, mediana (rango)	0.3 (0.1 - 5.8)
<i>Estadio, n (%)</i>	
1	13 (40.6)
2	9 (28.1)
3	10 (31.2)
 Sobrecarga, n (%)	 67 (71.3)
ISH, mediana (rango)	7.2 (0 - 49.2)
Abreviaturas: LRA, Lesión renal aguda; Cr, Creatinina; LRA-C, Lesión renal aguda corregida; Cr-C, Creatinina corregida; ISH, Índice de sobrecarga hídrica.	

**Figura 5: Clasificacion Renal Aguda por KDIGO con Creatinina Convencional**



**Figura 6: Clasificacion Renal Aguda por KDIGO con Creatinina Corregida**



## **8. DISCUSIÓN**

Los hallazgos de este estudio ponen en evidencia que la sobrecarga hídrica modifica de manera sustancial nuestra percepción de la función renal. Esto cobra relevancia porque la LRA no es un diagnóstico estático; sino dinámico y está profundamente influenciado por las intervenciones terapéuticas que realizamos en los primeros momentos de atención (fase de reanimación).<sup>7-10</sup>

Se encontró que más del 70% de los pacientes presentaba una sobrecarga hídrica >5% al tercer día, mostrando que la reanimación agresiva, aunque necesaria, puede tener efectos no deseados. En este contexto, la creatinina sérica tradicional deja de ser un marcador estable y pasa a comportarse como un valor “diluido”, que enmascara la verdadera magnitud de la lesión renal. Esto explica por qué, en nuestro análisis, la incidencia de LRA aumentó del 24.5% al 34% al ajustar la creatinina según el balance hídrico: casi uno de cada diez niños tenía una LRA oculta que no habríamos detectado sin la corrección.<sup>8</sup>

Este hallazgo dialoga de manera consistente con lo reportado en estudios previos en población pediátrica y adulta. Investigadores como Basu, Liu y Gist han mostrado que la corrección por balance hídrico permite revelar casos de LRA que se encuentran “invisibilizados” por el exceso de líquidos. En nuestra población, este fenómeno fue evidente y clínicamente significativo.

La reclasificación también modificó la distribución de estadios KDIGO. Detectamos un aumento en la proporción de pacientes en estadios 2 y 3, que son precisamente aquellos con mayor riesgo de complicaciones, mayor necesidad de soporte vital y peor

pronóstico. Este desplazamiento hacia estadios más altos sugiere que la creatinina convencional no solo subdiagnosticata LRA, sino que incluso subestima su gravedad real.

Otro punto relevante es que la mortalidad global del estudio fue relativamente baja (7.4%). Aunque no se realizó un análisis comparativo entre mortalidad y estadios de LRA corregida vs. no corregida, es posible que la detección tardía de lesiones renales más graves influya en la toma de decisiones clínicas. Si la corrección permitiera identificar a tiempo a los pacientes en riesgo, se podría optimizar el manejo hídrico, ajustar dosis de fármacos renales, evitar nefrotoxinas o incluso considerar el inicio temprano de terapias de reemplazo renal. Esto con la finalidad de evitar los principales desenlaces adversos observados en múltiples estudios como describen también Meena y Zarei en sus metanálisis.<sup>3-4</sup>

### ***Limitaciones***

El estudio se desarrolló en un solo centro, con un tamaño de muestra limitado. Además, no se registró la evolución diaria del balance hídrico o la diuresis, lo que podría haber aportado una visión más fina de la progresión de la LRA. Aun así, los resultados son claros: la creatinina corregida revela información que podría cambiar la manera en que diagnosticamos y tratamos la LRA pediátrica.

## **9. CONCLUSIONES**

La aplicación de la creatinina corregida por balance hídrico permitió identificar un número considerable de pacientes con LRA que habrían pasado desapercibidos con el método convencional.

La corrección no solo aumentó el número total de casos detectados, sino que también modificó la gravedad asignada por estadios KDIGO, revelando que algunos pacientes estaban más severamente afectados de lo que los valores tradicionales mostraban. Reconocer esta gravedad real puede orientar decisiones terapéuticas más oportunas.

La alta prevalencia de sobrecarga hídrica encontrada es un desafío cotidiano en la práctica de la UCIP: equilibrar la reanimación necesaria con el riesgo de dañar la función renal. Integrar la creatinina corregida podría ayudar a navegar este delicado balance.

La herramienta de corrección es sencilla, accesible y no requiere tecnología adicional, lo que la convierte en una estrategia potencialmente implementable en distintas UCIP del país, incluyendo aquellas con recursos limitados.

Este estudio aporta evidencia en una población poco estudiada —los niños críticos— y abre la puerta a investigaciones futuras que profundicen en desenlaces como mortalidad, necesidad de terapia de reemplazo renal y duración de ventilación mecánica.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Gaínza de los Ríos, F. J. (s.f.). Insuficiencia renal aguda. En V. Lorenzo & J. M. López Gómez (Eds.), Nefrología al día. <https://www.nefrologiaaldia.org/317>
2. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. (2012). KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury (Kidney International Supplements, 2, 1–138). <https://kdigo.org/wp-content/uploads/2016/10/KDIGO-2012-AKI-Guideline-English.pdf>
3. Meena, J., Mathew, G., Kumar, J., & Chanchlani, R. (2023). Incidence of Acute Kidney Injury in Hospitalized Children: A Meta-analysis. *Pediatrics*, 151(2), e2022058823. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-058823>
4. Zarei, H., Azimi, A., Ansarian, A., Raad, A., Tabatabaei, H., Roshdi Dizaji, S., Saadatipour, N., Dadras, A., Ataei, N., Hosseini, M., & Yousefifard, M. (2025). Incidence of acute kidney injury-associated mortality in hospitalized children: a systematic review and meta-analysis. *BMC nephrology*, 26(1), 117. <https://doi.org/10.1186/s12882-025-04033-2>
5. Ali, U., Madave, A., Vala, K., Zope, S., Matnani, M., Singhal, J., Mauskar, A., Wade, P., Ghildiyal, R., Sharma, J., Chakravarthi, M., Chhajed, P., Pande, N., Krishnamurthy, N., Prasanna, A., Sathe, K., Deokar, A., Arya, M., Keskar, V., & Deore, P. (2025). Epidemiology and outcome of pediatric acute kidney injury—multicenter observational study from a low-middle-income country. *Pediatric nephrology* (Berlin, Germany), 10.1007/s00467-025-06856-5. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00467-025-06856-5>
6. Mehta, R. L., Kellum, J. A., Shah, S. V., Molitoris, B. A., Ronco, C., Warnock, D. G., Levin, A., & Acute Kidney Injury Network (2007). Acute Kidney Injury Network: report

- of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Critical care* (London, England), 11(2), R31. <https://doi.org/10.1186/cc5713>
7. Kaddourah, A., Basu, R. K., Bagshaw, S. M., Goldstein, S. L., & AWARE Investigators (2017). Epidemiology of Acute Kidney Injury in Critically Ill Children and Young Adults. *The New England journal of medicine*, 376(1), 11–20. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1611391>
8. Gist, K. M., Selewski, D. T., Brinton, J., Menon, S., Goldstein, S. L., & Basu, R. K. (2020). Assessment of the Independent and Synergistic Effects of Fluid Overload and Acute Kidney Injury on Outcomes of Critically Ill Children. *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*, 21(2), 170–177. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002107>
9. Alabaidi, R., Morgan, C., Basu, R. K., Stenson, E., Featherstone, R., Majumdar, S. R., & Bagshaw, S. M. (2018). Association Between Fluid Balance and Outcomes in Critically Ill Children: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA pediatrics*, 172(3), 257–268. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.4540>
10. Dixon, C. G., Thadani, S., Fitzgerald, J. C., Akcan-Arikan, A., & Yehya, N. (2023). Fluid Overload Precedes and Masks Cryptic Kidney Injury in Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome. *Critical care medicine*, 51(6), 765–774. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005836>
11. Butcher, B. W., & Liu, K. D. (2012). Fluid overload in AKI: epiphomenon or putative effect on mortality?. *Current opinion in critical care*, 18(6), 593–598. <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e32835a1c44>

12. Basu, R. K., Andrews, A., Krawczeski, C., Manning, P., Wheeler, D. S., & Goldstein, S. L. (2013). Acute kidney injury based on corrected serum creatinine is associated with increased morbidity in children following the arterial switch operation. *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*, 14(5), e218–e224. <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e3182772f61>
13. Liu, K. D., Thompson, B. T., Ancukiewicz, M., Steingrub, J. S., Douglas, I. S., Matthay, M. A., Wright, P., Peterson, M. W., Rock, P., Hyzy, R. C., Anzueto, A., Truwit, J. D., & National Institutes of Health National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome Network (2011). Acute kidney injury in patients with acute lung injury: impact of fluid accumulation on classification of acute kidney injury and associated outcomes. *Critical care medicine*, 39(12), 2665–2671. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318228234b>