



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE PEDIATRIA



Factores de riesgo asociados a insuficiencia renal aguda postoperatoria en pacientes pediátricos intervenidos de cirugía cardíaca que requirieron de circulación extracorpórea atendidos en la terapia intensiva pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

**TESIS QUE PARA OBTENER LA
ESPECIALIZACION EN MEDICINA CRITICA PEDIATRICA
PRESENTA**

Alumna:

Dra. Elsa Nohemí Reyes Flandes

Médico Residente de segundo año de la especialidad en Medicina del enfermo pediátrico en estado crítico con sede en el Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional SXXI Coautor.

Tutores:

Dr. Pascual Bobadilla González.

Médico Adscrito al servicio de UTIP del HP-CMN SXXI

M. en C. Juan Carlos Núñez Enríquez.

Médico Pediatra. Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Tel 56276900 Ext 22451. Correo electrónico: jcarlos_nu@hotmail.com

CIUDAD DE MÉXICO

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESUMEN

Antecedentes: En la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP) del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se atienden aproximadamente 630 ingresos por año, de los cuales un 20% corresponden a niños con cardiopatía congénita que requieren cirugía cardiovascular y a su vez, el 40% de los procedimientos quirúrgicos se realizan bajo circulación extracorpórea. Los pacientes postoperados de corazón abierto tienen una mortalidad del 5% al 10%, pero el riesgo de morir incrementa hasta un 27% cuando el paciente desarrolla insuficiencia renal aguda (IRA) durante su estancia en UTIP. Hay factores de riesgo establecidos para desarrollar IRA en estos pacientes como son; el tiempo prolongado de circulación extracorpórea más de 180 min, el antecedente ya conocido de daño renal y la presencia de síndrome de bajo gasto cardiaco postquirúrgico. En nuestra población se ha observado que no todos presentan estos factores de riesgo y si presentan insuficiencia renal aguda. **Objetivo:** Identificar los factores de riesgo asociados a insuficiencia renal aguda postoperatoria en pacientes pediátricos intervenidos de cirugía cardiaca que requirieron de circulación extracorpórea en la UTIP del Centro Médico Nacional Siglo XXI. **Material y métodos:** Diseño de casos y controles. Los casos serán los pacientes que ingresaron a la UTIP del HP CMN SIGLO XXI, para cuidados postquirúrgicos de cirugía cardiovascular sometidos a circulación extracorpórea durante el periodo de estudio (enero del 2014 a julio del 2015) y hayan desarrollado insuficiencia renal aguda durante su estancia en la terapia intensiva. **Análisis estadístico:** Se calcularon Odds ratio (OR) e intervalos de confianza al 95% (IC 95%). Posteriormente se realizó un análisis de regresión logística en donde se introdujeron aquellas variables que en el análisis bivariado tuvieron un valor de p menor 0.05 y clínicamente significativas. **Resultados:** La frecuencia de IRA en la población estudiada fue de 33%. Se observó en el análisis bivariado que el tiempo de circulación extracorpórea de más de 140 minutos, la acidosis metabólica (moderada/severa), el pinzamiento aórtico y el síndrome de bajo gasto eran factores de riesgo asociados al desarrollo de insuficiencia renal postquirúrgica. En la regresión logística se identificaron como factores de riesgo independientes la hiperlactatemia moderada a severa (OR=4.91;IC 95%: 1.26-19.05; p=0.02) y a las cardiopatías de tipo cianógeno (OR=3.62;IC 95%: 1.11-11.63; p=0.03) con la presencia de insuficiencia renal. **CONCLUSIONES:** La insuficiencia renal postquirúrgica es una complicación frecuente en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiaca con CEC atendidos en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS. Los pacientes con cardiopatías cianógenas, con hiperlactatemia moderada a severa tienen un mayor riesgo de presentar insuficiencia renal aguda en el postquirúrgico y por lo tanto deben ser monitorizados y manejados en forma oportuna e individualizada.

Palabras clave: insuficiencia renal aguda, factores de riesgo, cirugía cardiaca.

INDICE:

ANTECEDENES.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	8
JUSTIFICACION.....	8
HIPOTESIS.....	8
OBJETIVOS.....	9
SUJETOS MATERIAL Y METODOS.....	9
VARIABLES.....	10
ANALISIS ESTADISTICO.....	12
ASPECTOS ETICOS.....	13
RECURSOS.....	13
RESULTADOS.....	14
DISCUSION.....	15
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	17
CONCLUSIONES.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	18
ANEXOS.....	21

Antecedentes

La cardiopatía congénita se define, como una anomalía en la formación de la estructura cardiocirculatoria y deterioro en la función que abarca el corazón y los grandes vasos, y que está presente desde el nacimiento, aunque se descubra posteriormente, en el transcurso de la vida del portador de la malformación (1). Actualmente, las cardiopatías congénitas se encuentran entre los principales motivos de ingreso a hospitales de tercer nivel de atención (2) y constituyen la causa más frecuente de malformaciones congénitas en el nacimiento. De acuerdo a diferentes reportes en países desarrollados, la incidencia de cardiopatías congénitas varían del 0.8 al 1%. (1) En un análisis de 2227 pacientes con cardiopatía congénita realizado en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se encontró que la persistencia del conducto arterioso represento el 20% de los casos, situación explicable por la altura a la que, con respecto al nivel del mar está la ciudad de México y zonas conurbadas, la comunicación interatrial (16.8%); comunicación interventricular (11%); tetralogía de Fallot y atresia pulmonar con comunicación interventricular (9.3); coartación de aorta y estenosis pulmonar (3.6%) respectivamente y la conexión anómala de venas pulmonares(3%) (3).

La cirugía de cardiopatías congénitas es un campo joven y en constante evolución. Desde la primera ligadura de un conducto arterioso permeable por Robert Gross en Boston en 1938, una mejor comprensión en anatomía y fisiopatología, mejores técnicas diagnósticas y el advenimiento de la CEC (Circulación Extracorpórea) y la parada circulatoria hipotérmica, han permitido la reparación a corazón abierto de muchas lesiones. Avances en el manejo pre, intra y postoperatorio de éstos pacientes han resultado en excelentes índices de supervivencia incluso para los defectos cardiacos más severos. La supervivencia de los pacientes con cardiopatía congénita ha mejorado en los últimos años gracias al perfeccionamiento en las técnicas diagnósticas, quirúrgicas, anestésicas y de perfusión, así como con el advenimiento de nuevas y más selectivas drogas cardiológicas (4).

Para el tratamiento de las cardiopatías congénitas existen alrededor de 140 procedimientos quirúrgicos, a los que hay que añadir el cateterismo intervencionista, que las paliar o corrigen.

Los avances en el diagnóstico, el tratamiento quirúrgico y el postoperatorio de los niños con cardiopatías congénitas han llevado a un aumento progresivo de la supervivencia. Sin embargo, los niños que requieren cirugías cardiacas complejas y los que sufren fallo multi-orgánico después de la cirugía presentan una elevada incidencia de insuficiencia renal aguda (IRA). Los niños en el postoperatorio de la cirugía cardiaca tienen un riesgo elevado de alteraciones de la función renal debido a disminución del gasto cardiaco, alteraciones producidas por la circulación extracorpórea, la hemólisis y las complicaciones infecciosas.(5)

La circulación extracorpórea es un estado de choque controlado que permite un manejo de la función hemodinámica de acuerdo a las necesidades mínimas del paciente, por medio de un verdadero cortocircuito venoso-arterial que permite drenar la sangre del extremo venoso hacia una máquina que hace las veces de corazón-pulmón oxigenado, y que luego impulsa la sangre ya oxigenada hacia la aorta o el sistema arterial (cuando se utiliza canulación arterial), sin pasar por el sistema cardio-pulmonar, permitiendo en esta forma colocar dicho sistema en reposo para poder manipularlo quirúrgicamente. Secundario a la circulación extacorporea se produce respuesta inflamatoria sistémica

severa. Durante la circulación extracorpórea existe disminución del flujo a nivel renal. Relacionado directamente con el tiempo de duración de la circulación extracorpórea.(6) En un estudio realizado por Wenstone y cols., (1991) se observó una relación con la insuficiencia renal y el tiempo de duración de circulación extracorpórea de más de dos horas (7). De forma similar, Zheng y cols, (2013) evaluaron si el tiempo de bomba extracorpórea se asociaba con un mayor riesgo de falla renal aguda y encontraron que si existía una mayor frecuencia de falla renal aguda a mayor tiempo de CEC: 13.3% cuando el tiempo de CEC era < 90 min, 52.0% para un tiempo entre 90–149 min y 77.8% cuando el tiempo de CEC fue ≥ 150 min(8). En el estudio de Weret et al (1997), encontró una frecuencia del 5 % de todos los pacientes sometidos a circulación extracorpórea presentaban insuficiencia renal aguda (9)

La mortalidad global post-cirugía correctiva de cardiopatía congénita en menores de 15 años ha disminuido de un 12% a un 10 % en los últimos 10 años. La insuficiencia renal aguda es una complicación grave en los pacientes pos operados de cardiopatía congénita y su incidencia de desde 2.5% a 4.5%, esta patología condiciona un incremento importante de la morbimortalidad, llegado a cifras de mortalidad de 27.3% comparado con 2.4% en pacientes sin insuficiencia renal (10). En un estudio realizado por Sethi SK et al, (2011) encontró una incidencia de insuficiencia renal del 11 %, y los pacientes que presentaron insuficiencia renal en Falla por la clasificación de RIFLE fallecieron, así como todos los pacientes con daño renal post quirúrgico tuvieron una permanencia en terapia intensiva más larga, el daño renal se relaciona con la hipo perfusión durante la circulación extracorpórea (11). En un estudio realizado el (2005) por Skippen et al, refiere una frecuencia de insuficiencia renal del 11% en los pacientes postquirúrgicos de cardiopatía congénita sometidos a circulación extracorpórea (12).

En un estudio similar realizado por Krastyn`sh encontró una incidencia de insuficiencia renal aguda en los pacientes postquirúrgicos de cardiopatía congénita del 46% (13). Ya en busca de conocer los factores de riesgo para insuficiencia renal en un estudio de casos y controles realizado Picca S et al, encontraron una mortalidad del 79 % en los pacientes que presentaban insuficiencia renal, y los siguientes factores de riesgo para insuficiencia renal: hipertensión arterial de más de 12 hrs, hipotensión de más de 12 hrs de evolución, dopamina a más de 15 mcg kg minuto y el uso de adrenalina e isoprotenerol (14). En otro estudio similar realizado por Chiravuri SD et al (2011) encontró que el uso de milrinona y furosemide tienen una pobre relación, pero destacaron la necesidad de desarrollar protocolos de protección renal en los pacientes con factores de riesgo para desarrollar insuficiencia renal (15).

Considerando la circulación extracorpórea como uno de los principales factores para desarrollar insuficiencia renal aguda Kist-van Holthe tot Echten et al (2001) encontraron que el 17% de los pacientes postquirúrgicos sometidos a CEC desarrollaron insuficiencia renal, 2.3% de estos pacientes requirieron terapia de remplazo renal, el 60% de los niños que requirieron terapia de remplazo renal fallecieron (16).

La insuficiencia renal aguda (IRA), se caracteriza por un deterioro de la función renal en un periodo de horas a días, con una incapacidad del riñón para mantener un balance de líquidos y electrolitos y depurar los productos de desecho del metabolismo (17), la cual puede ser estadificada por diferentes escalas. En este estudio se utilizó la escala de RIFLE. La cual ha sido evaluada ya en pacientes pediátricos.

La falla renal detectada por RIFLE, se asocia a un incremento de la mortalidad en los pacientes durante el postquirúrgico de cirugía cardíaca según Watkins SC et al (2014) y Giuffre R.M. et al (1992) con una mortalidad de hasta del 57% en los pacientes que se asociaba insuficiencia renal aguda y mencionan como mejora la sobrevivida con estrategias terapéuticas agresivas (18-19). Dentro de las terapéuticas para insuficiencia renal aguda en postquirúrgicos de cardiopatía congénita Chien JC et al, entre 1999 y 2007, en un estudio de casos y controles encontraron que la intervención temprana con diálisis peritoneal mejora en pronósticos en los niños que desarrollaron insuficiencia renal posterior a cirugía de corazón abierto (20). Entre otros factores de riesgo Aydin SI et al (2012), encontró como factores de riesgo para insuficiencia renal aguda en los postquirúrgicos de cardiopatías congénitas, la edad menor de un mes, el uso de circulación extracorpórea, y también relacionó la presencia de insuficiencia renal aguda con mayor estancia en terapia intensiva (21).

Se evaluó la escala de RIFLE contra AKI por Ricci Z (2013); para diagnóstico y pronóstico después de cirugía cardíaca, observaron que un tiempo de pinzamiento y un score inotrópico alto se correlacionaba con la severidad en la clasificación de insuficiencia renal por RIFLE. Los pacientes clasificados con un nivel más avanzado de RIFLE requirieron una estancia más prolongada en terapia intensiva y los pacientes que fallecieron se encontraban en (I) lesión o falla (F) por RIFLE. Como conclusión de dicho estudio la escala de RIFLE es fácil de aplicar para pacientes pediátricos con enfermedad cardíaca (22). Acorde a Lex DJ et al (2014) RIFLE es de las valoraciones para insuficiencia renal con mayor sensibilidad en pacientes pediátricos (23). En cuanto a relación entre la escala de evaluación para insuficiencia renal (RIFLE) la mortalidad, la estancia en la terapia intensiva y la duración de la ventilación mecánica, Gil- Ruiz (2014) encontró que dicha escala si es un factor predictor para estas variables (24).

El término de “insuficiencia renal aguda”, no llega a reflejar verdaderamente todo el espectro de alteraciones que se suscitan durante su padecimiento, sino, solamente la pérdida de la capacidad renal, para eliminar los productos de desecho metabólico. Por lo que, se ha tenido que buscar e implementar clasificaciones y estadificaciones, los cuales estén divididos en base a los cambios tanto estructurales como funcionales que se suscitan. Esta alteración/cambio en la terminología, ha sido realizada en base a debates y consensos científicos, basados en dotar de una clasificación funcional, que contribuya de mejor manera en la prevención, diagnóstico y tratamiento de este cuadro. Dentro de las clasificaciones en las que se ha basado este cambio, encontramos: 1. Escala RIFLE, desarrollado durante la Segunda Conferencia de Consenso de ADQI (Acute Dialysis Quality Initiative) celebrada en Vicenza en 2002. Siendo RIFLE, el acrónimo de las palabras inglesas correspondientes a riesgo (Risk), daño/lesión (Injury), fallo (Failure), pérdida prolongada de función renal (Loss) y fallo renal e irreversible de la función renal (End stage renal disease). Incluyéndose entonces: tres etapas de lesión renal y gravedad creciente (Risk-Injury-Failure) y dos de pronóstico clínico (Loss-End). Es la escala que usaremos para el diagnóstico de insuficiencia renal aguda.

Escala RIFLE para diagnóstico de insuficiencia renal aguda.

RIFLE.	CRITERIO DE CREATININA Y INDICE DE FILTRACION GLOMERULAR	GASTO URINARIO
RISK RIESGO	Incremento de Crs x 1.5 sobre la basal o disminución del 25% de IFG	GU menor de 0.5 ml/kg/hr por 6 horas.
INJURY Lesión	Incremento de Crs x 2 sobre la basal o disminución del 50 % de IFG	GU menor de 0.5 ml/kg/hr por 12 horas.
FAILURE Falla	Incremento de Crs x 3 sobre la basal o disminución del 75 % de IFG o Crs mayor de 4 mg/dl (con un incremento agudo mayor de 0.5 mg /dl)	GU menor de 0.3 ml/kg/hr por 24 horas o anuria por 12 horas.
LOSS Pérdida de la función	Falla renal persistente pérdida completa de la función por más de 4 semanas.	-----
ESDR Enfermedad renal terminal	Enfermedad renal terminal por más de 3 meses.	-----

En estudios retrospectivos se ha encontrado que la presencia de cirugía cardíaca asociada a lesión renal esta correlacionada con mayor estancia hospitalaria y puede estar relacionada con enfermedad renal crónica. Menciona como factores de riesgo la elevación de la creatinina preoperatoria mayor de uno, la edad menor de un año, tiempo prolongado de circulación extracorpórea (más de 180 minutos), y el síndrome de bajo gasto cardíaco (17). Acorde a Rigden et al (1982) refiere la edad de 29 a días a 1 año de edad, el tiempo de circulación extracorpórea de más de 90 minutos como factores de riesgo para insuficiencia renal aguda postquirúrgica (25)

Deben existir otros factores de riesgo asociados a la presencia de insuficiencia renal dentro de los cuales podríamos considerar:

HIPERLACTATEMIA

Las concentraciones de lactato en sangre arterial constituyen un parámetro certero para evaluar el estado hemodinámico en pacientes que son intervenidos quirúrgicamente. El síndrome de bajo gasto conduce a un deterioro importante de la circulación periférica y por lo tanto en altas concentraciones de lactato. Al traducirse la hiperlactatemia en hipo perfusión tisular uno de los principales órganos afectados es el riñón. La hiperlactatemia perioeratoria constituye un indicador temprano de supervivencia en estos pacientes. (26)

Maarslet L. investigó la relación entre nivel de lactato en pacientes post quirúrgicos de cirugía cardíaca como predictor de mortalidad, la necesidad de diálisis peritoneal, duración de intubación y el tiempo de estancia en terapia intensiva. Relación entre el nivel de lactato de 1.9 mmol/l y una mortalidad de 3.9 % y un lactato de más de 4.5 mmol/l se relacionó con la necesidad de diálisis peritoneal, pero no encontró relación con el tiempo de estancia en terapia intensiva y el tiempo de intubación (27).

ACIDOSIS METABOLICA.

La acidosis metabólica es una extensión directa de la dinámica del metabolismo normal de los ácidos fijos, por lo tanto la acidosis metabólica se puede producir cuando existe una sobreproducción patológica de ácidos fijos, una pérdida de buffer bicarbonato del espacio extracelular, o una falla en los mecanismos normales de excreción renal de acidosis. La acidosis puede ser es una manifestación de hipovolemia o hipoxia, sepsis y utilización el metabolismo alternativo en la producción de energía. Durante el evento de circulación extracorpórea se puede presentar acidosis metabólica, la cual deteriora la función cardiovascular por los siguientes mecanismos: deprime el tono vascular, altera la liberación y o la respuesta a las catecolaminas, deprime la contractilidad miocárdica, altera el metabolismo miocárdico e induce arritmias.

La acidemia deprime la contracción del músculo liso arterial y reduce el tono arterial, en particular en los pequeños vasos arteriolares de resistencia. La respuesta ocurre tanto en presencia como en ausencia del bloqueo alfa o beta. La vasodilatación de la acidemia es inicialmente contrarrestada por el aumento de la liberación de catecolaminas. Se ha demostrado que la acidemia es un factor depresor miocárdico directo, disminuyendo la fuerza contráctil hasta en 20%, la acidemia disminuye el empleo de lactato por el corazón y disminuye la fosfocreatina miocárdica, aumenta la concentración de calcio celular en reposo y aumenta la liberación de catión sobre el retículo sarcoplásmico en actividad, generando disfunción diastólica. Al presentarse disfunción miocárdica con posterior síndrome de bajo gasto, se incrementa la posibilidad de falla renal. Motivo por el cual es uno de los factores de riesgo estudiados en este protocolo. (28)

Planteamiento del problema

En la terapia intensiva pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se atienden aproximadamente 630 ingresos por año, de los cuales un 20% corresponden a niños con cardiopatía congénita que requieren cirugía cardiovascular. El 40% de los procedimientos quirúrgicos se realizan bajo circulación extracorpórea. Los pacientes postoperados de corazón abierto tienen una mortalidad del 5% al 10%, cuando se asocia la presencia de insuficiencia renal aguda la mortalidad se incrementa hasta un 27%. Hay factores de riesgo establecidos para desarrollar IRA en estos pacientes como son; el tiempo prolongado de circulación extracorpórea más de 180 min, el antecedente ya conocido de daño renal y la presencia de síndrome de bajo gasto cardiaco postquirúrgico. En nuestra población se ha observado que no todos presentan estos factores de riesgo y si presentan insuficiencia renal aguda.

Por lo cual consideramos relevante identificar todos los factores de riesgo asociado a insuficiencia renal aguda postoperatoria en nuestra unidad de cuidados intensivos pediátricos.

Pregunta de investigación.

¿Cuáles son los factores de riesgo asociados a insuficiencia renal aguda postoperatoria en pacientes pediátricos intervenidos de cirugía cardiaca que requirieron de circulación extracorpórea en la terapia intensiva pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI?

Justificación

Consideramos que el estudio de factores de riesgo asociados al desarrollo de insuficiencia renal aguda en pacientes intervenidos de cirugía cardíaca que requirió el uso de circulación extracorpórea, la cual per se confiere un mayor riesgo de complicaciones y mortalidad, nos permitirá correlacionar los cambios bioquímicos con las alteraciones encontradas clínicamente y nos permite fundamentar una terapéutica oportuna.

Hipótesis

Nula: No existe relación entre el tiempo de circulación extracorpórea, la hiperlactatemia y acidosis metabólica durante la circulación extracorpórea con la presencia de insuficiencia renal aguda en los pacientes postquirúrgicos de cardiopatía congénita.

Alternativa: Si existe correlación entre el tiempo de circulación extracorpórea, la hiperlactatemia y acidosis metabólica durante la circulación extracorpórea con la presencia de insuficiencia renal aguda en los pacientes postquirúrgicos de cardiopatía congénita.

Objetivos

General:

Identificar los factores de riesgo asociados a insuficiencia renal aguda postoperatoria en pacientes pediátricos intervenidos de cirugía cardíaca que requirieron de circulación extracorpórea en la terapia intensiva pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI

Específicos

1. Determinar la frecuencia de cada uno de los factores de riesgo en la presencia de insuficiencia renal aguda en los pacientes postquirúrgicos de cardiopatía congénita que ingresan para cuidados postoperatorios sometidos a circulación extracorpórea a la terapia intensiva del HP.CMN SIGLO XXI.

SUJETOS, MATERIAL Y METODOS.

Características del lugar donde se realizó el estudio: Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI de IMSS, el cual es un centro de tercer nivel que atiende derechohabientes provenientes de los Hospitales Generales de Zona del área sur del Distrito Federal, así como de los estados de Guerrero, Chiapas, Morelos y Veracruz.

Diseño: Tipo de estudio: casos y controles. Los casos son los pacientes que cumplieron los criterios de selección y que desarrollaron insuficiencia renal aguda durante el periodo de estudio. Controles: todos los pacientes que cumplieron los criterios de selección.

Universo de trabajo: Pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos del HP CMN SIGLO XXI, para cuidados postquirúrgicos de cirugía cardiovascular sometidos a circulación extracorpórea durante el periodo de estudio.
 Periodo de estudio: Enero del 2014 a julio del 2015.

Criterios de selección:

1. **Criterios de inclusión:** Menores de 16 años, que ingresaron a UTIP para cuidados postquirúrgicos de cirugía cardiovascular, sometidos a circulación extracorpórea durante el periodo de estudio de 01 de enero de 2014, al 01 de julio del 2015.
2. **Criterios exclusión:** Pacientes
3. con insuficiencia renal aguda previa.
4. **Criterios eliminación:** expediente incompleto

Tamaño de muestra:

No se calculó tamaño de muestra. Se incluirán todos los pacientes que cumplan los criterios de selección durante el periodo de estudio.

Tipo de muestreo:

De tipo no probabilístico de casos consecutivos.

Tabla de variables:

VARIABLE	DEFICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	ESCALA DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE	UNIDAD DE MEDICION
Tiempo de bomba extracorpórea	Periodo de tiempo desde el inicio de bomba extracorpórea hasta su término	Periodo de tiempo, desde su inicio de bomba extracorpórea hasta su término.	Cuantitativa intervalo	Dependiente	1: 60-100 min 2: 101-140 min 3: 140 -179 min 4: más de 180 min
Síndrome de Bajo Gasto.	Cuadro clínico caracterizado por oliguria (diuresis menor de 0.5 ml/kg/hr) saturación venosa central	Cuadro clínico caracterizado por oliguria (diuresis menor de 0.5 ml/kg/hr) saturación venosa	Cualitativa	Dependiente	1: Si 2: No

	menor de 60% y /o lactato mayo de 3 mmol/l.	central menor de 60% y /o lactato mayo de 3 mmol/l.			
Tiempo de Pinzamiento aórtico	Periodo de tiempo desde el inicio de pinzamiento hasta su término.	Periodo de tiempo desde el inicio de pinzamiento hasta su termino	Cuantitativa Intervalo	Dependiente	1:15 -20 min 2: 21-24 min 3: más de 25 min
Hiperlactatemia durante circulación extracorpórea	Elevación de lactato sérico secundario	Elevación de lactato sérico durante tiempo de circulación extracorpórea.	Cuantitativa	Dependiente	Leve: 3-5mmol/l Moderada: 6-9 Severa: mayor a 10.
Edad	Periodo de tiempo comprendido desde el nacimiento de una persona, hasta la fecha actual	Tiempo comprendido entre el nacimiento del paciente hasta la fecha de ingreso a la UTIP reportado en el expediente clínico.	Cuantitativa discontinua	Universal	Años y meses cumplidos.
Sexo	Variable biológica genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades: Hombre y mujer	Definición de mujer o hombre de acuerdo a lo expresado en el expediente clínico.	Cualitativa Nominal	Universal	1: hombre 2: mujer
Acidosis metabólica durante circulación extracorpórea.	Proceso fisiopatológico anormal en el que existe una ganancia de ácido fuerte o un pérdida de bicarbonato del fluido extracelular Ph menor de 7.35 bicarbonato menor de 21	PH menor de 7.20.	Cuantitativa Intervalos.	Dependiente	Leve: PH 7.34-7.30 Moderada: 7.29-7.21 Severa: Ph menor de 7.2

	mmol/l y déficit de base mayor a 4.				
Insuficiencia Renal aguda. (Escala de RIFLE)	Perdida de la función renal medida mediante incremento de creatinina o disminución del gasto urinario	Perdida de la función renal medida mediante incremento de creatinina o disminución del gasto urinario.	Cuantitativa intervalos	Dependiente	RIKS RIESGO: Incremento de Crs x 1.5 sobre la basal o disminución del 25% de IFG. GU menor de 0.5 ml/kg/hr por 6 horas. INJURY Lesión: Incremento de Crs x 2 sobre la basal o disminución del 50 % de IFG. GU menor de 0.5 ml/kg/hr por 12 horas. FAILURE Falla: Incremento de Crs x 3 sobre la basal o disminución del 75 % de IFG o Crs mayor de 4 mg/dl (con un incremento agudo mayor de 0.5 mg /dl). GU menor de 0.3 ml/kg/hr por 24 horas o anuria por 12 horas.

--	--	--	--	--	--

Descripción general del estudio:

- El estudio de llevo a cabo en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS, el cual es una unidad de tercer nivel, destinada para la atención de derechohabientes, referidos de los Hospitales Generales de Zona del sur del Distrito Federal y de los estados de Guerrero, Querétaro Chiapas, Morelos y Veracruz. Se detectó a los pacientes que ingresaron a la unidad de terapia intensiva pediátrica para cuidados postquirúrgicos de cirugía cardiovascular los cuales fueron sometidos a circulación extracorpórea, del HP CMN SIGLO XXI del primero de enero del 2014 al primero de julio 2015.
- Se tomaron los datos de los pacientes de la libreta de ingresos de la terapia intensiva pediátrica y que cumplieron con los criterios de selección.
- Se recolectaron los datos de la información requerida en la hoja de datos de Excel, ya elaborada, esta información se recabo de los expedientes clínicos.
- El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SPSS versión 21.

Análisis estadístico.

Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de las variables de interés mediante el cálculo de frecuencias y porcentajes para variables cualitativas, medianas, rangos, para variables cuantitativas con distribución no paramétricas, medias y desviaciones estándar para variables cuantitativas con distribución normal. Se realizó un análisis bivariado mediante el cálculo de Odds ratio (OR) e intervalos de confianza a 95% (IC 95%). Posteriormente se realizara un análisis de regresión logística en donde se introducirán aquellas variables que en el análisis bivariado tuvieron un valor de p menor 0.1. Finalmente se determinara cuáles fueron los factores de riesgo asociado al desarrollo de insuficiencia renal aguda con base al OR, intervalo de confianza al 95% y un valor de p menor 0.05.

Aspectos éticos:

Se trata de un estudio sin riesgo y se realizó dentro de las normas establecidas en la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos consignados en el título IV en materia de investigación para la salud, en el artículo 17 del título segundo, donde está establecido que el presente estudio es una investigación sin riesgo, ya que emplearan técnicas y métodos de investigación documental. El presente protocolo de estudio se sometió a la evaluación del protocolo por el comité local de investigación para su

aprobación. Toda la información recolectada será resguardada de forma confidencial, generando claves para identificación de los pacientes. El cual solo son conocidas por el tesista

Recursos humanos:

- Tesista residente de segundo año de Medicina Pediátrica Crítica y tutor de tesis adscrito al HP-CMN SIGLO XXI.

Recursos físicos:

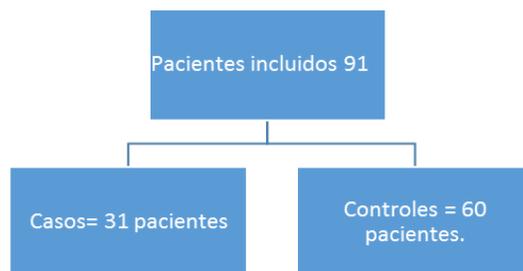
- Recursos con los que cuenta el hospital para la atención integral de los pacientes.
- Se hizo uso de equipo de cómputo propio para generar la base de datos y análisis de la información.
- Hojas lápices y plumas.

Recursos financieros:

- No se requirió de financiamiento externo, y los recursos y gastos que se generen para la realización de este estudio serán cubierto en partes iguales por los autores.

Resultados

En el presente estudio de casos y controles se incluyeron un total de 91 pacientes pediátricos atendidos en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social intervenidos de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea durante el periodo del 1° de enero del 2014 al 31 de julio del 2015 que cumplían con los criterios de selección, 31 pacientes fueron incluidos en el grupo de “insuficiencia renal aguda casos” y 60 pacientes en el grupo de “no insuficiencia renal aguda controles.



De la población total el 53.8% (n=49) eran del sexo masculino con y 46.2% (n = 42) eran del sexo femenino con una mediana de edad de 20 meses. Las cardiopatías estudiadas se clasificaron de acuerdo a la presencia o ausencia de cianosis, siendo muy similares los porcentajes entre ambas, para las cardiopatías congénitas cianógenas se encontró el 54.9% (n=50) de los casos y para las cardiopatías congénitas acianógena el 45.1% (n=41) (tabla 1).

El tiempo de estancia en terapia intensiva para los controles tuvo una mediana de 4 días con un mínimo de 1 día y máximo de 22 días. Con un tiempo de estancia en UCI para los casos mediana de 10 días, con un mínimo de 2 días y un máximo de 33 días.

Las variables se parearon por sexo y edad. Con la finalidad de determinar los factores de riesgo independientes más importantes para presentar insuficiencia renal aguda en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica se realizó análisis bivariado donde identificamos a los factores de riesgo asociados a insuficiencia renal aguda entre ellos se encuentran el tiempo de bomba de más de 140 min, la hiperlactememia mayor de 6, la acidosis metabólica, el pinzamiento aórtico y el síndrome de bajo gasto.

Se pudieron identificar mediante el análisis de regresión logística a dos factores de riesgo independientes asociados al desarrollo de IRA en la población estudiada tales como el tipo de cardiopatía cianógena (OR=3.62; IC 95%: 1.11 A 11.63; P =0.03) y la hiperlactemia moderada y severa (OR=4.91; IC 95%: 1.26 A 19.05; P =0.02). Dicho modelo fue ajustado por aquellas variables de importancia clínica con significancia estadística (p=0.05). (tabla 2)

Resultantes del análisis bivariado como factores de riesgo para insuficiencia renal: tiempo de bomba mayor a 140 min, acidosis metabólica, sexo del paciente, y edad en meses para el momento de la cirugía.

Discusión

La cirugía cardiaca con circulación extracorpórea es un estado patológico que se da por una respuesta inflamatoria, por la exposición del pericardio, hipotermia, recalentamiento, la formación de microtrombos y la hemodilución. La exposición de la sangre a superficies artificiales, a la fuerza de cizallamiento de la bomba, genera una respuesta inflamatoria, lo que nos hace pensar que mientras más tiempo de exposición a circulación extracorpórea el paciente, mayor será el daño generado.

Durante los últimos años ha mejorado la seguridad de la circulación extracorpórea, pero la prevención de la respuesta inflamatoria todavía no se logra, la activación de la cascada de la inflamación se considera la responsable de la disfunción parenquimatosa, así como el efecto negativo en la respuesta inmune, lo cual incrementa el riesgo de falla orgánica múltiple y las complicaciones infecciosas. Se ha comprobado que el flujo renal disminuye hasta la mitad durante la circulación extracorpórea, así como la pérdida de la autorregulación renal. (30)

Sin perder de vista que los pacientes con cardiopatías congénitas cianógenas pueden presentar un daño renal pre quirúrgico conocido como glomerulopatía cianótica, los cuales se presentan con un hematocrito elevado, por lo que son más sensibles a hipoxia y al bajo gasto el cual se presenta durante la bomba. Exacerbado por el daño tubular isquémico. (31)

La falla renal en el postquirúrgico de cardiopatías congénitas en pacientes sometidos a circulación extracorpórea incrementa la mortalidad hasta en un 27% -70 % (10, 11, 12, 18,19). Así como su tiempo de estancia en terapia intensiva, tiempo de ventilación mecánica, incrementado, su riesgo de complicaciones infecciosas y los costos en atención a estos pacientes. (21, 22, 24,32)

Por lo que en este estudio nos enfocamos en la búsqueda intencionada de factores de riesgo para desarrollar insuficiencia renal aguda postquirúrgica en pacientes de cardiopatías congénitas sometidos a circulación extracorpórea en el transquirúrgico,

En el presente estudio se realizó la revisión de los expedientes clínicos de los niños intervenidos de cirugía cardiaca con CEC ingresados a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica para cuidados postquirúrgicos durante 19 meses, y realizamos la comparación de las características clínicas y de laboratorio entre los niños que presentaron falla renal postquirúrgica y los pacientes sin dicha comorbilidad.

Encontramos una frecuencia del 33.3% de pacientes con falla renal aguda postquirúrgica clasificada por RIFLE, en el periodo de tiempo evaluado, lo cual coincide con la bibliografía revisada, que va desde un 5% hasta un 46%. (9,10,12,13). Podríamos inferir que el manejo quirúrgico y postquirúrgico es similar a los centros donde se ha estudiado previamente la presencia de falla renal postquirúrgica.

De nuestras variables estudiadas encontramos que las cardiopatías cianógenas se asocian a una mayor frecuencia de insuficiencia renal, lo cual se podría ver explicado por la glomerulopatía cianógena, a la menor tolerancia de la hipoxia, bajo gasto y a la isquemia tubular durante la re perfusión y recalentamiento, lo cual coincide con el estudio realizado por Dittrich Sven. Et al. Así como en el estudio realizado por Ruf Bettina , et al, en cual a través de analizar el valor de la espectroscopia renal durante y posterior al evento quirúrgico, se observó como una disminución de la oxigenación quirúrgica y postquirúrgica en la arteria renal y cava inferior se asociaba a una mayor frecuencia de

insuficiencia renal postquirúrgica, lo cual se veía exacerbado en los paciente con cardiopatías cianógenas. (33)

El tiempo de circulación extracorpórea ya considerado como un factor de riesgo para la presencia de falla renal ya que se asocia a mayor complejidad quirúrgica, y todos los factores ya antes mencionados en la fisiopatología de la circulación extracorpórea. No en todos los artículos se ha establecido una duración de circulación extracorpórea exacta para ser considerada un factor de riesgo, en los artículos que se ha hecho esta aclaración encontramos como Krawczeski Cd. et al, que refiere un tiempo de 180 min, Rigden et al de 90 min, Ruff Bettina de 75 minutos y Pedersen, KR, de más de 60 minutos, como factor de riesgo para falla renal, en nuestro estudio encontramos que un tiempo de mayor de 140 minutos es determinante para la presencia de insuficiencia renal, lo cual nos permitiría aseverar que si bien es una población muy diferente a las previamente estudiadas, nuestra población requiere un tiempo más prolongado de circulación extracorpórea para presentar dicha complicación. (17, 25,34)

El tiempo de pinzamiento que se asocia a hipo perfusión tisular, siendo el riñón uno de los órganos más afectados por esto, presentando mayor labilidad en los pacientes con cardiopatías cianóticas, los cuales presentan una menor tolerancia a la hipoxia, y la isquemia, en nuestro estudio encontramos como factor de riesgo un tiempo de más de 25 minutos de pinzamiento para presentar insuficiencia renal aguda. (33,35)

Los niveles de lactato elevado se traducen en hipoperfusión tisular, ya se ha establecido su asociación a una mayor mortalidad hasta un 3.9% (26,27). Las lesiones cardiacas complejas, mayor tiempo de circulación extracorpórea y la menor edad de los pacientes se relacionan con un nivel de lactato más elevado. Así mismo se ha referido que la hiperlactatemia mayor de 4,5 se asocia, aun riesgo de diálisis peritoneal en el postquirúrgico inmediato. Manifestado por una incidencia de 52 % en este grupo de pacientes con lactato elevado. (36) En el presente estudio observamos que el nivel de hiperlactatemia modera – severa. (> o = 6 mm/l) se asoció con un factor de riesgo independiente para el desarrollo de insuficiencia renal aguda, lo cual es consistente con los hallazgos antes mencionados por Maarslet y cols 2012.

En nuestro estudio encontramos que un Ph menor de 7.29 durante circulación extracorpórea se relaciona con la presencia de insuficiencia renal en el postquirúrgico. Se ha encontrado la presencia de acidosis tubular renal como complicación de la cianosis crónica en pacientes con una saturación menor de 80% mayores de años de edad, los cuales pueden presentar una glomerulopatía progresiva, así como la presencia de acidemia en pacientes que requiere diálisis peritoneal en el postquirúrgico y su asociación con sodio y albumina más bajos. Sin perder de vista su efecto depresor del miocardio que tiene la acidosis, condicionando bajo gasto, y falla renal secundaria (28,37, 38).

El síndrome de bajo gasto también identificado como un factor de riesgo en el análisis bivariado, coincide con los hallazgos encontrados por Piccas, cols y Krawczesky CD cols, en el cual se asoció un mayor score inotrópico, síndrome de bajo gasto a la presencia de insuficiencia renal, la falla de bomba condiciona un menor flujo a nivel renal, con necrosis tubular secundaria, llevando a estos pacientes ya susceptibles a insuficiencia renal.

La relevancia de este estudio se encuentra en que la detección de factores de riesgo en los pacientes representaría el primer paso de un algoritmo terapéutico de niños con riesgo de falla renal, ya que después de su identificación se puede instaurar el inicio un tratamiento específico.

Por lo que, considerando que cada día se realizan cirugías cardíacas correctivas más complejas a edades más tempranas y que por lo tanto existe un riesgo proporcional falla renal en los niños, se debe considerar realizar optimizaciones en el manejo transquirúrgico y postquirúrgico,

Nuestro estudio otorga un panorama general de la situación actual de esta complicación postquirúrgica y da pauta a la creación de más estudios, que además evalúen los costos y beneficios relacionados con el uso de terapéuticas de detección como el NIRS, así como de tratamiento oportuno, al conocer que un paciente presenta ya ciertos factores de riesgo para falla renal egresara de quirófano ya con catéter de diálisis. Para iniciar de manera temprana el manejo con diálisis peritoneal.

Limitaciones del estudio

Finalmente considerando la naturaleza retrospectiva de nuestro estudio no se puede garantizar la ausencia de sesgo. Por lo que son necesarios estudios prospectivos, bien diseñados para determinar otros posibles factores de riesgo asociados y/o corroborar los hallazgos observados en el presente estudio.

Conclusiones

La insuficiencia renal aguda una complicación común en los pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea atendidos en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

El presente estudio permitió identificar factores de riesgo asociados al desarrollo de insuficiencia renal aguda postquirúrgica como el tipo de cardiopatía congénita cianógena, un tiempo de circulación extracorpórea mayor a 140 min, un tiempo de pinzamiento aórtico mayor a 25 min, lactato mayor de 6 mmol/l. Lo cual permite detectar subgrupos de pacientes pediátricos intervenidos de cirugía cardíaca con alto riesgo de presentar insuficiencia renal aguda con la finalidad de monitorizarlos estrechamente y tratarlos de forma oportuna.

Así mismo se podría considerar llevar a cabo estudios prospectivos con la finalidad determinar otros factores de riesgo asociados, la detección pre quirúrgica de lesión renal en pacientes con cardiopatías cianógenas, así como para evaluar el impacto de la colocación de catéter de diálisis en pacientes que se detecten factores de riesgo.

Bibliografía

- 1.- Alcántara Gustavo, Santiago Alcántara. *Incidencia de las cardiopatías congénitas y los factores asociados a la letalidad en niños nacidos en hospitales del estado de México. Gaceta Médica de México 2013. Pp 617-23*
- 2.- *Cardiopatías congénitas capítulo XV. Manual de Cardiopatías congénitas.*
- 3.-Calderón-Colmenero Juan, Cervantes-Salazar Jorge Luís, Curi-Curi Pedro José, Ramírez-Marroquín Samuel. Problemática de las cardiopatías congénitas en México: Propuesta de regionalización. Arch. Cardiol. Méx. [revista en la Internet]. 2010 Jun [citado 2015 Jun 26] ; 80(2): 133-140

4.- Carismo M. *Cardiopatías congénitas, resultados del manejo perioperatorio en 18 meses, experiencia en el departamento de Cardiología Centro Materno Infantil. Asuncion Vol No 3. 2009 pp 181-189.*

5.- Lozano Santiago. López Herce Jesús. *Evolución y factores de riesgo de mortalidad en niños sometidos a cirugía cardíaca que requieren técnicas de depuración extrarrenal continua. Revista española de cardiología vol 65. 2012. Pp 795-800.*

6.- Guzman F Vargas, Arango E Pinilla. A Bernal Urdoneta. *Enfermedades Cardiovasculares temas básicos Vol 1.*

7.- Wenstone R; Campbell JM; Booker PD; McKay R. *Renal function after cardiopulmonary bypass in children: comparison of dopamine with dobutamine. Br J Anaesth; 1991 Nov; 67(5):591-4.*

8.- Zheng J; Xiao Y; Chong M; Chen Y; Yao Y; Jin M; Liu Y; Han L. *The effect of cardiopulmonary bypass duration on renal injury after congenital heart surgery in infants and young children. Adv Clin Exp Med; 2013 Sep-Oct; 22(5):693-8.*

9.- Werner HA, Wensley DF, Lirenman DS, et al. *Peritoneal dialysis in children after cardiopulmonary bypass. J Thorac Cardiovasc Surg. 1997;113:64-68*

10.-Altamirano Guerrero Wendy. *Clasificación RIFLE Y AKIN para pronóstico de insuficiencia renal aguda durante la sepsis en pacientes hospitalizados en UCI en el hospital Teodora Maldonado. Universidad Católica de Santiago de Chile. 2012*

11.-Sethi SK; Goyal D; Yadav DK; Shukla U; Kajala PL; Gupta VK; Grover V; Kapoor P; Juneja A. *Predictors of acute kidney injury post-cardiopulmonary bypass in children. Clin Exp Nephrol; 2011 Aug; 15(4):529-34.*

12.-Skippen PW, Krahn GE. *Acute renal failure in children undergoing cardiopulmonary bypass. Crit Care Resusc. 2005;7:286-291*

13.- Krastyn'sh E; Straume Z; Auzyn'sh Ia; Petersons A; Petersons A. *Acute renal failure after cardiopulmonary bypass surgery in children with congenital heart disease. Vestn Khir Im I I Grek; 2014; 173(4):78-82.*

14.- Picca S; Principato F; Mazzera E; Corona R; Ferrigno L; Marcelletti C; Rizzoni G. *Risks of acute renal failure after cardiopulmonary bypass surgery in children: a retrospective 10-year case-control study. Br J Anaesth; 1991 Nov; 67(5):591-4.*

15.- Chiravuri SD; Riegger LQ; Christensen R; Butler RR; Malviya S; Tait AR; Voepel-Lewis T. *Factors associated with acute kidney injury or failure in children undergoing cardiopulmonary bypass: a case-controlled study. Paediatr Anaesth; 2011 Aug; 21(8):880-6.*

16.-Kist-van Holthe tot Echten JE; Goedvolk CA; Doornaar MB; van der Vorst MM; Bosman-Vermeeren JM; Brand R; van der Heijden AJ; Schoof PH; Hazekamp MG. *Acute renal insufficiency and renal replacement therapy after pediatric cardiopulmonary bypass surgery. Pediatr Cardiol; 2001 Jul-Aug; 22(4):321-6.*

17.- Krawczeski CD. Zappitelli M. *Incidencia, factores de riesgo y resultados de insuficiencia renal aguda después de la cirugía cardíaca, estudio multicéntrico prospectivo. Medicina Crítica Pediátrica. 2011. Vol 39. No 6*

18.-Watkins SC; Williamson K; Davidson M; Donahue BS. *Long-term mortality associated with acute kidney injury in children following congenital cardiac surgery. Paediatr Anaesth; 2014 Sep; 24(9):919-26.*

19.-Giuffre RM, Tam KH, Williams WW, et al. *Acute renal failure complicating pediatric cardiac surgery: a comparison of survivors and nonsurvivors following acute peritoneal dialysis. Pediatr Cardiol. 1992;13:208-213*

20.-Chien JC; Hwang BT; Weng ZC; Meng LC; Lee PC. *Peritoneal dialysis in infants and children after open heart surgery. Pediatr Neonatol; 2009 Dec; 50(6):275-9.*

21.-Aydin SI; Seiden HS; Blaufox AD; Parnell VA; Choudhury T; Punnoose A; Schneider J. *Acute kidney injury after surgery for congenital heart disease. Ann Thorac*

Surg; 2012 Nov; 94(5):1589-95.

22.- Krawczeski CD, Zappitelli M. Incidencia, factores de riesgo y resultados de insuficiencia renal aguda después de la cirugía cardíaca, estudio multicéntrico prospectivo. *Medicina Crítica Pediátrica*. 2011. Vol 39. No 6

23.- Ricci Z; Di Nardo M; Iacoella C; Netto R; Picca S; Cogo P. Pediatric RIFLE for acute kidney injury diagnosis and prognosis for children undergoing cardiac surgery: a single-center prospective observational study. *Pediatr Cardiol*; 2013 Aug; 34(6):1404-8.

24.- Lex DJ; Tóth R; Cserép Z; Alexander SI; Breuer T; Sári E; Szatmári A; Székely E; Gál J; Székely A. A comparison of the systems for the identification of postoperative acute kidney injury in pediatric cardiac patients. *Ann Thorac Surg*; 2014 Jan; 97(1):202-10.

25.- Gil-Ruiz Gil-Esparza MA; Alcaraz Romero AJ; Romero Otero A; Gil Villanueva N; Sanavia Morán E; Rodríguez Sánchez de la Blanca A; Lorente Romero J; Bellón Cano JM. Prognostic relevance of early AKI according to pRIFLE criteria in children undergoing cardiac surgery. *Pediatr Nephrol*; 2014 Jul; 29(7):1265-72

26.- Rigden SP, Barratt TM, Dillon MJ, et al. Acute renal failure complicating cardiopulmonary bypass surgery. *Arch Dis Child*. 1982;57:425-430

27.- Hiperlactatemia durante la cirugía cardíaca pediátrica con circulación extracorpórea. Barrial Moreno. *Facenda Maderos. Cardiocentro Pediátrico William Soler: Ciudad Habana Cuba*. Pp 1-17

28.- Maarslet L; Møller MB; Dall R; Hjortholm K; Ravn H Lactate levels predict mortality and need for peritoneal dialysis in children undergoing congenital heart surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*; 2012 Apr; 56(4):459-64

29.- Acidosis metabólica. Lovesio Carlos. *Medicina Intensiva*. pp1-29.

30.-Stefano Salis, et al. Cardiopulmonary bypass duration is an independent predictor of morbidity and mortality after cardiac surgery. 2008 Elsevier pp 814-82

31.-Dittrich Sven, Kurschat Katrin, et al. Renal function after cardiopulmonary bypass surgery in cyanotic congenital heart disease. *Journal de Cardiology*. Enero 2000. Pp173-179

32.-Baskin Esra, Gulleroglu Kaan. Peritoneal dialysis requirements following open Heart surgery in children with congenital heart disease. *Renal Failure*. 2010. 32;7, 784-787

33.-Ruf Bettina, Bonelli Vittorio. Intraoperative renal near-infrared spectroscopy indicates developing acute kidney injury in infants undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a case control study. *Critical Care*.2015; 19-27

34.-Pedersen KR, Hjortdal Ve. Et al. Clinical outcome in children with acute renal failure treated with peritoneal dialysis after surgery for congenital heart disease. *Kidney International*. 2008; pp 81-86

35.-Sirvinskas E, Andrejaitiene A. Cardiopulmonary bypass management and acute renal failure: risk factors and prognosis. *Perfusion* 2008; pp323-327

36.-Maarslet L, Moller M.B. et al. Lactate levels predicts mortality and need for peritoneal dialysis in children undergoing congenital heart surgery. *The acta Anesthesiologica Scandinavica*. 2012; pp459-464

37.-Morimatsu H, Toda Y. Acid-base variables in patients with acute kidney injury requiring peritoneal dialysis in the pediatric cardiac care unit. *Journal of Anesthesia*. 2009; pp 334-430.

38.-Vida . V. Mack R. *La asociación de acidosis tubular real y cardiopatías cianóticas. Cirugía Cardiovascular. 2005; pp 1466-7*

14. Anexos

Escala RIFLE para diagnóstico de insuficiencia renal aguda.

RIFLE.	CRITERIO DE CREATININA Y INDICE DE FILTRACION GLOMERULAR	GASTO URINARIO
RISK RIESGO	Incremento de Crs x 1.5 sobre la basal o disminución del 25% de IFG	GU menor de 0.5 ml/kg/hr por 6 horas.
INJURY Lesión	Incremento de Crs x 2 sobre la basal o disminución del 50 % de IFG	GU menor de 0.5 ml/kg/hr por 12 horas.
FAILURE Falla	Incremento de Crs x 3 sobre la basal o disminución del 75 % de IFG o Crs mayor de 4 mg/dl (con un incremento agudo mayor de 0.5 mg /dl)	GU menor de 0.3 ml/kg/hr por 24 horas o anuria por 12 horas.
LOSS Pérdida de la función	Falla renal persistente pérdida completa de la función por más de 4 semanas.	
ESDR Enfermedad renal terminal	Enfermedad renal terminal por más de 3 meses.	

15.-Hoja de recolección de datos.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS				NSS:		
				Fecha		
				Día	Mes	Año
A	DATOS DEMOGRÁFICOS					
01	Nombre Completo:	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre (s)		
02	Fecha de nacimiento: ___/___/___	Edad en años: _____	Sexo: 1) Masculino 2) Femenino			
03	Tipo de cardiopatía:					
04	Tiempo de bomba extracorpórea.	1: (60-100 min):	2 (101-140 min):	3: (140 -179 min):	4 (más de 180 min):	
06	Lactato más alto durante bomba extracorpórea (mmol/l)	Leve :(3-5):	Moderada : (6-9):	Severa :(mas de 10) :		
07	Tiempo de pinzamiento	1: (-20 min)	2: (21-24 min)		3:(más de 25 min)	
08	Acidosis metabólica durante bomba extracorpórea	Leve: (PH 7.34-7.30)	Moderada: (7.29-7.21)		Severa: (Ph menor de 7.2)	
09	Síndrome de bajo gasto post bomba				Si:	No:
10	Insuficiencia renal por clasificación de RIFLE	R:	I:	F:	L:	E:
11	Tiempo de estancia en terapia intensiva (días):					

16. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	INICIA	TERMINA
Revisión de la literatura con respecto a la pregunta de investigación	Abril 2015	Mayo 2015
Elaboración del protocolo de investigación	Junio 2015	Julio 2015
Envío del protocolo de investigación al SIRELCIS para su evaluación	Julio 2015	Julio 2015
Recolección de datos	Agosto 2015	Agosto 2015
Captura de la información	Septiembre 2015	Septiembre 2015
Análisis de datos	Octubre 2015	Octubre 2015
Discusión de los resultados y redacción de la tesis	Noviembre 2015	Noviembre 2015
Presentación de resultados en seminario de investigación	Diciembre 2015	Diciembre 2015
Presentación de examen de grado	Enero 2016	Enero 2016
Envío a publicación	Febrero 2016	Febrero 2016

Tabla 1. Características clínicas del total de pacientes incluidos en el estudio y de acuerdo al desarrollo o no de insuficiencia renal aguda en terapia intensiva en los pacientes postquirúrgicos de cardiopatía congénita sometidos a bomba extracorpórea.

Variables	Total de Pacientes		Pacientes con FALLA RENAL				OR (IC 95%)	p*
	incluidos en el estudio		Si (n = 31)		No (n = 60)			
	N=91	%	N	%	N	%		
Sexo								
Masculino	49	53.8	15	48.4	34	56.7	0.77 (0.30-1.71)	0.45
Femenino	42	46.2	16	51.6	26	43.3		
Tipo de cardiopatía								
Cianogena	50	54.9	25	80.6	25	41.7	5.8(2.08-16.3)	0.05
Acianogena	41	45.1	6	19.4	35	58.3		
Hiperlactatemia								
Leve	70	76.9	15	48.4	55	91.7		
Moderada y Severa	21	23.1	16	51.6	5	8.3	11.73(3.69-37.24)	0.05
Acidosis metabólica								
Leve (ref.)	22	24.2	3	9.7	19	31.7	----	----
Moderada	34	37.4	10	32.3	24	40.0	2.63(.63-10.95)	0.18
Severa	35	38.5	18	58.1	17	28.3	6.70(1.67-26.82)	0.00
7								
Tiempo de Bomba								
Menos de 139.9 mi	75	82.4	19	61.3	56	93.3	8.84(2.54-30.72)	0.08
Mas de 140 min	16	17.6	12	38.7	4	6.7		
Síndrome de Bajo Gasto								
Si	85	93.4	31	100	54	90	1.57(1.34-1.84)	
No	6	6.6	0	----	6	10		
Pinzamiento aórtico								
Si	85	93.4	31	100	54	90	1.57(1.34-1.84)	
No	6	6.6	0	----	6	10		

Tabla 2. Análisis de regresión logística general para identificar factores de riesgo independientes asociados insuficiencia renal aguda en pacientes con cardiopatías congénitas que requirieron circulación extracorpórea.

Variables analizadas	OR	IC 95%	p*
Cardiopatía Congénita Cianógena	3.62	1.11 a 11.63	0.03
Hiperlactemia moderada y severa.	4.91	1.26 a 19.05	0.02