

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

NIVEL SÉRICO DE PROCALCITONINA COMO PREDICTOR DE LESIÓN RENAL  
AGUDA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDIACA CON  
CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA, UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS,  
HOSPITAL RAFAEL ÁNGEL CALDERÓN GUARDIA, SAN JOSÉ, COSTA RICA.  
SEPTIEMBRE 2020 A AGOSTO 2021.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en  
Medicina Crítica y Cuidados Intensivos para optar al posgrado y título de Especialista en  
Medicina Crítica y Cuidados Intensivos

JORGE ANDRÉS LEIVA HIDALGO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

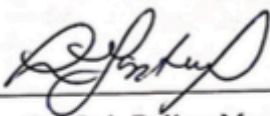
2022

Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Medicina Crítica y Cuidados Intensivos de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Cuidados Intensivos y Medicina Crítica.



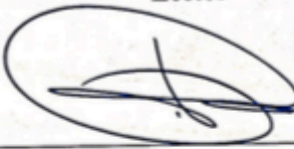
---

Esp. Donato Arnoldo Salas Segura  
**Profesor Guía**



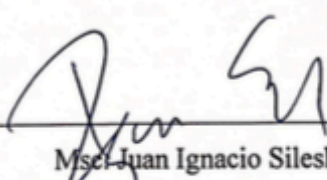
---

Esp. Luis Bolívar Montero Chacón  
**Lector**



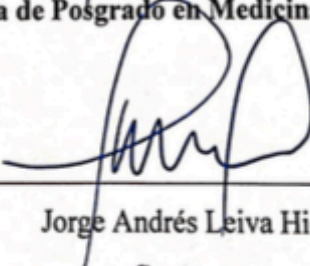
---

Esp. Pablo Álvarez Aguilar  
**Lector**



---

Msc. Juan Ignacio Silesky Jiménez  
**Coordinador Programa de Posgrado en Medicina Crítica y Cuidados Intensivos**



---

Jorge Andrés Leiva Hidalgo  
**Sustentante**

## Tabla de contenido

Resumen.....	v
Lista de tablas .....	vi
Lista de figuras.....	vi
Lista de abreviaturas .....	vii
Introducción.....	1
Hipótesis de investigación. ....	1
Objetivos.....	1
<i>Objetivo General</i> .....	1
<i>Objetivos Específicos</i> .....	2
Justificación .....	2
Marco teórico.....	3
Aspectos históricos del desarrollo de la cirugía cardiaca. ....	3
Circulación extracorpórea y sus complicaciones.....	4
Sepsis .....	5
Procalcitonina .....	6
Lesión renal aguda y circulación extracorpórea. ....	7
Marco metodológico .....	10
Lugar de la Investigación.....	10
Tipo de estudio.....	10
Población de estudio .....	10
Criterios de inclusión y exclusión.....	10
Objeto de estudio .....	11

Unidad de análisis.....	11
Consideraciones éticas.....	11
Análisis estadístico.....	11
Resultados.....	12
Comparación entre pacientes con y sin lesión renal.....	14
Comparación entre pacientes con y sin infección.....	18
Relación entre las variables:.....	20
Discusión.....	21
Limitaciones.....	23
Conclusiones.....	23
Recomendaciones.....	24
Bibliografía.....	25

## **Resumen**

La cirugía cardíaca es de alta complejidad, puede presentar complicaciones serias entre las cuales esta la sepsis y la lesión renal aguda. Se revisó una base de datos de posoperatorio con el objetivo de determinar si la elevación no infecciosa de procalcitonina tiene correlación y capacidad predictiva de la lesión renal en estos pacientes. Se trata de un estudio longitudinal, observacional, descriptivo y retrospectivo en el cual un pequeño porcentaje de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca desarrolla una lesión renal aguda. La concentración promedio de procalcitonina plasmática en los 5 días posteriores a la cirugía cardíaca es significativamente más alta en estos pacientes, y un porcentaje significativamente mayor de personas con un promedio de procalcitonina mayor igual a 1.22ng/dl desarrollaron lesión renal. Existe mayor riesgo de muerte entre los pacientes que desarrollaron lesión renal.

### Lista de tablas

Tabla 1: Antecedentes personales patológicos y uso de tratamiento crónico reportados .....	13
Tabla 2: Tipo de cirugía realizada .....	13
Tabla 3: Comparación de los parámetros evaluados según el desarrollo o no de lesión renal aguda .....	15
Tabla 4: Niveles sanguíneos de procalcitonina (ng/dL) en los cinco días posteriores a cirugía cardíaca según la presencia de lesión renal .....	16
Tabla 5: Comparación de los parámetros evaluados según el desarrollo no de infección.....	19
Tabla 6: Niveles promedio de procalcitonina sanguínea de los cinco días posteriores a la cirugía según la presencia o no de lesión renal.....	20

### Lista de figuras

Figura 1: Flujograma de la selección de la muestra final .....	12
Figura 2: Distribución de los pacientes según la clasificación KDIGO .....	14
Figura 3: Niveles sanguíneos de procalcitonina (ng/dL) en los cinco días posteriores a cirugía cardíaca según la presencia de lesión renal .....	16
Figura 4: Niveles sanguíneos promedio de procalcitonina y de creatinina durante los cinco días posteriores a la cirugía cardíaca .....	18

**Lista de abreviaturas**

AKIN: Red de lesiones renales agudas.

CC: Cirugía cardíaca.

CEC: Circulación extracorpórea.

CRVC: Cirugía de revascularización coronaria.

GC: Gasto cardíaco.

KDIGO: Enfermedad renal: mejora de los resultados globales.

LRA: Lesión renal aguda.

PCT: Procalcitonina.

RIFLE: Riesgo, lesión, falla, pérdida de enfermedad renal en etapa terminal.

SOFA: Evaluación de fallo orgánico secuencial.

TFG: Tasa de filtración glomerular.

TNF: Factor de necrosis tumoral.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, JORGE ANDRES LEIVA HIDALGO, con cédula de identidad 110390806, en mi condición de autor del TFG titulado NIVEL SÉRICO DE PROCALCITONINA COMO PREDICTOR DE LESION RENAL AGUDA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDIACA CON CIRCULACIÓN UCI, HOSPITAL CALDERON GUARDIA, SAN JOSE, COSTA RICA. SETIEMBRE 2020 - AGOSTO 2021

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

## **Introducción**

La cirugía cardíaca es una especialidad quirúrgica cuya práctica está ampliamente extendida en el mundo desarrollado y con sus limitaciones, en Costa Rica se ejerce regularmente en los hospitales nacionales de tercer nivel.

Por su gran complejidad y potenciales complicaciones, el posoperatorio en general se evoluciona en la Unidad de Cuidados Intensivos por cuanto la vigilancia del estado hemodinámico, la coagulación sanguínea o el sangrado, etc., son fundamentales. Con este fin, también se solicitan estudios de laboratorio y gabinete en forma protocolizada y seriada para monitorizar y detectar complicaciones y tratarlas de forma temprana.

La LRA, la infección y el delirio agudo se encuentran entre las complicaciones más frecuentes (1).

En la mayoría de los centros, el monitoreo de la función renal consiste en la cuantificación del gasto urinario (GU) y medición diaria de niveles de creatinina. En relación con la infección se utilizan mediciones seriadas de biomarcadores: proteína C reactiva (PCR) y de procalcitonina (PCT).

Hay evidencia de que la elevación de PCT puede preceder a la aparición de la LRA y que esta elevación no está relacionada con el desarrollo de infecciones (2,3). La presente investigación busca establecer si existe una asociación positiva en la elevación no infecciosa de la PCT y la aparición de lesión renal aguda.

### **Hipótesis de investigación.**

La elevación no infecciosa en los niveles de procalcitonina predice el desarrollo de lesión renal aguda en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea.

### **Objetivos**

#### ***Objetivo General***

Establecer la existencia de una relación predictiva entre los niveles de procalcitonina sérica y la aparición de lesión renal aguda en pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, San José, Costa Rica, septiembre 2020 a agosto 2021.

### ***Objetivos Específicos***

1. Describir las características socioeconómicas y condición de salud de la población en estudio.
2. Determinar si hay correlación entre PCT y desarrollo de LRA.
3. Establecer el nivel de corte de la PCT sérica que se asocie al diagnóstico de LRA

### **Justificación**

La cirugía cardíaca además de ser compleja y altamente riesgosa para los pacientes es muy onerosa para nuestro servicio de salud. A pesar de lo anterior, tiene una alta demanda, debido a que las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de fallecimiento de la población general del país.

La comprensión de su complejidad, la detección y el manejo clínico de las complicaciones asociadas a ella, debería redundar en una mejoría en la mortalidad, en una disminución de las complicaciones, así como en una reducción en la estancia hospitalaria y en los gastos sanitarios en general.

La presente investigación pretende ahondar en el estudio de la lesión renal asociada a CEC, con el fin de buscar un marcador que, anticipándose al desarrollo por laboratorio y clínico de la insuficiencia o daño renal, permita tomar medidas que mitiguen los efectos deletéreos de la LRA sobre la evolución del paciente.

Hasta dónde se revisó la literatura internacional y nacional, este es el primer estudio de LRA y CEC con estas características que se desarrolla en Costa Rica, lo que aportará novedad en esta materia para la medicina nacional.

Para el Posgrado de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos, permitirá realizar una investigación multidisciplinaria en la que participará directamente una especialidad quirúrgica, abarcando temas usualmente reservados a otras especialidades médicas como la Nefrología por la LRA o la Infectología por el uso de PCT. Así mismo, permite un cierto grado de transdisciplinariedad, al proponer el uso de una prueba de laboratorio bien establecida en el uso de las enfermedades infecciosas bacterianas en la predicción de insuficiencia renal.

### **Marco teórico**

La aparición de la circulación extracorpórea en la década de 1950, permitió el desarrollo de la cirugía cardíaca de alta complejidad. En la actualidad, cada día se intervienen más pacientes con múltiples comorbilidades. Por sus características y dificultades inherentes, la cirugía cardíaca solo se realiza en hospitales de alta complejidad. Es una de las áreas que más necesidad de manejo interdisciplinario necesita para que sea exitosa, pero ciertamente ha logrado mejorar la supervivencia de las enfermedades cardiovasculares en las últimas décadas.

#### **Aspectos históricos del desarrollo de la cirugía cardíaca.**

En torno a la cirugía cardíaca, se hace imprescindible resaltar los siguientes hitos fundamentales (4):

- En 1896 se reportó en Frankfurt, Alemania, la primera cirugía cardíaca exitosa por parte del Dr. Ludwig Rehn, la cual consistió en reparar una herida por arma blanca de 1,5 cm en el ventrículo derecho de un hombre de 22 años que había sido apuñalado 2 días antes y que sobrevivió sin secuelas.
- El Dr. Charles Hufnagel en el año 1950, desarrolló e implantó válvulas artificiales en la aorta descendente de pacientes con insuficiencia aórtica sin necesidad de circulación extracorpórea.
- El Dr. Robert Gross realizó en 1938 la primera cirugía de reparación de cardiopatía congénita en el Hospital de Niños de Boston, ligando exitosamente un ductus arterioso persistente en una niña de 7 años que presentaba disnea de moderados esfuerzos.
- En 1930, el Dr. John Gibbon tuvo la idea de la Circulación Extracorpórea (CEC), que llegó a su mente tras una guardia en la que observó la muerte de un paciente que no sobrevivió un intento de embolectomía pulmonar. Durante 25 años desarrolló el sistema en el laboratorio del Hospital General de Massachusetts de la Universidad de Pennsylvania y de la Universidad Thomas Jefferson; hasta que en 1937 reportó la primera evidencia de mantenimiento de la vida a través de un circuito de circulación extracorpórea.

Actualmente, por medio de esfuerzos en la investigación, se han desarrollado nuevas operaciones y procedimientos, así como válvulas, técnicas de revascularización, nuevos biomateriales, sustitutos de corazones, sistemas de soporte vital.

Además, la Unidad de Cuidado Intensivo ha tenido que evolucionar de la mano de estas tecnologías por medio de nuevos sistemas de monitoreo, novedosas técnicas y medicamentos, la ecocardiografía a la cabecera del paciente, entre otros.

La carga de trabajo para todas las disciplinas que se necesitan no es despreciable y la UCI no es la excepción. Es ahí adonde se les brinda a los pacientes el manejo posoperatorio e incluso preoperatorio si las condiciones así lo requieren.

### **Circulación extracorpórea y sus complicaciones**

La tasa de complicaciones después de cirugía cardíaca ha disminuido a lo largo de las décadas. Los avances tecnológicos y la experiencia adquirida han hecho que estos procedimientos sean más eficientes, costo efectivo y con menor morbi-mortalidad (5).

Si bien algunos de los procedimientos epicárdicos (por ejemplo, la revascularización coronaria) se pueden realizar sin necesidad de bomba de circulación extracorpórea; la mayoría y más aún, las cirugías endocárdicas, se realizan con la ayuda de la CEC, la cual, mediante la invasión del sistema circulatorio en su lado venoso, extracción de la sangre hacia un intercambiador de gases y de calor, y posterior retorno a la circulación arterial, suplanta la función del corazón y pulmones. Luego de reparado, el corazón, debe retornar a su función normal para poder retirar dicha CEC (1).

Existen tres efectos principales como consecuencia del uso de CEC. Primero, el estado de inflamación sistémica que induce vasodilatación y aumento de la permeabilidad capilar, principalmente por la interacción de la sangre con el circuito artificial (6); segundo, la coagulopatía multifactorial, principalmente por el contacto de la sangre con el circuito trombogénico, los requerimientos de heparina, la coagulopatía de consumo por el trauma quirúrgico, y el efecto dilucional por el cebado del circuito, así como la activación plaquetaria y la acidosis (7,8); tercero, la sobrecarga de volumen al reponer las pérdidas por la fuga capilar o vasodilatación con el fin de intentar mantener euvolemia, el GC y la perfusión de órganos (9).

Además de esto, existen muchos factores moduladores más, como la manipulación vascular con daño mecánico y ateroembolismo; el uso de soluciones cardioplégicas, la naturaleza no pulsátil del flujo de la máquina; la hemólisis y el daño subletal a los glóbulos rojos resultante del paso por el circuito; que condicionan la aparición de innumerables complicaciones (10,11). Las dos más frecuentes: lesión renal aguda (LRA) y el delirio (12).

Estudios en Costa Rica han documentado la aparición de al menos una complicación en el 41% de los casos de cirugía cardíaca y una mortalidad del 14,9%. La LRA corresponde a un 4% de los casos y cuando aparece, se asocia a una mortalidad del 57,1% (13).

En el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, según los registros de la base de datos de la UCI, de 891 pacientes recibidos en el postoperatorio de cirugía cardíaca en los últimos 15 años, un 20% de los pacientes desarrolló LRA (D. Salas, comunicación personal, agosto de 2021).

Con relación a la distribución por procedimientos, los más frecuentes en Costa Rica son la cirugía valvular (47,8%), revascularización miocárdica (31,5%), aorta ascendente y callado aórtico (6,9%), combinado coronario-valvular (5,8%), cardiopatía congénita en el adulto (4,2%) y cardíaca miscelánea (3,8%) (13).

### **Sepsis**

La sepsis es un síndrome de alta complejidad causado por una regulación desequilibrada de la respuesta del hospedero a la infección, que lleva a una inflamación descontrolada seguida de inmunosupresión y representa más del 50% de la mortalidad en UCI (14).

En la mayoría de casos la cirugía cardíaca se considera una cirugía limpia con una baja tasa de complicaciones infecciosas, pero los pacientes que desarrollan sepsis; independientemente del foco infeccioso, presentan una elevada morbilidad y mortalidad que varía de 17 a 65% (15).

La detección rápida es crucial con el fin de prevenir desenlaces adversos y reducir la mortalidad al iniciar tratamiento apropiado antes de que ocurra el daño orgánico irreversible. El diagnóstico correcto sigue siendo un reto y a la vez una meta. La naturaleza heterogénea e inespecífica de la clínica de la sepsis en todos los escenarios se acentúa

cuando existe respuesta inflamatoria sistémica en el posoperatorio inmediato post-CEC. Es por esto que se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios clínicos evaluando la capacidad de cribado para sepsis de muchos biomarcadores en pacientes con sepsis potencial. Actualmente la PCT es una de las más utilizadas para este fin. El desarrollo de sepsis en el contexto de cirugía cardíaca tiene una mortalidad variable y elevada que oscila entre 32 y 79% (16).

### **Procalcitonina**

La procalcitonina (PCT) es un biomarcador que ha tenido algunas aplicaciones en la práctica clínica diaria tanto en unidades de cuidados intensivos como en servicios de emergencias.

Es un precursor peptídico de la calcitonina, que circula en una concentración  $<0,1$  ng/mL y desde el año 1993 se utiliza como marcador de infección por piógenos (17)

En un primer momento se detectó inmunoreactividad similar a la calcitonina en pacientes con enfermedades extratiroideas (17). Se realizaron mediciones en 79 niños y se evidenció una adecuada discriminación entre infección viral y bacteriana, además de disminución progresiva de los niveles plasmáticos con la terapia antibiótica (18).

En 1994 se estableció la cinética con PCT seriadas, posterior a una inyección de endotoxina en voluntarios. Se detectó a las 4 horas con pico a las 6 y meseta de 8 a 24 horas (19).

Si se consideran las 3 principales características del biomarcador ideal para cualquier condición clínica; estas serían: primero, detectar casos tempranos o descartar la presencia de patología; segundo, ser capaz de inducir al clínico a tomar u ordenar medidas preventivas adicionales; y tercero; tener la capacidad de guiar el tratamiento para mejorar el pronóstico (18).

En el caso de sepsis, la detección de disfunción orgánica se realiza por otros medios clínicos que no implican la PCT (por ejemplo, SOFA, KDIGO) (20).

En la guía del tratamiento, la PCT puede brindar ayuda en relación a cuándo iniciar antimicrobianos, cuándo cambiarlo o cuándo detenerlos, pero evidentemente no ayuda en otras situaciones, como guiar la administración de fluidos (18).

Tiene un buen desempeño en identificar infección bacteriana y sepsis, con evidencia en UCI y en Servicios de Emergencias. En el diagnóstico de infección bacteriana hay evidencia en adultos, neonatos y niños (18). Además, tiene capacidad pronóstica en pacientes sépticos y es útil en la supervisión del tiempo de administración de un ciclo de antibióticos (21). Se debe tener en consideración que no es específica y se puede elevar en otras condiciones tales como el trauma múltiple, el carcinoma medular de tiroides y el golpe de calor (20).

La regulación fisiológica de la PCT hace que su variabilidad biológica sea muy amplia tanto entre el mismo individuo (16%) y más aún entre humanos diferentes (22%); esto condiciona un bajo índice de individualidad.

Este índice bajo implica que se hacer uso inadecuado del biomarcador en dos situaciones: primero, usando intervalos de referencia basados en datos poblacionales; y segundo, si se usa como un valor único para ser interpretado (22). Los resultados pueden ser mejor interpretados haciendo mediciones seriadas en el sujeto y buscando una tendencia en el tiempo (22).

En UCI es predictor de infecciones en pacientes quirúrgicos en casos de fuga de anastomosis, infección e isquemia mesentérica después de cirugía cardíaca (23).

El aumento de la PCT o la falta de aclaramiento de sus niveles plasmáticos durante la terapia antimicrobiana, se asocia a mayor mortalidad por sepsis (23).

En los servicios de emergencias existe evidencia también, debido a que tiene cierta capacidad de diferenciar si los síntomas respiratorios se deban a neumonía por bacterias, con mayor sensibilidad aún si coexiste con insuficiencia cardíaca (21).

En pacientes con artritis reumatoide e inmunosupresión medicamentosa, puede diferenciar una celulitis de una trombosis venosa profunda (24). En el contexto de infección por virus H1N1; la presencia de niveles de PCT  $< 0,29$  ng/dL excluye la coinfección bacteriana con un valor predictivo negativo de 94%, incluso superior a la PCR (25).

### **Lesión renal aguda y circulación extracorpórea.**

El riñón es altamente susceptible a las noxas descritas asociadas a la CEC y a cirugía cardíaca, esto debido en parte a su alta demanda de perfusión, que además es de distribución heterogénea dentro de su parénquima (26).

Es importante considerar, que lesión por isquemia-reperusión, exposición a sustancias tóxicas, a flujo no pulsátil, daño mitocondrial, efectos de sustancias liberadas por hemólisis o daño eritrocitario subletal inducidas por CEC y el salvador de células, inducen daño directo, inflamación y por óxido reducción con radicales libres (11).

Debido a la falta de uniformidad de criterios diagnósticos, la incidencia de LRA en el posoperatorio de la cirugía cardíaca ha sido difícil de establecer. Se estima que hasta un 50% presenta una disminución significativa de la función renal, y que hasta un 5% requieren Terapia de Soporte Renal (TSR) (27). La lesión renal luego de cirugía cardíaca es la segunda causa más frecuente de LRA luego de la sepsis (11).

Ahora bien, existen cuatro sistemas de definición y estadificación de la LRA (28–31), llevándose a cabo estudios que comparan la capacidad predictiva de cada uno de ellos, no observándose aún ventajas sustanciales en ninguno de los métodos empleados (32)

Además de lo anterior, no son métodos estandarizados, por lo que estimar la precisión diagnóstica de cada clasificación no es sencillo. Los estudios que han comparado los criterios RIFLE y AKIN, encontraron un mayor porcentaje de pacientes con LRA al utilizar los criterios AKIN (33), pero estos datos no han sido confirmados (34–36)

Aunque haya diferencias en los porcentajes de diagnóstico de LRA, en general, el grado de acuerdo entre las definiciones es bueno (37).

Por otro lado, el punto de corte en el tiempo es de menos de siete días en la temprana y más de ese tiempo en la tardía. Se considera la temprana como inherente al procedimiento, mientras que su contraparte tardía, estaría más en relación a su desarrollo como parte de otras complicaciones del paciente, como por ejemplo sepsis, sangrado, entre otras (27).

La LRA post cirugía cardíaca es una complicación frecuente. Si se presenta, prolonga la estancia en UCI y hospitalaria, un aumento en la necesidad de soporte renal, progresión a enfermedad renal crónica y aumento de la mortalidad a corto y largo plazo (38).

En la Unidad de Cuidados Intensivos de Hospital Calderón Guardia, el desarrollo de lesión renal aguda implica un aumento de seis veces en el riesgo relativo de fallecimiento (39).

El deterioro de la tasa de filtración glomerular (TFG) podría no detectarse en las primeras 24 a 48 horas con los métodos usuales (40).

La incidencia es variable y depende de los criterios utilizados, pero oscila entre 8,9 a 39% (41,42). Existe evidencia que relaciona la magnitud de la Respuesta Inflamatoria y la severidad del daño a órganos (43). Esta respuesta puede ser evaluada por medio de marcadores inflamatorios como Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNF), interleucina 6, 8, entre otros (43).

Se han llevado a cabo estudios que han logrado correlacionar Il-6 y PCT y predecir mortalidad y aparición de LRA en este contexto (2,3,44) En su estudio Brocca et al., demostraron la capacidad predictiva de aparición para la procalcitonina y la Il-6 en cuanto a la mortalidad (2).

Se ha descrito la cinética de la PCT en el posoperatorio de cirugía cardíaca. Una revisión sistemática describió que, en ausencia de complicaciones, el pico es a las 24 horas de posoperatorio y vuelve a valores normales en la primera semana. Estos niveles dependen del tipo de cirugía y de los eventos transoperatorios (45).

Otro determinante de elevación de PCT es el número de transfusiones que también condiciona mayor respuesta inflamatoria posoperatoria (46–48). Existe evidencia de asociación positiva entre concentración de PCT en el suero de pacientes con cirugía cardíaca y la concentración de creatinina, la presencia de infección y el día del posoperatorio. Heredia y colaboradores encontraron una asociación positiva entre los niveles de PCT y la creatinina en pacientes de cirugía cardíaca, así como en el conteo de leucocitos y la presencia de infección. En su estudio encontraron que la creatinina >2 mg/dL compromete el valor de la PCT como biomarcador de infección en estos pacientes. En relación a la LRA, encontraron niveles tres veces mayores al compararlos con los que no se complicaron con LRA (3).

Los factores de riesgo para el desarrollo de esta complicación incluyen en el preoperatorio la enfermedad renal crónica (ERC), la edad avanzada, presencia de diabetes mellitus, el tabaquismo, los estudios angiográficos y la enfermedad coronaria previa (49). Los factores de riesgo intraoperatorios son los tiempos prolongados de CEC y clampeo, así como los episodios de hipotensión transoperatoria (50).

### **Marco metodológico**

En este capítulo se comunica la estrategia metodológica para alcanzar los objetivos de la investigación. Se expone el método de recolección de datos, la población de estudio, así como los criterios de inclusión y exclusión. Además, se describen los instrumentos y materiales que se utilizarán en el desarrollo. Por último, se describe el análisis de datos y las consideraciones éticas.

#### **Lugar de la Investigación.**

La Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, la cual se encuentra en el cuarto piso del edificio sur y dispone de 14 camas para recibir pacientes críticos de las áreas de Medicina, Cirugía y Gineco-Obstetricia. Anualmente recibe un promedio de 400 pacientes, de los cuáles un 12 % corresponden a pacientes en el posoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular de cualquier tipo (valvular, coronaria, entre otros).

#### **Tipo de estudio**

Se trata de un estudio longitudinal, observacional, descriptivo y retrospectivo, que abarcó un periodo de un año. Se analizó la base de datos existente de la UCI del Hospital Calderón Guardia; además se consultó el expediente electrónico EDUS y el Labcore institucionales de la Caja Costarricense del Seguro Social para la recolección de los datos.

#### **Población de estudio**

Se incluyeron pacientes sometidos a cirugía cardíaca coronaria, valvular, aórtica y sus diferentes combinaciones y que ingresaron a la UCI de la Torre Sur del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia.

#### **Criterios de inclusión y exclusión.**

Se determinan como criterios de inclusión:

1. Edad mayor a 18 años.
2. Ambos sexos.
3. Cirugía cardíaca en el periodo establecido.
4. Cirugía con CEC.
5. Cualquier tipo de cirugía cardíaca (revascularización coronaria, valvular, reintervenciones, misceláneas).

Por otro lado, los criterios de exclusión consistieron en:

1. Presencia de enfermedad renal crónica.
2. Infección activa ya reconocida al momento de la cirugía (por ejemplo, endocarditis).
3. Pacientes sometidos a cirugía cardiaca pero ingresados a la UCI quirúrgica.

### **Objeto de estudio**

El objeto de estudio de la investigación correspondió a la relación entre el desarrollo de LRA y la utilización del nivel sérico de PCT como predictor de dicha eventualidad.

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis comprendió a los pacientes sometidos a cirugía cardiaca con la utilización de CEC. La información de cada paciente fue recolectada en una hoja de Excel® del paquete de cómputo de Office ® desarrollado por la empresa Microsoft ® (California, EEUU). Se consultaron la base datos de la UCI, el EDUS y el Labcore de la Caja Costarricense del Seguro Social para complementar los datos necesarios.

### **Consideraciones éticas**

Esta investigación fue aprobada por el Comité Ético Científico del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia de la Caja Costarricense del Seguro Social (CEC-HCG-CCSS). Número de protocolo asignado: CEC 017-2021; número de la sesión en que se aprobó este estudio: 13-10-2021. Fecha de la sesión en que se aprobó este estudio: 28 de setiembre de 2021.

### **Análisis estadístico**

Las variables categóricas se presentan como porcentajes de la muestra. Para el análisis de las diferencias entre estas variables se utilizó la Prueba  $\chi^2$ . Los datos correspondientes a las variables continuas se presentan como promedios y desviación estándar, y las diferencias entre los subgrupos (con o sin lesión renal, con o sin infección) se analizaron con una prueba de t de student.

Siendo los niveles sanguíneos de procalcitonina la variable principal en este estudio, se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson para determinar la relación de esta variable con los demás parámetros con los que contaba.

Por último, se utilizó una tabla tetracórica o de contingencia para establecer un punto de corte y así poder aplicar la Prueba  $\chi^2$  con dos variables categóricas y para calcular un Odds Ratio y un intervalo de confiabilidad.

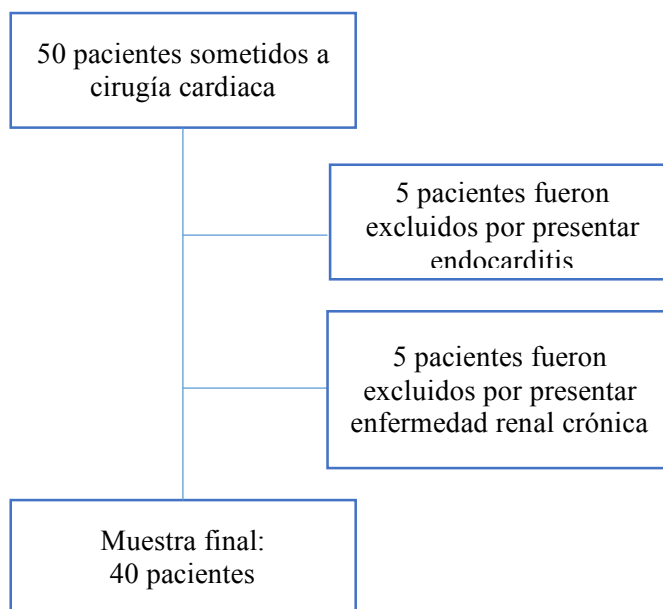
### Resultados

Inicialmente la muestra estuvo constituida por un total de 50 pacientes que fueron sometidos a cirugía cardíaca durante el periodo de septiembre de 2020 a agosto 2021. Según los criterios, 5 pacientes fueron excluidos por presentar enfermedad renal crónica y otros 5 por presentar endocarditis, por lo que se analizaron los datos de una muestra final de 40 pacientes (figura 1).

Un 62% de la muestra fueron hombres (n=25) y un 37% mujeres (n=15). La edad promedio de la muestra fue de 60,9 años, con un rango de 37 a 74 años, siendo este promedio mayor para los hombres (61,9 años) que para las mujeres (59,2 años), sin que esta diferencia sea estadísticamente significativa ( $p=0,319$ ).

#### Figura 1

*Flujograma de la selección de la muestra final*



En la tabla 1 se describe la frecuencia de antecedentes personales patológicos y el uso de tratamiento crónico reportados. Los datos muestran que el antecedente que se presentó con mayor frecuencia fue la hipertensión arterial, en el 67,5% (n=27) de los

pacientes, ya sea como único antecedente o en combinación con Diabetes Mellitus, o con el uso de inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) o antiinflamatorios no esteroideos (AINES).

El 12% de la muestra no presentó antecedentes personas patológicos o uso de los tratamientos crónicos estudiados.

**Tabla 1**

*Antecedentes personales patológicos y uso de tratamiento crónico reportados*

Antecedentes	N.º	%
Hipertensión arterial	19	47.5
Hipertensión arterial + Diabetes Mellitus	5	12.5
Hipertensión arterial + Diabetes Mellitus + IECA <sup>a</sup>	2	5.0
Hipertensión arterial + Diabetes Mellitus + IECA + AINE <sup>b</sup>	1	2.5
AINE	1	2.5
Ningún antecedente	12	30.0
Total	40	100.0

<sup>a</sup> enzima convertidora de angiotensinógeno. <sup>b</sup> AINE= antiinflamatorio no esteroideo.

Como se muestra en la tabla 2, el tipo de cirugía más frecuente fue la de revascularización coronaria, a la cual se sometió al 62,5% de los pacientes (n=25), seguida de la valvular, que se realizó a un 35% (n=14) y solo un paciente fue sometido a otro tipo de cirugía.

**Tabla 2**

*Tipo de cirugía realizada*

Tipo de cirugía	N.º	%
Revascularización coronaria	25	62.5
Valvular	14	35.0
Mixta	0	0.0
Miscelánea	1	2.5
TOTAL	40	100.0

Los pacientes sometidos a cirugía cardíaca permanecieron en la unidad de cuidados intensivos un promedio de 7.3 días, entre un rango de 3 a 47 días. Para el total de la muestra el tiempo de ventilación mecánica asistida (VMA) fue menor de 24 horas. Un 62.5% (n=25) de la muestra requirió transfusión sanguínea.

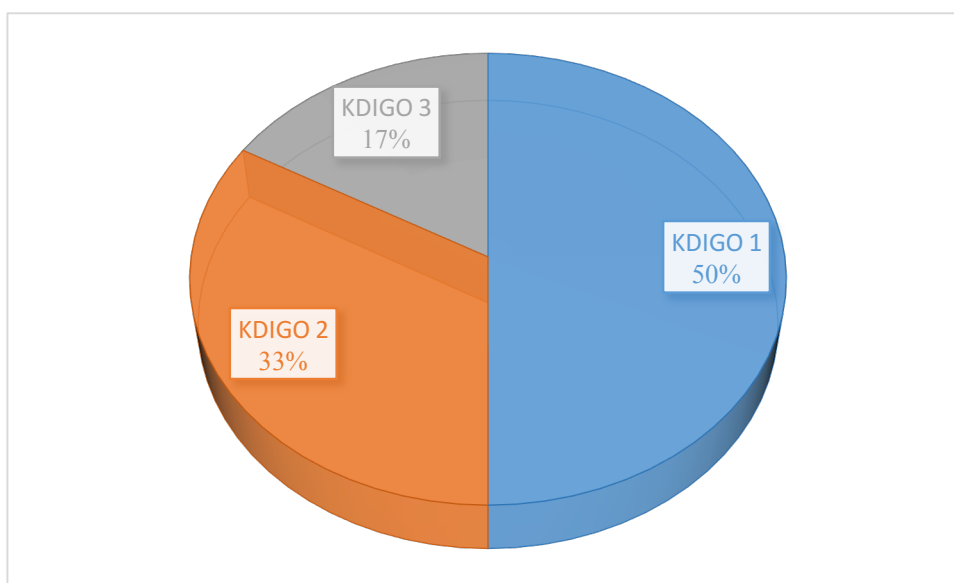
De la totalidad de los pacientes incluidos en el estudio, el 92.5% (n=37) lograron el alta de la UCI y se reportaron tres fallecimientos, lo que representa un 7.5% de la muestra.

### **Comparación entre pacientes con y sin lesión renal**

Un 15% (n=6) de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca desarrollaron una lesión renal aguda, de los cuales el 66.7% (n=4) eran hombres y el 33.3% (n=6) mujeres. En la figura 2 se muestra la distribución de los pacientes con lesión renal según la clasificación KDIGO, donde se puede observar que el 50% (n=3) de los pacientes desarrolló una lesión grado 1, el 33% (n=2) una lesión grado 2 y el 17% (n=1) una lesión grado 3. Solo uno de los pacientes requirió de terapia de soporte renal.

#### **Figura 2**

*Distribución de los pacientes según la clasificación KDIGO*



Un 66.7% (n=4) de los pacientes con lesión renal requirió transfusión sanguínea, sin ser estadísticamente diferente del porcentaje de pacientes sin lesión renal que requirió transfusión (61.7%, n=2;  $p=0.819$ ).

Al comparar las variables analizadas entre aquellos pacientes que presentaron lesión renal aguda y los que no la presentaron, se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto para el promedio de los niveles sanguíneos de procalcitonina. Para los otros parámetros de estudio los promedios no fueron diferentes entre ambos grupos, tal y como se aprecia en la tabla 3.

**Tabla 3**

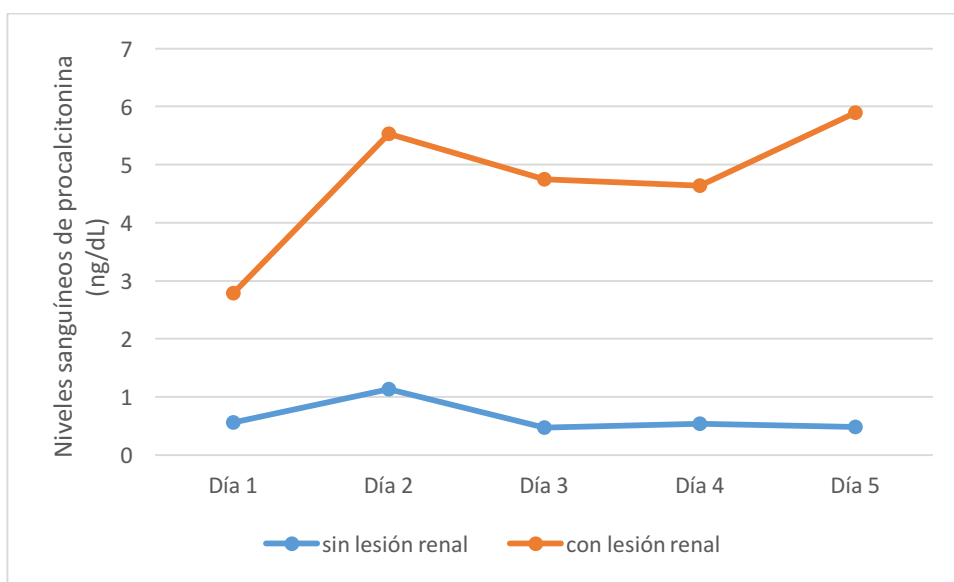
*Comparación de los parámetros evaluados según el desarrollo o no de lesión renal aguda*

	N	Promedio	DS	Mín.	Máx.	valor de p	valor de F	
<b>Circulación extra corpórea (minutos)</b>								
Sin lesión renal	34	102.47	25.02	67.00	159.00	0.198		
Con lesión renal	6	116.17	10.03	100.00	131.00			
Total	40	104.53	23.81	67.00	159.00			
<b>Clamp (minutos)</b>								
Sin lesión renal	34	80.85	18.04	56.00	120.00	0.122		
Con lesión renal	6	92.67	4.23	85.00	97.00			
Total	40	82.63	17.20	56.00	120.00			
<b>Índice para la evaluación del Fallo Orgánico Secuencial (SOFA) al ingreso</b>								
Sin lesión renal	34	5.44	1.62	3.00	10.00	0.478		
Con lesión renal	6	4.83	3.25	3.00	11.00			
Total	40	5.35	1.90	3.00	11.00			
<b>Niveles sanguíneos de procalcitonina (ng/mL)</b>								
Sin lesión renal	34	0.91	2.32	0.03	13.53	0.035	4.770	
Con lesión renal	6	3.63	4.86	0.17	13.19			
Total	40	1.33	2.93	0.03	13.53			
<b>Estancia en UCI (días)</b>								
Sin lesión renal	34	7.59	7.71	3.00	47.00	0.529		
Con lesión renal	6	5.50	5.21	3.00	16.00			
Total	40	7.28	7.37	3.00	47.00			

Estas diferencias entre las concentraciones sanguíneas de procalcitonina y creatinina entre los pacientes con y sin lesión renal se observan desde el día uno, y son estadísticamente significativas en todos los días evaluados, con excepción de la concentración de procalcitonina en el día dos (figuras 3 y 4). Los valores promedios, desviación estándar y valores mínimos y máximos de ambos parámetros se pueden observar en las tablas 4 y 5.

### Figura 3

*Niveles sanguíneos de procalcitonina (ng/dL) en los cinco días posteriores a cirugía cardíaca según la presencia de lesión renal*



### Tabla 4

*Niveles sanguíneos de procalcitonina (ng/dL) en los cinco días posteriores a cirugía cardíaca según la presencia de lesión renal*

	N	Promedio	DS	Mínimo	Máximo	valor de p	valor de F
<b>Día 1</b>							
Sin lesión renal	23	0.56	0.85	0.00	3.33	0.041	11.378
Con lesión renal	5	2.22	3.47	0.08	8.27		
<b>Día 2</b>							
Sin lesión renal	26	1.13	2.62	0.02	13.53	0.086	

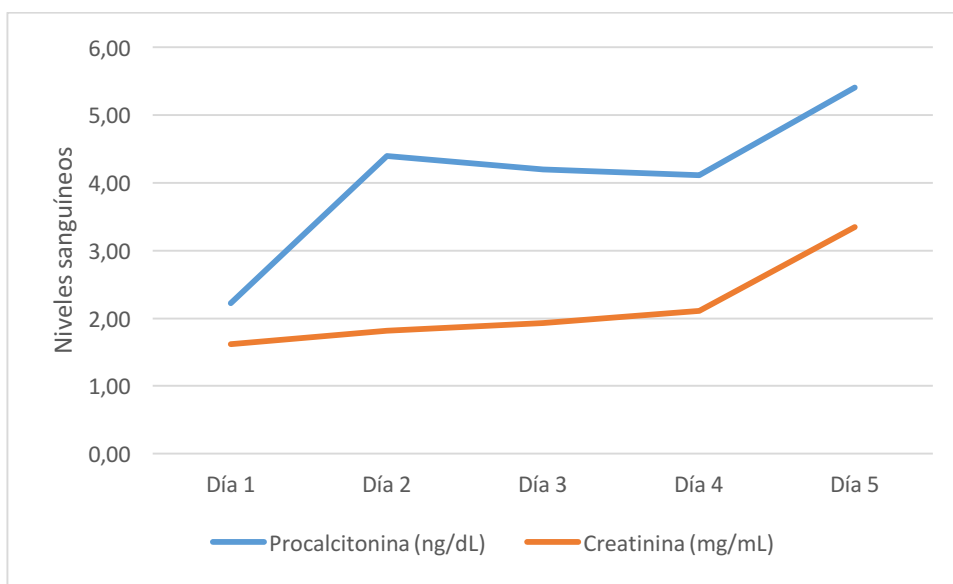
	N	Promedio	DS	Mínimo	Máximo	valor de p	valor de F
Con lesión renal	5	4.40	7.71	0.06	18.10		
<b>Día 3</b>							
Sin lesión renal	23	0.47	0.54	0.03	1.80	0.003	4.665
Con lesión renal	4	4.28	1.21	0.33	3.13		
<b>Día 4</b>							
Sin lesión renal	18	0.53	0.72	0.02	2.84	0.001	32.926
Con lesión renal	3	4.11	3.73	0.78	8.14		
<b>Día 5</b>							
Sin lesión renal	18	0.48	0.58	0.03	1.90	0.000	43.719
Con lesión renal	2	5.41	1.57	4.30	6.52		

Cabe destacar que el incremento de la concentración sanguínea promedio de procalcitonina se duplica en el día dos y se mantiene en niveles similares en los días tres y cuatro, aumentando en un 30% adicional para el día cinco. Mientras que el incremento de los niveles promedio de creatinina aumentan solo un 12% el día dos con respecto al día uno. Posteriormente los aumentos durante los días tres y cuatro son menores al 10% y para el día cinco aumenta un 58%.

En la figura 4 se presentan los niveles sanguíneos promedio de creatinina y procalcitonina en los pacientes con lesión renal durante los cinco días posteriores a la cirugía cardíaca.

**Figura 4**

*Niveles sanguíneos promedio de procalcitonina y de creatinina durante los cinco días posteriores a la cirugía cardiaca*



Solo uno de los pacientes con lesión renal presentó un cuadro infeccioso, para el cual no fue posible aislar el agente patógeno.

Cabe destacar que el 50% (n=3) de los pacientes con lesión renal presentaron un desenlace positivo, mientras que el otro 50% falleció. Este desenlace es estadísticamente diferente del que se presentó en los pacientes sin lesión renal, donde el 100% (n=34) dejaron la UCI ( $p<0.001$ ). Al calcular el riesgo relativo de morir si se tiene una lesión renal aguda en estos pacientes, se obtuvo que el riesgo duplica al de aquellos que no desarrollaron lesión renal aguda ( $rr=2.0$ ; intervalo de confianza 0.899-4.452;  $p=0.001$ ).

**Comparación entre pacientes con y sin infección**

Se reportó infección en un 7.5% (n=3) del total de los pacientes sometidos a cirugía cardiaca, siendo que dos de los casos presentaron una infección por bacterias gram negativas y en el otro caso no fue aislar el patógeno.

Como se puede observar en la tabla 5, el único de los parámetros evaluados que difirió significativamente entre los pacientes con infección y sin infección fue el tiempo de estancia en la UCI, siendo más de 5 veces superior para los pacientes infectados. La presencia de infección, aumenta en cinco veces la estancia en UCI.

**Tabla 5***Comparación de los parámetros evaluados según el desarrollo no de infección*

	N	Promedio	DS	Mín.	Máx.	Valor de p	valor de F	
<b>Circulación extra corpórea (minutos)</b>								
Con infección	3	122.33	20.53	105.00	145.00	0.181		
Sin infección	37	103.08	23.71	67.00	159.00			
Total	40	104.53	23.81	67.00	159.00			
<b>Clamp (minutos)</b>								
Con infección	3	97.33	11.50	86.00	109.00	0.125		
Sin infección	37	81.43	17.14	56.00	120.00			
Total	40	82.63	17.20	56.00	120.00			
<b>Índice para la evaluación del Fallo Orgánico Secuencial (SOFA) al ingreso</b>								
Con infección	3	4.67	1.53	3.00	6.00	0.525		
Sin infección	37	5.41	1.94	3.00	11.00			
Total	40	5.35	1.90	3.00	11.00			
<b>Niveles sanguíneos de procalcitonina (ng/dl)</b>								
Con infección	3	1.56	1.62	0.14	3.33	0.890		
Sin infección	36	1.31	3.03	0.03	13.53			
Total	39	1.33	2.93	0.03	13.53			
<b>Niveles sanguíneos de creatinina (mg/mL)</b>								
Con infección	3	1.29	0.64	0.90	2.03	0.404		
Sin infección	36	0.99	0.60	0.42	4.17			
Total	39	1.01	0.60	0.42	4.17			
<b>Estancia en UCI (días)</b>								
Con infección	3	27.33	17.10	16.00	47.00	0.000	60.833	
Sin infección	37	5.65	2.53	3.00	14.00			
Total	40	7.28	7.37	3.00	47.00			

### Relación entre las variables:

El análisis de correlación de Pearson reveló una correlación positiva y significativa entre los niveles sanguíneos promedio de procalcitonina en los cinco días siguientes a la cirugía cardíaca y el SOFA ( $r=0.384$ ,  $p=0.014$ ), con el desarrollo de lesión renal aguda ( $r=0.341$ ,  $p=0.031$ ) y con el desenlace final ( $r=0.519$ ,  $p=0.001$ ). Con respecto a esta última variable, los pacientes que tuvieron un desenlace positivo presentaron una concentración sanguínea promedio de procalcitonina de  $0.877 \pm 2.19$  ng/dL, mientras que en los pacientes fallecidos fue de  $6.25 \pm 5.77$  ng/dL ( $p=0.001$ ).

No se encontró correlación con el sexo, la edad, los antecedentes patológicos personales, el tipo de cirugía, los minutos de circulación extracorpórea, los minutos en CLAMP, el desarrollo de infecciones, los niveles sanguíneos de creatinina en los primeros cinco días, ni con los días de estancia en la UCI.

Por último, se determinó que el 95.7% de las personas que presentaron un promedio de procalcitonina sanguínea  $<1.22$  ng/dl no desarrollaron lesión renal. El 29.4% de los pacientes con un promedio  $>1.22$  ng/dl sí desarrollaron lesión renal, mientras que solo el 4.3% no la desarrollaron, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.028$ ,  $\chi^2$ )

Como se parecía en la tabla 6, los resultados indican que el riesgo de presentar lesión renal es nueve veces mayor cuando el promedio de procalcitonina es mayor de 1.22 ng/dl, ( $r=9.2$ ) con un intervalo de confianza del 95% de 0.96 a 87.8 lo que indica que no es estadísticamente significativo.

**Tabla 6**

*Niveles promedio de procalcitonina sanguínea de los cinco días posteriores a la cirugía según la presencia o no de lesión renal*

	Niveles promedio de procalcitonina		
	<1.22 ng/dl	>1.22 ng/dl	Total
Sin lesión renal	22 (95.7%)	12 (70.6%)	34 (85.0%)
Con lesión renal	1 (4.3%)	5 (29.4%)	6 (15.0%)
Total	23 (100%)	17 (100%)	40 (100%)

## Discusión

Establecer si la PCT puede tener elevaciones por otros motivos además de la infección y sobre todo ante una situación que aumenta la morbimortalidad en general como lo es la LRA, es realmente importante. Así como el hecho de poder predecir si se va a desarrollar LRA con biomarcadores de uso diario en la fase subclínica de esta condición.

Respecto a la edad de la población estudiada, el promedio es de 60.9 años, y a diferencia de lo reportado internacionalmente, no se registraron pacientes de más de 80 años que según los estudios, esta población ha aumentado 24 veces en las últimas dos décadas en centros de alto volumen (12).

El antecedente médico más frecuente es la hipertensión arterial, al igual que a nivel internacional y las series locales (12,13,51) más del 50% de la población presenta dicha condición.

En el transoperatorio se utilizaron hemocomponentes en el 62.55% de los casos. En este dato es probable que exista un sub registro, ya que este dato se obtuvo del expediente electrónico y en algunos pacientes no se hacía mención al respecto. Se infiere que no hubo necesidad de esta intervención en los expedientes y que por ello no se constató.

El 66.7 de los que presentaron LRA recibieron transfusiones y en el 61.7% de los que no la presentaron, también se usaron hemocomponentes, esto sin ser de significancia estadística.

La estancia en UCI en el posoperatorio fue promedio de 7,3 días. El 100% de los pacientes fueron extubados en las primeras 24 horas.

Al igual que los datos de los estudios internacionales, el tipo de cirugía que se realiza con mayor frecuencia es la RVC (65%), seguida de procedimientos valvulares (35%), mientras que en otras series locales la mayoría son cirugías valvulares 44.9 vs 31.4% (13). A nivel mundial sigue siendo la RVC (12) el procedimiento que se realiza con más frecuencia al igual que la presente serie.

La aparición de infección en las series internacionales ronda el 3.5 al 10%, y en este estudio se observó una incidencia de 7.5% (2 casos por BGN y otro por germen

desconocido), muy por debajo de lo reportado en una serie local previa de 21.6% (51), la cual se realizó hace 15 años y solo incluyó pacientes de RVC.

En otra serie se documentó 2.6% de pacientes con infección (13), pero en este estudio, solo se reportaron pacientes con shock séptico, no así el total de infecciones nosocomiales.

Se observó además que la presencia de infección condicionó un aumento de cinco veces la estancia en la UCI.

La LRA reportada a nivel internacional ronda el 30% (11) y en el actual estudio se documentó un 15%, de los cuales solo un 17% requirió TSR. Si se compara con el 4% reportado en Costa Rica (13), se puede establecer que hay subregistro considerable, esto asociado a la falta de estandarización de los criterios y que en ese estudio se reportaron solo los pacientes que requirieron TSR. En otra serie se reportó un 45,7% de pacientes con LRA pero en una población de solo pacientes con RVC y de hace casi 15 años (51).

En lo que respecta a la lesión renal, se observó que la ausencia de dicha complicación en este grupo representó un 100% de sobrevida. El 66.7 % se presentó en hombres y el 33.3% en mujeres, con una mortalidad del 50% (RR 2.0, IC (0.8899-4.452 y p 0.001), la mayoría tuvo LRA KDIGO I (50%), mientras que el resto fue II y III (33 y 17% respectivamente).

Las diferencias en cuanto a CEC, Clamp, SOFA, al ingreso o estancia en UCI, no tuvieron correlación ni significancia estadística.

La PCT sí presentó una correlación positiva desde el día uno, mostrando una elevación de PCT mayor que la elevación de creatinina en el día dos, que alcanzó el doble de los valores, mientras que la creatinina se elevó solo en un 12%.

Solo un sujeto presentó coexistencia de LRA e infección POP, y ésta se presentó en un 7.5% de la población estudiada (dos casos por bacilos gram negativos y otro por germen desconocido). La presencia de infección, condicionó un aumento de cinco veces la estancia en la UCI.

Los tiempos de circulación, clamp, la necesidad de transfusiones de los medicamentos potencialmente nefrotóxicos y los antecedentes médicos fueron poco relevantes en relación a predecir el desarrollo de LRA

En algunas unidades, la práctica de determinar niveles de PCT diarios es prevalente. La capacidad de predecir la aparición de complicaciones, tiene un éxito frecuente. En el presente estudio se observó cómo la PCT tuvo la capacidad de predecir quienes se complicaron tanto con sepsis como con lesión renal aguda en un 100% de los casos.

En estudios previos que determinaron la capacidad de la PCT, se utilizó además una metodología diferente en comparación con este estudio observacional. A este propósito, el punto de corte para la PCT para esta investigación fue de  $>2$  mg/dL siendo lo obtenido 1.22 mg/dL.

La mortalidad a 28 días a nivel internacional es de un 2.8% y en el presente estudio de 7.5% de la muestra. Aun así, estas no son comparables dado que en el presente estudio no se tomó en cuenta la mortalidad a los 28 días sino en UCI; en series nacionales se habían publicado mortalidad global de 12.1% (13) y 13.1% en una tesis que incluyó solo pacientes de RVC.

### **Limitaciones**

Al ser un estudio unicéntrico, con un número de pacientes pequeño, se limita la potencia estadística.

Otro problema es el subregistro; el ejemplo más claro está en relación a las transfusiones. Por otro lado, para constatar si se usaron o no hemocomponentes, solo está la nota médica que, en algunas ocasiones, se asume que no hubo transfusión solo por el hecho de que no se anota nada al respecto.

El uso de un único biomarcador como la creatinina como diagnóstico de lesión renal aguda, que además se utilizaron valores absolutos y no ecuaciones para estimar la tasa de filtración glomerular. No se tomaron en consideración otros biomarcadores como la PCR o Cistatina-C.

Por otro lado, no se evaluaron otros parámetros como la glucemia en el posoperatorio ni la variabilidad glicémica, el conteo leucocitario y su diferencial. Tampoco se tomaron en cuenta parámetros como episodios de hipotensión arterial transoperatorios.

### **Conclusiones**

Más que predecir lesión renal, la elevación concomitante junto a la creatinina en esta población brinda un ejemplo de situaciones en las que la PCT se torna inespecífica, si

bien el presente estudio tiene algunos sesgos, se logra observar una tendencia de elevación de PCT concomitante con el desarrollo de LRA, aun en ausencia de infección.

No se lograron evidenciar elevaciones de este biomarcador antes de elevaciones en la creatinina. Cuando se desarrolla LRA, la utilidad de la PCT como marcador de infección se ve comprometida en el contexto del posoperatorio de cirugía cardíaca.

Se observó, además, una mejoría en el pronóstico y disminución de la morbilidad en esta población al ser comparada con series locales, tendencia que se registra a nivel mundial.

### **Recomendaciones**

Individualizar el uso de PCT en el seguimiento del posoperatorio de cirugía cardíaca.

Tener en cuenta que esta elevación no es específica de infección. pero que un motivo no infeccioso de esta elevación es la LRA.

Realizar un estudio con una mayor población de pacientes para evidenciar el verdadero significado de la elevación de la PCT en el posoperatorio de cirugía cardíaca.

Mejorar las bases de datos existentes en relación transfusiones perioperatorias, y así mitigar el efecto que podría tener en futuros resultados investigativos el subregistro.

### Bibliografía

1. Stephens RS, Whitman GJR. Postoperative Critical Care of the Adult Cardiac Surgical Patient. Part I. Crit Care Med [Internet]. 2015 Jul;43(7):1477–97. Available from: <http://journals.lww.com/00003246-201507000-00016>
2. Brocca A, Virzì GM, de Cal M, Giavarina D, Carta M, Ronco C. Elevated Levels of Procalcitonin and Interleukin-6 are Linked with Postoperative Complications in Cardiac Surgery. Scand J Surg [Internet]. 2017 Dec 1;106(4):318–24. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1457496916683096>
3. Heredia-Rodríguez M, Bustamante-Munguira J, Fierro I, Lorenzo M, Jorge-Monjas P, Gómez-Sánchez E, et al. Procalcitonin cannot be used as a biomarker of infection in heart surgery patients with acute kidney injury. J Crit Care [Internet]. 2016 Jun;33:233–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0883944116000162>
4. Stephenson LW. History of Cardiac Surgery. In: Surgery [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2008. p. 1471–9. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-68113-9\\_70](http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-68113-9_70)
5. Karamnov S, Brovman EY, Greco KJ, Urman RD. Risk Factors and Outcomes Associated With Sepsis After Coronary Artery Bypass and Open Heart Valve Surgeries. Semin Cardiothorac Vasc Anesth [Internet]. 2018 Dec 11;22(4):359–68. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1089253218785362>
6. Warren OJ, Smith AJ, Alexiou C, Rogers PLB, Jawad N, Vincent C, et al. The Inflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass: Part 1—Mechanisms of Pathogenesis. J Cardiothorac Vasc Anesth [Internet]. 2009 Apr;23(2):223–31. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053077008002395>
7. Davidson S. State of the Art - How I manage coagulopathy in cardiac surgery patients. Br J Haematol [Internet]. 2014 Mar;164(6):779–89. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjh.12746>
8. Besser MW, Klein AA. The coagulopathy of cardiopulmonary bypass. Crit Rev Clin Lab Sci [Internet]. 2010 Dec 10;47(5–6):197–212. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10408363.2010.549291>

9. Dial S, Delabays E, Albert M, Gonzalez A, Camarda J, Law A, et al. Hemodilution and surgical hemostasis contribute significantly to transfusion requirements in patients undergoing coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2005 Sep;130(3):654.e1-654.e11. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022522305002886>
10. O'Neil MP, Fleming JC, Badhwar A, Guo LR. Pulsatile Versus Nonpulsatile Flow During Cardiopulmonary Bypass: Microcirculatory and Systemic Effects. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2012 Dec;94(6):2046–53. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003497512012246>
11. Fuhrman DY, Kellum JA. Epidemiology and pathophysiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet]. 2017 Feb;30(1):60–5. Available from: <https://journals.lww.com/00001503-201702000-00011>
12. Aneman A, Brechot N, Brodie D, Colreavy F, Fraser J, Gomersall C, et al. Advances in critical care management of patients undergoing cardiac surgery. *Intensive Care Med* [Internet]. 2018 Jun 30;44(6):799–810. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-018-5182-0>
13. Lotz-Esquivel S, Matarrita-Quesada B, Monge-Bonilla C, Kuhn-Delgadillo K. Cirugía cardíaca en Costa Rica: caracterización de los pacientes en el Hospital San Juan de Dios del 2010 al 2015. *Cirugía Cardiovasc* [Internet]. 2019 Mar;26(2):71–80. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1134009618302092>
14. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA* [Internet]. 2016 Feb 23;315(8):801. Available from: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2016.0287>
15. Oliveira DC de, Oliveira Filho JB de, Silva RF, Moura SS, Silva DJ, Egito EST do, et al. Sepse no pós-operatório de cirurgia cardíaca: descrição do problema. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2010 Mar;94(3):352–6. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0066-782X2010000300012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2010000300012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)

16. Howitt SH, Herring M, Malagon I, McCollum CN, Grant SW. Incidence and outcomes of sepsis after cardiac surgery as defined by the Sepsis-3 guidelines. *Br J Anaesth* [Internet]. 2018 Mar;120(3):509–16. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217539872>
17. Russwurm S, Wiederhold M, Oberhoffer M, Stonans I, Zipfel PF, Reinhart K. Molecular Aspects and Natural Source of Procalcitonin. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 1999 Jan 22;37(8). Available from: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/CCLM.1999.119/html>
18. Aloisio E, Dolci A, Panteghini M. Procalcitonin: Between evidence and critical issues. *Clin Chim Acta* [Internet]. 2019 Sep;496:7–12. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898119319023>
19. Dandona P, Nix D, Wilson MF, Aljada A, Love J, Assicot M, et al. Procalcitonin increase after endotoxin injection in normal subjects. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 1994 Dec;79(6):1605–8. Available from: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jcem.79.6.7989463>
20. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med* [Internet]. 2021 Nov 2;47(11):1181–247. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00134-021-06506-y>
21. Wacker C, Prkno A, Brunkhorst FM, Schlattmann P. Procalcitonin as a diagnostic marker for sepsis: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2013 May;13(5):426–35. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1473309912703237>
22. Barassi A, Pallotti F, D'Eril GM. Biological Variation of Procalcitonin in Healthy Individuals. *Clin Chem* [Internet]. 2004 Oct 1;50(10):1878–1878. Available from: <https://academic.oup.com/clinchem/article/50/10/1878/5640154>
23. Arora S, Singh P, Singh PM, Trikha A. Procalcitonin Levels in Survivors and Nonsurvivors of Sepsis. *Shock* [Internet]. 2015 Mar;43(3):212–21. Available from: <https://journals.lww.com/00024382-201503000-00002>
24. SATO H, TANABE N, MURASAWA A, OTAKI Y, SAKAI T, SUGAYA T, et al.

- Procalcitonin Is a Specific Marker for Detecting Bacterial Infection in Patients with Rheumatoid Arthritis. *J Rheumatol* [Internet]. 2012 Aug;39(8):1517–23. Available from: <http://www.jrheum.org/lookup/doi/10.3899/jrheum.111601>
25. Ingram PR, Inglis T, Moxon D, Speers D. Procalcitonin and C-reactive protein in severe 2009 H1N1 influenza infection. *Intensive Care Med* [Internet]. 2010 Mar 13;36(3):528–32. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-009-1746-3>
  26. Scholz H, Boivin FJ, Schmidt-Ott KM, Bachmann S, Eckardt K-U, Scholl UI, et al. Kidney physiology and susceptibility to acute kidney injury: implications for renoprotection. *Nat Rev Nephrol* [Internet]. 2021 May 5;17(5):335–49. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41581-021-00394-7>
  27. O’Neal JB, Shaw AD, Billings FT. Acute kidney injury following cardiac surgery: current understanding and future directions. *Crit Care* [Internet]. 2016 Dec 4;20(1):187. Available from: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-016-1352-z>
  28. Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, Mehta RL, Palevsky P, Acute Dialysis Quality Initiative workgroup. Acute renal failure - definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care* [Internet]. 2004 Aug;8(4):R204-12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15312219>
  29. Mehta RL, Kellum JA, Shah S V, Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care* [Internet]. 2007;11(2):R31. Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc5713>
  30. Khwaja A. KDIGO Clinical Practice Guidelines for Acute Kidney Injury. *Nephron* [Internet]. 2012 Aug 7;120(4):c179–84. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/339789>
  31. Waikar SS, Bonventre J V. Creatinine Kinetics and the Definition of Acute Kidney Injury. *J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2009 Mar;20(3):672–9. Available from:

- <https://jasn.asnjournals.org/lookup/doi/10.1681/ASN.2008070669>
32. Thomas ME, Blaine C, Dawnay A, Devonald MAJ, Ftouh S, Laing C, et al. The definition of acute kidney injury and its use in practice. *Kidney Int* [Internet]. 2015 Jan;87(1):62–73. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253815300351>
  33. National Clinical Guideline Centre (UK). *Acute Kidney Injury: Prevention, Detection and Management Up to the Point of Renal Replacement Therapy*. Royal College of Physicians (UK).; 2013.
  34. Zeng X, McMahon GM, Brunelli SM, Bates DW, Waikar SS. Incidence, Outcomes, and Comparisons across Definitions of AKI in Hospitalized Individuals. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2014 Jan 7;9(1):12–20. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/lookup/doi/10.2215/CJN.02730313>
  35. Fujii T, Uchino S, Takinami M, Bellomo R. Validation of the Kidney Disease Improving Global Outcomes Criteria for AKI and Comparison of Three Criteria in Hospitalized Patients. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2014 May 7;9(5):848–54. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/lookup/doi/10.2215/CJN.09530913>
  36. Joannidis M, Metnitz B, Bauer P, Schusterschitz N, Moreno R, Druml W, et al. Acute kidney injury in critically ill patients classified by AKIN versus RIFLE using the SAPS 3 database. *Intensive Care Med* [Internet]. 2009 Oct 23;35(10):1692–702. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-009-1530-4>
  37. Rodrigo E, Suberviola B, Albines Z, Castellanos Á, Heras M, Rodríguez-Borregán JC, et al. Comparación de los sistemas de clasificación del fracaso renal agudo en la sepsis. *Nefrología* [Internet]. 2016 Sep;36(5):530–4. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211699516300248>
  38. Hoste EAJ, Vandenberghe W. Epidemiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* [Internet]. 2017 Sep;31(3):299–303. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1521689617300794>
  39. Dobles C, Boza M, Chacón L, Catarinella C, Fernández R, Salas D. Características demográficas y clínicas de paciente con infección por SARS-CoV-2 ingresados a una Unidad de Cuidados Intensivos de 3er nivel, Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón

- Guardia, San José, Costa Rica. 2020;
40. Ronco C, Kellum JA, Haase M. Subclinical AKI is still AKI. *Crit Care* [Internet]. 2012 Jun 21;16(3):313. Available from:  
<https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc11240>
  41. Englberger L, Suri RM, Li Z, Casey ET, Daly RC, Dearani JA, et al. Clinical accuracy of RIFLE and Acute Kidney Injury Network (AKIN) criteria for acute kidney injury in patients undergoing cardiac surgery. *Crit Care* [Internet]. 2011;15(1):R16. Available from:  
<http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc9960>
  42. Robert AM, Kramer RS, Dacey LJ, Charlesworth DC, Leavitt BJ, Helm RE, et al. Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury: A Comparison of Two Consensus Criteria. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 2010 Dec;90(6):1939–43. Available from:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003497510018680>
  43. de Mendonça-Filho HTF, Pereira KC, Fontes M, Vieira DA de SA, de Mendonça MLAF, Campos LA de A, et al. Circulating inflammatory mediators and organ dysfunction after cardiovascular surgery with cardiopulmonary bypass: a prospective observational study. *Crit Care* [Internet]. 2006;10(2):R46. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16542504>
  44. Amour J, Birenbaum A, Langeron O, Le Manach Y, Bertrand M, Coriat P, et al. Influence of renal dysfunction on the accuracy of procalcitonin for the diagnosis of postoperative infection after vascular surgery. *Crit Care Med* [Internet]. 2008 Apr;36(4):1147–54. Available from: <http://journals.lww.com/00003246-200804000-00017>
  45. Sponholz C, Sakr Y, Reinhart K, Brunkhorst F. Diagnostic value and prognostic implications of serum procalcitonin after cardiac surgery: a systematic review of the literature. *Crit Care* [Internet]. 2006;10(5):R145. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17038199>
  46. Scott B, Seifert F, Grimson R. Blood transfusion is associated with increased resource utilisation, morbidity and mortality in cardiac surgery. *Ann Card Anaesth* [Internet]. 2008;11(1):15. Available from:

- <http://www.annals.in/text.asp?2008/11/1/15/38444>
47. Senay S, Toraman F, Gunaydin S, Kilercik M, Karabulut H, Alhan C. The impact of allogenic red cell transfusion and coated bypass circuit on the inflammatory response during cardiopulmonary bypass: a randomized study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* [Internet]. 2008 Sep 18;8(1):93–9. Available from: <https://academic.oup.com/icvts/article-lookup/doi/10.1510/icvts.2008.183608>
  48. Watson GA, Sperry JL, Rosengart MR, Minei JP, Harbrecht BG, Moore EE, et al. Fresh Frozen Plasma Is Independently Associated With a Higher Risk of Multiple Organ Failure and Acute Respiratory Distress Syndrome. *J Trauma Inj Infect Crit Care* [Internet]. 2009 Aug;67(2):221–30. Available from: <https://journals.lww.com/00005373-200908000-00001>
  49. Rosner MH, Okusa MD. Acute Kidney Injury Associated with Cardiac Surgery. *Clin J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2006 Jan;1(1):19–32. Available from: <https://cjasn.asnjournals.org/lookup/doi/10.2215/CJN.00240605>
  50. Tseng P-Y, Chen Y-T, Wang C-H, Chiu K-M, Peng Y-S, Hsu S-P, et al. Prediction of the development of acute kidney injury following cardiac surgery by machine learning. *Crit Care* [Internet]. 2020 Dec 31;24(1):478. Available from: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-020-03179-9>
  51. Arguedas H. Factores asociados a mortalidad operatoria en cirugía de revascularización coronaria: Experiencia de los primeros 5 años en el Hospital Calderón Guardia. Universidad de Costa Rica; 2009.