



CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO  
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

**“ASOCIACIÓN DE NIVELES ELEVADOS DE  
PROCALCITONINA A PROCESOS INFECCIOSOS EN  
NIÑOS POSQUIRURGICOS DE CIRUGÍA CARDIACA  
ATENDIDOS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL  
HIDALGO ENTRE LOS AÑOS 2017 – 2023”**

TESIS PRESENTADA POR:

**CYNTHIA GÓMEZ SOTO**

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:

**PEDIATRIA MÉDICA**

ASESORES:

**DR. VICTOR ANTONIO MONROY COLIN**

**DR. RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA**

AGUASCALIENTES, AGS. FEBRERO 2025





## COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/140/24

Aguascalientes, Ags., a 15 de noviembre de 2024

DR. VICTOR ANTONIO MONROY COLIN  
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación y de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, han decidido **APROBAR** el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

**"ASOCIACIÓN DE NIVELES ELEVADOS DE PROCALCITONINA A PROCESOS INFECCIOSOS EN NIÑOS POSQUIRURGICOS DE CIRUGIA CARDIACA ATENDIDOS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2017-2023"**

Autores: **DR. RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA**  
**DRA. CYNTHIA GOMEZ SOTO**

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: **2024-R-06**

Con tiempo de vigencia: **6 meses de noviembre de 2024 a mayo de 2025**

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de "Avances de protocolos" y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

ATENTAMENTE

**DR. SALVADOR ISRAEL MACIAS HERNANDEZ**  
ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ  
DE INVESTIGACIÓN

**DR. JAIME ASael LOPEZ VALDEZ**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

SIM/JALV/gchb\*





**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
ESTADO DE AGUASCALIENTES 2023-2027

Centenario Hospital  
**Miguel Hidalgo**



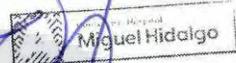
AUTORIZACIONES

ASOCIACION DE NIVELES ELEVADOS DE PROCALCITONINA A PROCESOS INFECCIOSOS EN NIÑOS POSQUIRURGICOS DE CIRUGIA CARDIACA ATENDIDOS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2017-2023"

DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA  
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

Dr. Rosendo Sánchez Anaya  
Jefe de Pediatría

*PA Rosendo Sánchez Anaya*



Ced. Prof. 1362575 U.M.S.N.H.  
Ced. Esp. 4111090

DR ROSENDO SANCHEZ ANAYA  
JEFE DE SERVICIO DE PEDIATRÍA  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

*Elva Jeaneth Aguado*

DRA ELVA JEANETH AGUADO  
PROFESOR TITULAR DE POSGRADO EN PEDIATRÍA  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

DR SALVADOR ISRAEL MACÍAS HERNÁNDEZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

*Salvador Israel Macías Hernández*

DR VICTOR ANTONIO MONROY COLIN  
PROFESOR ADJUNTO DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA, ASESOR DE TESIS  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

~~DR RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA  
PROFESOR ADJUNTO DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA, ASESOR DE TESIS  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO~~





**DR. SERGIO RAMÍREZ GÓNZALEZ**  
**DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PRESENTE**

Por medio de la presente como TUTOR designado del estudiante **Cynthia Gomez Soto** con ID: 163869 quien realizó la tesis titulada: **ASOCIACIÓN DE NIVELES ELEVADOS DE PROCALCITONINA A PROCESOS INFECCIOSOS EN NIÑOS POSQUIRURGICOS DE CIRUGÍA CARDIACA ATENDIDOS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO ENTRE LOS AÑOS 2017 – 2023**” un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dr. Víctor Antonio Monroy Colín  
Tutor de tesis

“Se Lumen Proferre”

Aguascalientes, Ags., a 22 día de Noviembre de 2024



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 05/02/25

NOMBRE: GOMEZ SOTO CYNTHIA ID 163869

ESPECIALIDAD: EN PEDIATRÍA MÉDICA LGAC (del posgrado): ENFERMEDADES INFECCIOSAS PEDIÁTRICAS

TIPO DE TRABAJO: ( X ) Tesis ( ) Trabajo práctico

ASOCIACIÓN DE NIVELES ELEVADOS DE PROCALCITONINA A PROCESOS INFECCIOSOS EN NIÑOS POSQUIRURGICOS DE CIRUGÍA CARDIACA ATENDIDOS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO ENTRE LOS AÑOS 2017 - 2023

TITULO:

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): PROCESOS INFECCIOSOS PUEDEN ELEVAR LOS NIVELES DE PROCALCITONINA

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnologica o profesional según el área
SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
SI Coincide con el título y objetivo registrado
SI Tiene el CVU del Conahcyt actualizado
NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Si X
No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: .... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



Artículo para publicación en Revista  
Latinoamericana de Infectología Pediátrica



Cynthia Gomez Soto  
Para amipmx2@yahoo.com.mx

8:17 p. m.



articulo tesis.docx  
DOCX - 157 KB

COMITE EDITORIAL DE LA REVISTA  
LATINOAMERICANA DE INFECTOLOGÍA  
PEDIATRICA  
PRESENTE:

Por este medio les enviamos in cordial saludo y ponemos a su consideración, la revisión del presente artículo científico titulado "Asociación de niveles elevados de procalcitonina a procesos infecciosos en niños posquirúrgicos de cirugía cardiaca en un hospital de tercer nivel de atención" para evaluar su posible publicación en la prestigiosa revista se la que ustedes son revisores.

Cabe señalar que la presente publicación no ha publicada en ninguna otra revista científica y se contó con los registros correspondientes por los comités de investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Aguascalientes, Ags.)

Afectuosamente:

Monroy-Colin Victor Antonio, Gómez-Soto  
Cynthia, Adame-Alvarez Cesar, Delgadillo-  
Castañeda Rodolfo

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mis padres, por su incondicional apoyo, comprensión y amor a lo largo de esta travesía llamada residencia. A mis hermanos y sobrinos, gracias por su paciencia y por regalarme momentos de alegría y distracción en medio del trabajo y el estrés constante. Mención aparte a mi hermana Diana, mi más cercana compañera en este viaje, me escuchaste, aconsejaste y comprendiste, fuiste mi válvula de escape, siempre incondicional, escuchaste todas mis penas, celebraste mis victorias y me proporcionaste un punto de vista fresco y parcial cuando más lo necesité, gracias Nana, seguiremos yendo al cine cada semana.*

*Un agradecimiento especial al Dr. Víctor Monroy, mi tutor de tesis, gracias por adoptarme a destiempo, sin su experiencia, paciencia y guía no habría sido posible esta tesis. También al Dr. Rodolfo Delgadillo, cuya experiencia y asesoramiento en la parte estadística resultaron indispensables para llevar a cabo esta investigación.*

*A mis CoRs: Alex, Zay, Vane, Rebe, Lu, Karen; que comenzaron como compañeros, se convirtieron en amigos y terminaron siendo una nueva familia: gracias por su compañía, apoyo y por compartir tanto los momentos de alegría como los de estrés. Su amistad y solidaridad fueron mi refugio en los días más difíciles, y cada uno de ustedes hizo que este proceso fuera más llevadero y significativo. Siempre los llevaré en mi corazón.*

*Finalmente, quiero agradecer a todos mis compañeros residentes y a mis maestros. De cada uno de ustedes aprendí valiosas lecciones, no solo para mi formación como pediatra, sino también en mi crecimiento como persona.*

*Gracias a todos por ser parte de este camino.*

## DEDICATORIA

A mis padres, Alejandro Gómez y Rosa Martha Soto, sin su apoyo, amor y confianza incondicional en mí no sería la persona que soy ni estaría donde estoy el día de hoy, ustedes siempre han sido mi apoyo y sostén, siempre dando lo mejor de ustedes para que yo esté bien y siga creciendo. Los amo mucho.



## ÍNDICE GENERAL

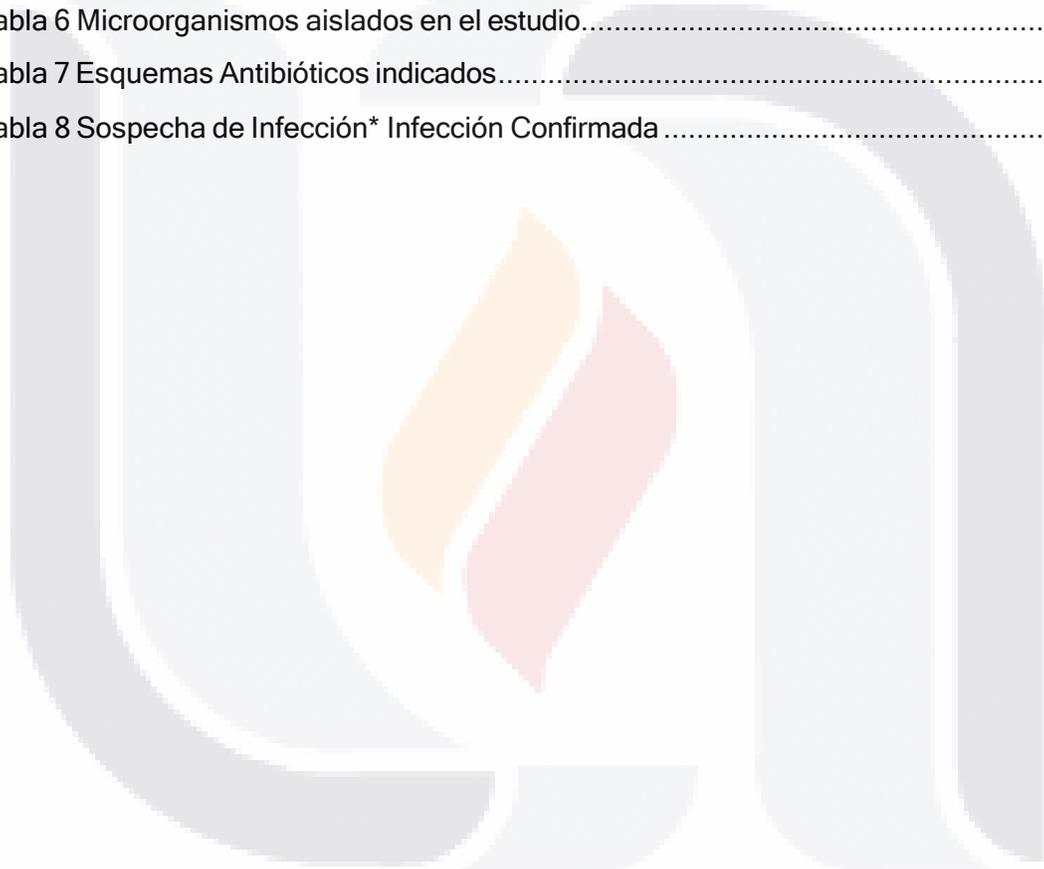
<a href="#">Resumen</a>	6
<a href="#">Introducción</a>	8
<a href="#">CAPITULO I: Planteamiento del Problema</a>	9
<a href="#">Marco Teórico</a>	10
<a href="#">Generalidades: Procalcitonina</a>	10
<a href="#">Niveles normales de procalcitonina por grupo etario</a>	10
<a href="#">Sistema de medición de procalcitonina: VITROS 3600</a>	11
<a href="#">Infecciones asociadas</a>	12
<a href="#">Antecedentes</a>	12
<a href="#">Pregunta de Investigación</a>	15
<a href="#">Hipótesis de Trabajo</a>	15
<a href="#">Objetivos</a>	15
<a href="#">CAPITULO II: Metodología</a>	16
<a href="#">Diseño metodológico</a>	16
<a href="#">Límites de espacio y tiempo</a>	16
<a href="#">Población de estudio</a>	16
<a href="#">Criterios de Selección</a>	16
<a href="#">Criterios de Inclusión</a>	16
<a href="#">Criterios de exclusión</a>	16
<a href="#">Muestreo</a>	17
<a href="#">Variables: Definiciones operacionales</a>	17
<a href="#">Descripción del instrumento</a>	25
<a href="#">Técnica de recolección de datos</a>	25
<a href="#">Análisis de datos</a>	25
<a href="#">Recursos: humanos, materiales y económicos</a>	25
<a href="#">Cronograma de actividades</a>	26
<a href="#">Aspectos éticos y legales</a>	26
<a href="#">CAPITULO III: Resultados</a>	27

<a href="#">CAPITULO IV: Discusión</a>	39
<a href="#">Conclusiones</a>	42
<a href="#">Glosario</a>	43
<a href="#">Referencias bibliográficas</a>	45
<a href="#">Anexos</a>	47



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cardiopatías Congénitas encontradas en la población estudiada .....	27
Tabla 2 Comorbilidades .....	29
Tabla 3 Reporte de Estudios de Laboratorio .....	30
Tabla 4 Clasificación por gravedad de Lesión Renal Aguda .....	31
Tabla 5 Infecciones reportadas en la población estudiada .....	32
Tabla 6 Microorganismos aislados en el estudio.....	34
Tabla 7 Esquemas Antibióticos indicados.....	35
Tabla 8 Sospecha de Infección* Infección Confirmada .....	37



## ÍNDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

Ilustración 1 Cardiopatías congénitas encontradas en la población estudiada .....	28
Ilustración 2 Comorbilidades .....	29
Ilustración 3 Reporte de Estudios de Laboratorio. Se realizan promedios de los valores obtenidos en los estudios de laboratorio, dividiendo las poblaciones en si tuvieron infección o no, y si usaron bomba de circulación extracorpórea o no .....	30
Ilustración 4 Porcentaje de pacientes que desarrollaron algun grado de Lesión Renal Aguda	31
Ilustración 5 Distribución por Gravedad de Lesión Renal Aguda .....	32
Ilustración 6 Distribución de frecuencia de los tipos de infecciones encontradas en el estudio.....	33
Ilustración 7 Agentes etiológicos aislados en la población estudiada .....	34
Ilustración 8 Distribución de frecuencias del primer esquema antibiótico utilizado .....	36
Ilustración 9 Distribución del Segundo Esquema antibiótico utilizado .....	36
Ilustración 10 En general, los puntos se alinean razonablemente bien con la línea diagonal, especialmente en la parte central, lo que sugiere que la distribución de los resultados es cercana a una distribución normal.....	38

## ACRÓNIMOS

<b>AKI</b>	Acute Kidney Injury
<b>BGN</b>	Bacilos Gram negativos
<b>Canal AV</b>	Canal auriculo ventricular
<b>CGN</b>	Cocos Gram negativos
<b>CGP</b>	Cocos Gram positivos
<b>CHMH</b>	Centenario Hospital Miguel Hidalgo
<b>CIA</b>	Comunicación Interauricular
<b>CIV</b>	Comunicación Interventricular
<b>DE</b>	Desviación Estándar
<b>DSVD</b>	Doble salida del ventrículo derecho
<b>Et al.</b>	et alii (y otros)
<b>IC</b>	Índice de Confianza
<b>IMC</b>	Índice de Masa Corporal
<b>IVU</b>	Infeción de vías urinarias
<b>kDa</b>	kilo Dalton
<b>KDIGO</b>	Kidney Disease Improving Global Outcomes
<b>LRA</b>	Lesión renal aguda
<b>m<sup>2</sup>SC</b>	metro cuadrado de superficie corporal
<b>ng/ml</b>	nanogramos por mililitro
<b>PCA</b>	Persistencia de conducto arterioso
<b>PCR</b>	Proteína C reactiva
<b>PCT</b>	Procalcitonina
<b>PO</b>	Postoperado
<b>SIRS</b>	Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica
<b>TGA</b>	Trasposición de Grandes Arterias
<b>TMP/SMX</b>	Trimetoprim/ Sulfametoxazol
<b>UCIP</b>	Unidad de Cuidados Intensivos Pediatricos
<b>VACTERL</b>	Asociación VACTERL (Vertebral, anal, cardiaco, traqueal, esofágico, renal, extremidades)
<b>µg/l</b>	Microgramo por mililitro

## RESUMEN

**Introducción:** Los niveles elevados de procalcitonina comúnmente se han asociado a procesos infecciosos de origen bacteriano, requiriendo manejo antibiótico, que dependiendo de las circunstancias clínicas llegan a ser de amplio espectro. En investigaciones recientes se han identificado otros factores, además de las infecciones bacterianas, que pueden causar aumento en los niveles de procalcitonina, entre ellas la cirugía cardíaca con uso de bomba de circulación extracorpórea.

**Materiales y métodos:** Se realizó un estudio, tomando las mediciones de procalcitonina en los pacientes posoperados de cirugía cardíaca entre el 2017 y 2023, relacionándolas con aquellos en los que se ha confirmado un proceso infeccioso aunado a la elevación de procalcitonina en comparación con los pacientes en quienes no presentaron infección. Se realiza estadística descriptiva. Las asociaciones se realizaron mediante Chi Cuadrada y las diferencias de medias con T de Students: regresión lineal.

**Resultados:** La correlación entre el tiempo de bomba y la procalcitonina es de 0.231 ( $p=0.01$ ) ( $n=82$ ). El tiempo de uso de la bomba de 0 (es decir, no se usa bomba), el nivel promedio de procalcitonina es de 15.116 ng/ml ( $B=15.16$ ): por cada unidad adicional en tiempo de bomba el nivel de procalcitonina incrementa 0.171 ( $B=0.171$ ) predictor significativo ( $p=0.38$ ). Los niveles de procalcitonina en pacientes con infección confirmada tiene un promedio de 39.54 ng/ml ( $DE=66.32$ ), en comparación con aquellos sin infección con una media de 19.81 ng/ml ( $DE=48.37$ ) ( $p=0.310$ ), la prueba t de muestras independientes indicaron una diferencia de medias de 19.74 ng/ml (IC de 95%: [-58.66, 19.19]).

**Conclusiones:** El tiempo de uso de bomba tiene un impacto positivo y confiable en los niveles de procalcitonina de los pacientes. Estos hallazgos apoyan la utilidad de la procalcitonina como un marcador potencial para identificar pacientes en riesgo, pero también sugieren la necesidad de combinar este marcador con otros parámetros clínicos para mejorar la precisión en la evaluación del pronóstico de mortalidad en pacientes críticos

Palabras clave: procalcitonina, cirugía cardíaca, pediatría, bomba de circulación extracorpórea

## ABSTRACT

**Introduction:** Elevated procalcitonin levels are commonly associated with bacterial infectious processes that require antibiotic management, which, depending on clinical circumstances, may involve broad-spectrum antibiotics. Recent studies have identified other factors, beyond bacterial infections, that can lead to increased procalcitonin levels, including cardiac surgery involving the use of extracorporeal circulation.

**Materials and Methods:** A study was conducted measuring procalcitonin levels in post-cardiac surgery patients between 2017 and 2023. These measurements were analyzed in relation to confirmed infectious processes alongside elevated procalcitonin levels, compared to patients without infections. Descriptive statistics were performed. Associations were analyzed using the Chi-Square test, and mean differences were evaluated with Student's t-test and linear regression.

**Results:** The correlation between pump time and procalcitonin levels was 0.231 ( $p=0.01$ ) ( $n=82$ ). For patients with zero pump time (i.e., pump not used), the average procalcitonin level was 15.116 ng/ml ( $B=15.16$ ). For each additional unit of pump time, procalcitonin levels increased by 0.171 ( $B=0.171$ ), a significant predictor ( $p=0.38$ ). The average procalcitonin level in patients with confirmed infections was 39.54 ng/ml ( $SD=66.32$ ), compared to 19.81 ng/ml ( $SD=48.37$ ) in those without infections ( $p=0.310$ ). Independent sample t-tests indicated a mean difference of 19.74 ng/ml (95% CI: [-58.66, 19.19]).

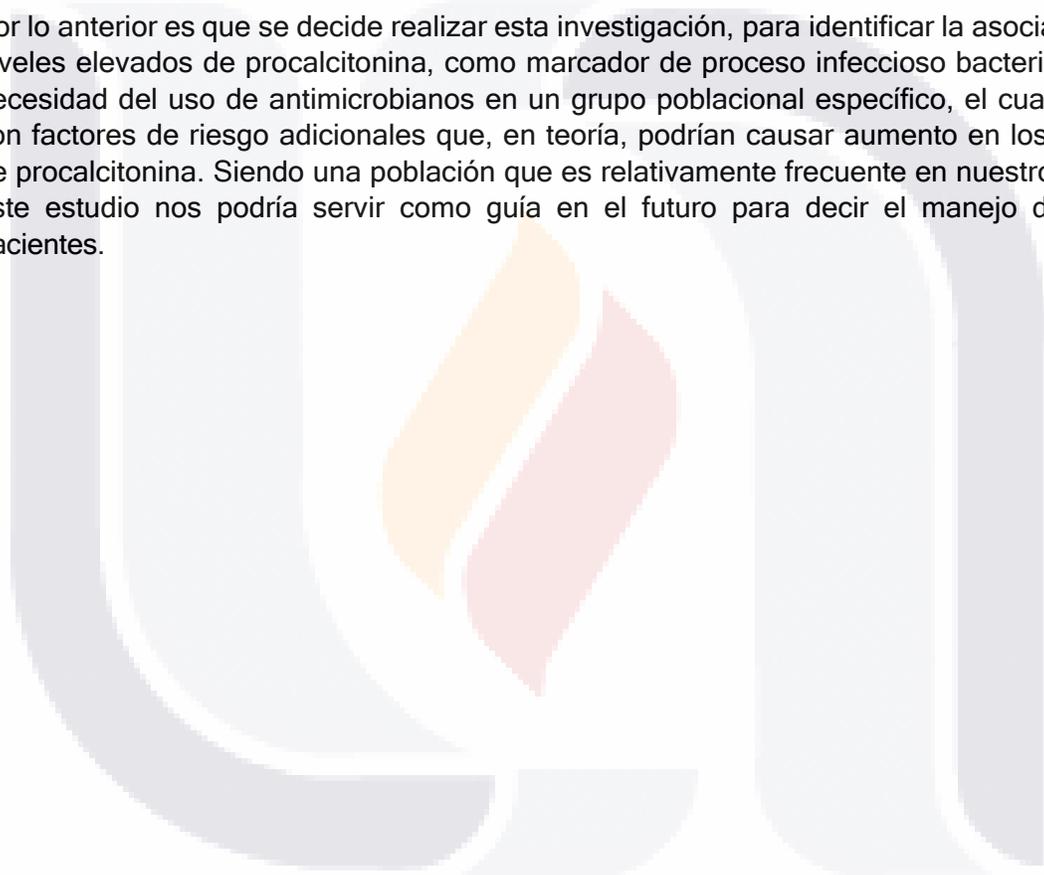
**Conclusions:** Pump time has a significant and reliable impact on procalcitonin levels in patients. These findings support the potential utility of procalcitonin as a marker for identifying at-risk patients but also highlight the need to combine this marker with other clinical parameters to improve prognostic accuracy for mortality in critical patients.

Key words: procalcitonin, cardiac surgery, pump time, infection

## INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de antibióticos ha causado en la actualidad un serio problema de resistencia a antimicrobianos, en respuesta a esto se han buscado marcadores bioquímicos que ayuden al médico a discriminar cuando es realmente necesario el uso de estos, la procalcitonina al ser altamente sensible a procesos de sepsis bacteriana se ha apuntado como uno de los más usados en nuestro medio. A pesar de esto, investigaciones recientes han señalado factores adicionales que causan incremento de los niveles de procalcitonina, además de un proceso infeccioso activo.

Por lo anterior es que se decide realizar esta investigación, para identificar la asociación de niveles elevados de procalcitonina, como marcador de proceso infeccioso bacteriano y la necesidad del uso de antimicrobianos en un grupo poblacional específico, el cual cuenta con factores de riesgo adicionales que, en teoría, podrían causar aumento en los niveles de procalcitonina. Siendo una población que es relativamente frecuente en nuestro medio, este estudio nos podría servir como guía en el futuro para decir el manejo de estos pacientes.



## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las altas tasas de resistencia bacteriana a antibióticos han obligado al sistema sanitario a optimizar el uso de antibióticos, buscando la manera de evidenciar de manera confiable la presencia de infección bacteriana antes de iniciar el uso de antibióticos. Para tal fin es que se ha realizado estudios de múltiples biomarcadores que ayuden a discriminar la presencia de infección, especialmente importante cuando el paciente presenta alguna otra afección o factor de riesgo para presentar datos clínicos de respuesta inflamatoria sistémica, presentes también en caso de infecciones severas.

Uno de los biomarcadores que se ha demostrado tiene mayor sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de infección bacteriana es la procalcitonina. Del mismo modo se ha visto que en los pacientes que presentan otras comorbilidades, como traumatismos graves, gran quemado, insuficiencia renal o hepática, cirugía cardiaca, entre otros, presentan elevación de los niveles séricos de procalcitonina sin presencia de infección.

Dentro de estos grupos poblacionales, uno de importancia en nuestra institución son los pacientes con cardiopatía congénita que son sometidos a tratamiento quirúrgico. La incidencia exacta de cardiopatías congénitas en México no se conoce con exactitud, sin embargo, en base a estudios realizados en los hospitales que atienden con mayor frecuencia a esta población se ha encontrado que la cardiopatía congénita más frecuente es la persistencia de conducto arterioso con una incidencia del 20%, seguido de comunicación auricular (16.8%), comunicación interventricular (11%); tetralogía de Fallot y atresia pulmonar con CIV (9.3%).<sup>1</sup>

Calderón-Colmenero, en el artículo “La regionalización de la atención de cardiopatías congénitas: una meta pendiente” publicado en el año 2019, hacen referencia a un censo realizado por el grupo colegiado de Cardiología y Cirugía Cardíaca Pediátrica, donde reportan que el tratamiento de las cardiopatías congénitas en México se divide, con un 67% con tratamiento quirúrgico y el resto por cateterismo intervencionista, de igual modo se reporta que un 85% de estos procedimientos se llevaban a cabo en los grandes centros hospitalarios de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, con una tasa aproximada de 38 cirugías por millón de habitantes. Posteriormente se publica el primer reporte de cirugía cardíaca pediátrica de México, que abarcó de agosto 2011 a julio 2012, en el cual se incluyeron a casi mil pacientes, reportándose cirugías de diferentes hospitales a lo largo del país: Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (40%); Hospital Infantil de México Federico Gómez (25%), Instituto Nacional de Pediatría (16%), Hospital Hidalgo en Aguascalientes (12%), Hospital Regional de Alta Especialidad, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (6%), Hospital Regional de Alta Especialidad en Mérida Yucatán y Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca (0.4%).<sup>2</sup>

Motivo por el que se realiza este estudio, para conocer la asociación de niveles elevados de procalcitonina a procesos infecciosos confirmados en pacientes postquirúrgico, e investigando la influencia del uso de bomba extracorpórea sobre dichos niveles.

## MARCO TEÓRICO

### Generalidades: Procalcitonina

La procalcitonina es un péptido compuesto por 116 aminoácidos y un peso molecular de 14,5 kDa. Su estructura se divide en tres partes: el extremo amino terminal (57 aminoácidos), la calcitonina inmadura (33 aminoácidos) y el péptido 1 del extremo carboxilo de la calcitonina (CCP-1), también conocido como catacalcina (21 aminoácidos).<sup>3</sup>

La producción de la procalcitonina suele limitarse a las células C de la tiroides, aunque puede producirse por otras células del sistema neuroendócrino. Sin embargo, en situación de infección bacteriana, en respuesta a mediadores como interleucina-6, factor de necrosis tumoral alfa o interleucina beta, hay activación de la producción de procalcitonina por otros tejidos parenquimatosos. Pero al no poder escindirlos a calcitonina, da lugar a acumulación de la procalcitonina.<sup>3</sup>

Los niveles normales de procalcitonina en una persona sana, suele ser  $<0.1 \mu\text{g/l}$ .<sup>4</sup> En caso de infección bacteriana hay aumento de los niveles de procalcitonina, el cual se relaciona de manera directa con la gravedad de esta, por lo que se ha asociado con una alta sensibilidad y especificidad para discriminar un proceso infeccioso bacteriano, de 75 y 90% respectivamente.<sup>4</sup>

Las infecciones graves, los niveles de procalcitonina elevados se pueden detectar después de solo 2 a 4 horas, con una vida media de 24 hrs, se puede esperar un aumento máximo en las primeras 24 a 48 horas de la infección. La magnitud del aumento se relacionará con el tipo y la gravedad de la infección, de igual manera, las bacterias Gram negativas darán lugar a niveles más altos.<sup>5</sup>

### Niveles normales de Procalcitonina por grupo de edad

#### Recién nacidos (hasta los primeros días de vida):

Durante las primeras 48 horas de vida, los niveles de PCT pueden aumentar fisiológicamente sin indicar infección, alcanzando hasta 2.0 ng/ml, esto debido a la respuesta inflamatoria al nacimiento. A partir de las 48-72 horas, los niveles tienden a disminuir y se normalizan a menos de 0.5 ng/ml.

#### Lactantes y niños pequeños:

En lactantes sanos, los niveles de PCT suelen estar en el rango de  $<0.05 \text{ ng/ml}$ . Sin embargo, valores entre 0.05 y 0.5 ng/ml también pueden considerarse normales en algunos casos, dependiendo del estado de salud.

#### Adolescentes y adultos:

En adolescentes y adultos sanos, los niveles normales de PCT suelen ser  $<0.05 \text{ ng/ml}$ . Un valor por encima de 0.5 ng/ml puede indicar una respuesta inflamatoria, y niveles superiores a 2.0 ng/mL suelen estar asociados con infecciones bacterianas graves o sepsis.

### Adultos mayores:

En adultos mayores, los niveles de PCT también deben estar por debajo de 0.05 ng/mL en condiciones normales. Sin embargo, pueden aumentar ligeramente en situaciones de inflamación crónica o enfermedades comórbidas.<sup>6,7,8</sup>

A pesar de su alta sensibilidad y especificidad para detectar procesos infecciosos, se ha encontrado otros factores o desencadenantes que pueden causar un incremento en los niveles de procalcitonina, como son: traumatismos graves, cirugía mayor reciente, quemaduras graves y choque cardiogénico de larga duración.<sup>4</sup> Así como en infecciones no bacterianas con liberación sistémica de citocinas, como es el caso de malaria o candidemia, donde los niveles pueden llegar a ser superiores a 10 mcg/l.<sup>5</sup> También se ha identificado que en los pacientes con enfermedad renal crónica suelen tener niveles basales más altos en comparación con una persona sana, de hasta 2 mcg/l; en enfermedades autoinmunes, como Síndrome de Kawasaki, vasculitis ANCA positivos, enfermedad hepática autoinmune donde los niveles pueden ser >0.5 mcg/l, casos de choque con reanimación prolongada, dependiendo de la gravedad pueden causar elevación de procalcitonina >10 mcg/l.<sup>5</sup>

De acuerdo con estudios realizados (observacionales, prospectivos y ensayos aleatorizados) se han determinado límites específicos dependiendo del riesgo de infección: <0.1 mcg/l infección bacteriana muy improbable, niveles de 0.1 a 0.25 mcg/l refiere una infección bacteriana muy poco probable, la infección es probable con niveles de >0.25 a 0.5 mcg/l, y el riesgo de infección bacteriana es muy probable con niveles >0.5 mcg/l.<sup>9</sup>

### **Sistema de Medición de Procalcitonina: Vitros 3600**

En nuestra unidad hospitalaria, las muestras para medición de niveles de procalcitonina son procesadas en el Vitros 3600, máquina de inmunoanálisis de alta velocidad, con detección por quimioluminiscencia amplificada que permite amplios rangos dinámicos con gran exactitud y precisión, a través de múltiples estados de la enfermedad. Combina tres tecnologías de alta calidad con un único sistema que se automonitorea, combinado tres tecnologías para que sea altamente eficiente:

Tecnología VITROS MicroWell con detección por quimioluminiscencia amplificada mejora la exactitud y precisión de los resultados, en múltiples estados de la enfermedad

Tecnología VITROS Intellicheck que otorga control de procesos en tiempo real y con ello minimizar los riesgos de un resultado equívocos.

Tecnología VITROS MicroSensor que permite una detección automática y brinda alertas de interferencias endógenas, sin comprometer el resultado o el flujo de operaciones del operador.<sup>10</sup>

## **Infecciones Asociadas**

De acuerdo con los estudios realizados, en donde las infecciones más frecuentemente identificadas fueron neumonía asociada a ventilación mecánica, y sepsis, procederemos a su descripción:

Sepsis: de acuerdo con el Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3)<sup>11</sup>, se define como una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección.

Neumonía asociada a ventilación mecánica: de acuerdo con la guía de práctica clínica IMSS-624-13 Prevención, diagnóstico y tratamiento de la neumonía asociada a ventilación mecánica<sup>12</sup>, se define como complicación pulmonar que se presenta después de 48 a 72 horas de la intubación endotraqueal, en pacientes con ventilación mecánica. Debe incluir en el diagnóstico: infiltrados nuevos o progresivos, datos de consolidación, cavitación o derrame pleural en la radiografía de tórax, y al menos uno de los siguientes: nuevo inicio de esputo purulento o cambio en las características del esputo, fiebre, incremento o disminución de la cuenta leucocitaria, microorganismos cultivados en sangre o identificación de un microorganismo en lavado broncoalveolar o biopsia.

## **Antecedentes**

El bypass cardiopulmonar se utiliza a menudo para la reparación quirúrgica de enfermedades cardíacas congénitas. La infección postoperatoria es una complicación grave para los niños que se han sometido a un bypass cardiopulmonar y puede afectar a diferentes órganos y zonas como los pulmones, las heridas, el mediastino o las vías urinarias. A pesar de que el inicio temprano de una terapia antibiótica es crucial para contener el proceso infeccioso, el diagnóstico suele ser muy difícil porque los síntomas clínicos y biológicos habituales se modifican durante el postoperatorio. El síndrome de respuesta inflamatoria sistémica ocurre con frecuencia después de la circulación cardiopulmonar. Esta inflamación también es el resultado del contacto de las células sanguíneas con las superficies artificiales (oxigenadores, bombas) del circuito, así como de la isquemia tisular o del bajo flujo de circulación sanguínea esplácnica.<sup>13</sup>

Hasta el momento son pocos los estudios que han descrito la cinética normal del nivel sérico de procalcitonina en niños posterior a una cirugía con uso de bomba de circulación extracorpórea. Según estos estudios, los niveles de procalcitonina aumenta a un pico máximo de 24-48 horas después de la cirugía, para posteriormente disminuir a un valor normal después del tercer día postoperatorio”<sup>13</sup>.

Dado los factores adicionales a la infección bacteriana que pueden causar incremento en los niveles de procalcitonina, se busca investigar el comportamiento de esta en pacientes postoperados de cirugía cardíaca y averiguar si se relaciona a proceso infeccioso o es parte de la respuesta al trauma por el que pasa el paciente.

Bobillo-Pérez S. et al<sup>9</sup> comentan una incidencia de hasta un 10-20% de infecciones asociadas a los cuidados de la salud como complicación de una cirugía cardiovascular,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

aunque con variaciones interinstitucionales. Estos pacientes suelen recibir tratamiento antibiótico profiláctico antes y después del procedimiento quirúrgico, el cual se cambia por un tratamiento empírico antibiótico cuando el paciente presenta síntomas y signos clínicos de infección activa y/o datos de respuesta inflamatoria sistémica. Posteriormente, y de acuerdo con el desarrollo de cultivos y aislamiento de microorganismos se realizan ajustes al tratamiento en caso de ser necesarios.

Seguela et. al.<sup>14</sup> encontró que la procalcitonina parece ser un marcador discriminativo de infección bacteriana después de una cirugía cardíaca con bypass cardiopulmonar en niños. Antes del tercer día, un corte de 13 nanogramos por mililitro dio como resultado valores de sensibilidad, especificidad y razón de probabilidad positiva y negativa de 100%, 85%, 6,5% y 0%, respectivamente. El área bajo la curva fue de 0.89%. Este período postoperatorio inicial es crítico para los médicos que requieren un diagnóstico temprano de una infección debido a un alto riesgo letal para los niños. Los falsos positivos están representados por niños que desarrollan un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica sin ninguna infección y, paradójicamente, su nivel de procalcitonina es superior al de los niños infectados. La utilidad de la procalcitonina como herramienta diagnóstica queda especialmente ilustrada por la probabilidad post-test: si la prueba es positiva (nivel de procalcitonina superior a 13 nanogramos por mililitro), los niños tienen un riesgo del 33% de infectarse, mientras que este riesgo es casi nulo si la prueba es negativa (nivel de procalcitonina por debajo de 13 nanogramos por mililitro), evitando tratamientos innecesarios.<sup>4</sup>

En un estudio realizado en 2019, en donde se utilizó un protocolo de manejo de antibióticos en niños operados de cirugía cardíaca guiado por procalcitonina, se encontró que hubo sospecha de infección en el 25.6% de los pacientes estudiados, mientras que esta solo se confirmó en 16.8% de los casos.<sup>15</sup> En esta población el inicio de manejo antibiótico empírico fue con una medición de procalcitonina de 5.9 ng/ml, siendo más alta en los pacientes en quienes se logró confirmar la infección, siendo de 6.7 ng/ml en promedio. Las infecciones más frecuentes identificadas fueron: neumonía asociada a ventilación mecánica con un 13.3% de frecuencia, seguido de sepsis en el 2.7% de los casos. En cuanto a los microorganismos aislados, las más frecuentes fueron *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter cloacae*, seguidas de *Klebsiella pneumoniae* y *Serratia marcescens*. La suspensión del antibiótico se realizó con disminución del 50% de los niveles iniciales de PCT o reporte de esta <0.5 mcg/ml.<sup>15</sup>

Se realizó un estudio observacional en Queensland, en donde se incluyeron pacientes de 0 a 16 años, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2013. En este estudio se identificó como factores de riesgo para elevación de procalcitonina en el postquirúrgico inmediato la ventilación mecánica previa a la cirugía y la disfunción miocárdica. Además, se identificó aumento significativo de niveles de procalcitonina en pacientes que presentaron falla renal y requirieron diálisis de manera temporal, con niveles de hasta 1ng/ml.<sup>15</sup>

Niveles elevados de procalcitonina fueron predictivos de eventos adversos mayores, en especial falla renal, mayor estancia en UCIP, duración de ventilación mecánica y la duración de soporte inotrópico.

De los factores intraoperatorios relacionados con aumento de niveles de procalcitonina fueron el tiempo de pinzamiento aórtico, la duración de circulación extracorpórea y la duración de la cirugía. Se sospecha la producción de procalcitonina puede ser disparada por citocinas inespecíficas liberadas del tejido dañado o por una oxigenación insuficiente de los tejidos, incluido el hígado como principal productor de procalcitonina, lo que se sospecha por la relación encontrada entre niveles elevados de procalcitonina y niveles elevados de lactato.<sup>15</sup>

En este estudio la prevalencia de infección fue baja, más, sin embargo, se observaron niveles significativamente más elevados de procalcitonina cuando se sospechaba de infección, y en solo dos de ellos se aislaron agentes infecciosos: *Staphylococcus hominis* (en líquido de ascitis) y *Moraxella catarrhalis* (aspirado traqueal).<sup>15</sup>

En un estudio publicado en el 2021 por Bobillo-Pérez et al<sup>9</sup> buscaban analizar los niveles de procalcitonina en niños posterior a una cirugía cardíaca y discernir si la elevación de esta se relacionaba a complicaciones postoperatorias o a la presencia de infección bacteriana invasiva. Dentro de los resultados se encontró que solo el 4.4% de los pacientes en el estudio presentó infección confirmada. Del resto se encontró que, en los pacientes que no presentaron complicaciones graves los niveles de procalcitonina se mantuvieron bajos, con un promedio de 0.54 ng/ml en las primeras 24hrs y de 0.8 ng/ml entre las 48 y 72 hrs. Por el contrario, en los casos en los que se presentó complicación grave y mala evolución presentaron elevación de la PCT, en promedio 5.8 ng/ml en las primeras 24hrs y 5.3 ng/ml entre las 48 y 72 hrs. De los pacientes con mala evolución, se encontró que el 88.4% presentaron niveles de PCT >2 ng/ml durante el postoperatorio, por lo que se usó esta medición como punto de corte predictivo de mala evolución.

De los pacientes con infección bacteriana invasiva, la neumonía asociada a ventilación fue la más frecuente, con un 67.4% de frecuencia. Los niveles de PCT en estos pacientes se encontraron niveles medios de 4.9 ng/ml en las primeras 24 hrs, 5.8 ng/ml a las 48hrs y 4.5 ng/ml a las 72 hrs. En este estudio además se observó que disminuyeron los niveles de PCT después de 48hrs en pacientes infectados, mientras que, en los pacientes con valores elevados por complicaciones graves, esos niveles se mantuvieron estables. En el grupo de pacientes con infección demostrada y malos resultados presentaron niveles de PCT aún más elevados y sin embargo estos disminuyeron en el periodo de 24 a 48hrs determinado por el uso de antibióticos, aun a pesar de presentar mala evolución en el postoperatorio.<sup>9</sup>

En España en el año 2012 por García et al.<sup>15</sup> en población de 1 mes a 16 años ingresados en una unidad de cuidados posterior a una cirugía cardíaca que requirió bypass cardiopulmonar y presentó diagnóstico de Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS). La población estudiada se dividió en dos grupos, aquellos que presentaron SIRS con infección bacteriana confirmada y aquellos que solo presentaron SIRS sin infección bacteriana confirmada. En el 9.5% de los pacientes estudiados se logró el diagnóstico de infección bacteriana, siendo la neumonía asociada a ventilación mecánica el diagnóstico más frecuente; en cuanto a los microorganismos identificados, los más frecuentes fueron *Haemophilus influenzae*, *M. catarrhalis*, *E. cloacae*, *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*. En segundo lugar, fue infección urinaria secundaria a cateterismo vesical, donde los microorganismos aislados fueron *Klebsiella oxytoca*, *Escherichia coli* y *P. aeruginosa* y en tercer lugar fue bacteriemia relacionada a catéter, etiología identificada con *S. epidermidis*,

*K. pneumoniae*, *S. marcescens* y *Morganella morganii*.

En este estudio se hicieron mediciones seriadas de procalcitonina, en aquel grupo con SIRS sin infección bacteriana confirmada se reportaron los siguientes resultados: día uno 1.23 ng/ml, día dos 1.54 ng/ml y día tres 2.58 ng/ml. En los pacientes con SIRS con infección bacteriana localizada se reportó PCT día uno 3.03 ng/ml, día dos 4.67 ng/ml y día tres 7.97 ng/ml. Haciendo diferenciación cuando se identificó sepsis, en cuyo caso los niveles de PCT fueron significativamente más altos, el día uno en 3.2 ng/ml, día dos 6.57 ng/ml y día tres en 55.5 ng/ml. De acuerdo con los resultados encontrados, se tomó como punto de corte para diagnóstico de infección, en el primer día postoperatorio un nivel de 2 ng/ml, al día dos de 4 ng/ml y el tercer día con 6 ng/ml. <sup>15</sup>

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la relación entre los niveles elevados de procalcitonina y los procesos infecciosos en niños postquirúrgicos de cirugía cardíaca atendidos en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo?

### **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

La elevación de los niveles de procalcitonina en pacientes postoperados de cirugía cardíaca se asocian con mayor frecuencia al estrés por el mismo procedimiento quirúrgico que a una infección bacteriana.

### **OBJETIVOS**

Objetivo General.

Identificar la asociación de niveles elevados de procalcitonina en el paciente postoperado de cirugía cardíaca con un proceso de infección bacteriana.

Objetivos Específicos

Identificar la relación entre los niveles altos de procalcitonina en el paciente postoperado de cirugía cardíaca con desarrollo de proceso infeccioso

Identificar la relación entre los niveles altos de procalcitonina en el paciente postoperado de cirugía cardíaca con desarrollo de complicaciones postquirúrgicas de origen no infeccioso.

## CAPITULO II. METODOLOGÍA

### Tipo y diseño de estudio

Observacional y Retrospectivo

Descriptivo

### Diseño Metodológico

Se realizó un estudio no experimental, en el que la recolección de datos se realizó mediante la revisión de expedientes, con un total de 138 sujetos incluidos en el estudio.

### Límites de espacio y tiempo

Espacio: Centenario Hospital Miguel Hidalgo, unidad de cuidados intensivos pediátricos

Tiempo: 2017 a 2023

### Población de estudio:

Niños de 1 semana a 17 años 11 meses hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos posterior a una cirugía cardíaca

### Criterios de Selección

#### Criterios de Inclusión

Niños de 1mes a 17 años 11 meses a los que se realizó cirugía cardíaca y estuvieron ingresados en la unidad de terapia intensiva pediátricos y que se les realizó medición de procalcitonina en las primeras 72hrs postquirúrgicas, pues es el tiempo en el que la elevación de niveles de procalcitonina aún se puede asociar al procedimiento quirúrgico.

#### Criterios de Exclusión

Pacientes menores de 1 mes de vida y de 18 años o más

Uso de antibióticos previos a la cirugía que no sea parte de un esquema profiláctico Sospecha de infección o infección confirmada previo a la cirugía

Fallecimiento durante el evento quirúrgico

**Muestreo**

Muestreo por conveniencia

**Variables: definiciones operacionales**

Variable	Definición Operacional	Variabilidad	Escala de Medición	Unidad de Medición
Edad	Tiempo cronológico de vida cumplida en meses al momento de la cirugía	Edad del paciente	Cuantitativa	Meses
Sexo	Características biológicas, anatómicas, fisiológicas y cromosómicas de la especie humana	Condición orgánica femenina o masculina de los seres humanos	Cualitativa	Femenino Masculino
Peso	Fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo	Peso del paciente al ingreso a la UCIP	Cuantitativa	Kilogramos
Talla	Estatura o altura de las personas	Estatura o longitud del paciente al ingreso a la UCIP	Cuantitativa	Centímetros
IMC	Relación del peso con la estatura del cuerpo humano	Índice de masa corporal del paciente al ingreso a la UCIP	Cuantitativa	Kg/m <sup>2</sup> SC
Diagnóstico cardiológico	Enfermedad cardiaca identificada	Diagnóstico cardiaco previo a procedimiento quirúrgico	Cualitativa	Tetralogía de Fallot CIV CIA PCA TGA DSVD Ventrículo único Coartación de aorta Atresia pulmonar Conexión anómala de

				venas pulmonares Canal AV Atresia tricuspídea Tronco arterioso Estenosis mitral Rodete subaórtico
Diagnóstico postquirúrgico	Condición cardíaca resultado de evento quirúrgico	Diagnóstico postquirúrgico	Cualitativa	PO sistémico pulmonar PO cierre de CIV PO cierre de CIA PO coartectomía PO corrección total de tetralogía de Fallot PO cierre de PCA PO Bandaje pulmonar PO corrección total de conexión anómala de venas pulmonares PO resección de rodete subaórtico PO corrección de canal AV PO corrección de tracto de salida de VI PO Switch arterial PO valvulopatía
Diagnóstico de Egreso	Enfermedades identificadas al egreso de la UCIP	Diagnósticos al egreso de la UCIP	Cualitativa	Diagnóstico postquirúrgico Taquiarritmia Dismetabolias Derrame pleural Choque cardiogénico Choque séptico Choque mixto IVU Estado postparo Insuficiencia respiratoria

				Encefalopatía hipóxico-isquémica Neumotórax Hipertensión pulmonar Neumonía Falla a la extubación Lesión renal aguda Coagulopatía por consumo Arritmia ventricular Bloqueo AV Sepsis Candidiasis Displasia broncopulmonar Hipertensión arterial Insuficiencia cardíaca Hernia diafragmática Infección asociada a los cuidados de la salud
Frecuencia cardíaca	Numero de latidos por minuto	Frecuencia cardíaca	Cuantitativa	Latidos/min
Frecuencia respiratoria	Numero de respiraciones realizadas en 1 minuto	Frecuencia respiratoria	Cuantitativa	Respiraciones/min
Estado neurológico	Nivel de consciencia al ingreso a la UCIP	Estado de alerta del paciente al ingreso a la UCIP	Cualitativa	Sedación Puntuación de escala de Glasgow
Respuesta pupilar	Diámetro pupilar y respuesta a pupilar a la luz	Estado pupilar y respuesta a la luz	Cualitativa	Isocoria Anisocoria Reflecticas Arreflecticas
Leucocitos	Células blancas totales en muestra sanguínea	Células blancas por ml de sangre	Cuantitativa	Células/ml

Hemoglobina	Proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos	Gramos de hemoglobina por decilitro de una muestra sanguínea	Cuantitativa	g/dl
Hematocrito	Proporción de glóbulos rojos en la sangre	Porcentaje de eritrocitos en sangre	Cuantitativa	Porcentaje (%)
Glucosa	Aldohexosa de seis átomos de carbono, que constituye un sólido blanco, muy soluble en agua, de sabor muy dulce	Niveles de glucosa en sangre	Cuantitativa	Mg/dl
Creatinina	Compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina	Niveles de creatinina en sangre	Cuantitativa	Mg/dl
Tasa de filtrado glomerular	Cantidad de filtrado glomerular que se forma en los corpúsculos renales en ambos riñones por minuto	Resultado de fórmula de filtrado glomerular	Cuantitativa	M/min
Lesión renal aguda	Disminución rápida de la función renal en días o semanas que causa acumulación de productos nitrogenados en la sangre con o sin reducción de la uresis	Afectación o disminución de la función renal por daño agudo	Cualitativa	Si No
Estadio de LRA	Clasificación de gravedad de la	Grado de I a III en orden de	Cuantitativa	NO-LRA I

	lesión renal aguda de acuerdo a la clasificación internacional KDIGO	gravedad de la lesión renal		II III
Ventilación mecánica invasiva	Todo procedimiento de respiración artificial que emplea un aparato para suplir o colaborar con la función respiratoria de una persona que se realiza a través de un tubo endotraqueal	Uso o no de un aparato para suplir o colaborar con la función respiratoria de una persona a través de un tubo endotraqueal	Cualitativa	Si No
Tiempo de ventilación mecánica	Periodo de tiempo medido en horas que la persona en estudio requirió asistencia ventilatoria a través de un tubo endotraqueal	Horas de asistencia ventilatoria mecánica a través de un tubo endotraqueal	Cuantitativa	Horas
Tiempo de bomba extracorpórea	Periodo de tiempo medido en minutos durante los que la persona en estudio requirió circulación extracorpórea	Tiempo en minutos que la persona estuvo en circulación extracorpórea	Cuantitativa	Minutos
Tiempo de estancia en UCIP	Periodo de tiempo medido en horas durante los que el paciente estuvo hospitalizado en la unidad de cuidados intensivos pediátricos	Cantidad de horas de estancia en la unidad de cuidados intensivos pediátricos en el periodo postquirúrgico.	Cuantitativa	Horas

	posterior al evento quirúrgico			
Mortalidad	Cualidad o estado de mortal (destinado a morir)	Defunción del paciente en estudio durante la estancia hospitalaria derivada del evento quirúrgico	Cualitativa	Si No
Proteína reactiva C	Proteína elaborada por el hígado cuando se presenta inflamación o daño de un tejido en el cuerpo	Cantidad de proteína reactiva medida en los pacientes en estudio posterior a evento quirúrgico	Cuantitativa	Mg/dl
Procalcitonina	Péptido de 116 aminoácidos con un peso molecular de 14,5 kDa	Cantidad de procalcitonina medida en los pacientes en estudio posterior a evento quirúrgico	Cuantitativa	Mg/dl
Sospecha de infección	Conjetura fundada en estado clínico del paciente de proceso infeccioso activo	Presencia o no de sospecha de proceso infeccioso activo posterior a evento quirúrgico	Cualitativa	Si No
Choque séptico	Resultado de la respuesta inadecuada del huésped a una infección que ocasiona disfunción de uno o más órganos	Presencia de criterios clínicos y bioquímicos compatibles con diagnóstico de choque séptico	Cualitativa	Si No
Infección confirmada	Proceso infeccioso que cumple con criterios clínicos,	Identificación de proceso infeccioso mediante datos clínicos,	Cualitativa	Si No

	bioquímicos, radiológicos y/o microbiológicos para su diagnóstico.	microbiológico o radiológicos.		
Tipo de infección	Clase de proceso infeccioso identificado en la persona en estudio	Diagnóstico del proceso infeccioso caracterizado	Cualitativa	No confirmada/ sin criterios Bacteriemia Neumonía asociada a ventilación mecánica Peritonitis Infección de vías urinarias Endocarditis Otra
Microorganismo identificado	Aislamiento e identificación mediante métodos microbiológicos o biología molecular del germen infectante	Aislamiento o no del germen infectante	Cualitativa	Si No
Tipo de microorganismo	Clase de germen aislado e identificado como causante del proceso infeccioso	Caracterización del germen infectante	Cualitativa	- <i>S. aureus</i> -Otros estafilococos -Enterococos - <i>E. coli</i> - <i>Klebsiella spp</i> - <i>Acinetobacter spp</i> - <i>Pseudomonas spp</i> - <i>Burkholderia spp</i> - <i>Enterobacter spp</i> -Otros bacilos Gram negativos -Otros cocos Gram positivos -Otros cocos Gram negativos
Terapia antimicrobiana	Tratamiento farmacológico dirigido a combatir infección	Paciente en estudio que recibió o no medicamento antimicrobiano antes de la	Cualitativa	Si No

	identificada o sospechada	sospecha o no de un proceso infeccioso activo		
Tiempo de terapia antimicrobiana	Periodo de tiempo que la persona en estudio recibió medicamentos antimicrobianos posterior al evento quirúrgico	Duración en días del tratamiento antimicrobiano administrado a los pacientes en periodo postquirúrgico	Cuantitativa	Días
Tipo de antimicrobiano utilizado	Clase farmacológica del medicamento antimicrobiano administrado a los pacientes posterior a evento quirúrgico	Nombre del medicamento antimicrobiano administrado al paciente.	Cualitativa	Cefalotina Cefotaxina Cefuroxima Ceftriaxona Ceftibuten Cefepime Ciprofloxacino Levofloxacino Gentamicina Amikacina Trimetoprim/ Sulfametoxazol Meropenem Clindamicina Dicloxacilina Vancomicina Piperacilina/ tazobactam Fluconazol
Cambio de esquema	Intercambio de un fármaco antimicrobiano por otro de diferente espectro antimicrobiano	Realización o no de cambio de fármaco antimicrobiano	Cualitativa	Si No

### **Descripción del Instrumento**

Para este estudio se realizará una revisión de los expedientes de pacientes postoperados de cirugía cardíaca a los que se les realizó medición de niveles de procalcitonina, utilizando una base de datos exprofeso para el análisis de las variables planteadas.

### **Técnica de recolección de datos**

Se tomará como base el registro de pacientes ingresados en la UCIP del CHMH, para extraer aquellos cuyo motivo de ingreso fue estado postquirúrgico de cirugía cardíaca. Posterior a lo cual se procederá a la revisión de los expedientes para identificar las variables que se buscan para este estudio.

### **Análisis de Datos**

Se realizará un análisis descriptivo de los datos con base en medidas de tendencia central, se tomará como grupo control el grupo de pacientes sin infección confirmada vs los pacientes con infección confirmada. Las asociaciones se realizarán mediante Chi Cuadrada y las diferencias de medias con "T de Student": regresión lineal.

### **Recursos humanos, materiales y económicos**

La recolección de datos se realizará por la residente a cargo de la tesis, previa aprobación del protocolo de estudio y autorización por autoridades correspondientes a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Núcleo Académico de Pediatría, Comité de Ética e Investigación del CHMH.

Se contará con apoyo tecnológico una computadora que cuente con acceso a internet para la visualización y análisis de los resultados obtenidos.

Los gastos generados durante el estudio serán cubiertos por el médico residente responsable de la investigación.

### Cronograma de Actividades

	ACTIVIDADES	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Investigación de antecedentes	X					
2	Formulación de objetivos	X	X				
3	Desarrollo de protocolo de investigación		X	X			
4	Formación de base de datos			X			
5	Recolección de datos				X		
6	Análisis de datos					X	
7	Formulación de resultados y conclusiones					X	X

### Aspectos Éticos y Legales

La recolección de datos se llevará a cabo de pacientes operados previamente, con base en la revisión de expedientes clínicos. Los datos se revisarán y analizarán por el médico residente encargado del estudio y médicos asesores, para fines de epidemiológicos y de investigación, sin fines de lucro y sin conflictos de intereses.

Al ser una investigación retrospectiva y sin riesgo no requiere el uso de consentimientos informados, dado que la información se obtendrá de la revisión de expedientes clínicos. Los datos serán obtenidos y analizados únicamente por los investigadores a cargo del estudio y no se tomará ningún dato que pueda servir como identificación del paciente, lo que permitirá garantizar la confidencialidad de estos.

### CAPITULO III: RESULTADOS

Se analizaron 138 pacientes en total, con la edad promedio de 31.60 meses (DE = 70.31); el índice de masa corporal (IMC) mostró una media de 14.25 (DE = 3.65). El 47% fueron de género femenino; 49.5% se les realizó procalcitonina (PCT); el 37.2% presentaron sospecha de infección; infección confirmada 26.8%; el 83.5% recibió antibiótico y cambio de esquema 37%; el 7.3% choque séptico y mortalidad del 12%.

El tiempo promedio en ventilación mecánica fue de 86.34 horas (DE = 145.01). El tiempo promedio de uso de bomba extracorpórea fue de 61.02 minutos (DE = 61.36). El tiempo en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) de 144.60 horas (DE = 183.17).

La mayoría de los pacientes estudiados se presentaron con más de un diagnóstico cardiológico, el reporte de estos se resume en la tabla 1 y gráfica 1.

Tabla 1 Cardiopatías Congénitas encontradas en la población estudiada

<b>Diagnóstico</b>	<b>Recuento de casos</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Ventrículo único</b>	5	3.6
<b>CIA</b>	29	21
<b>PCA</b>	38	27.5
<b>Coartación de aorta</b>	6	4.3
<b>Tetralogía de Fallot</b>	18	13.04
<b>CIV</b>	57	41.30
<b>Canal AV</b>	8	5.79
<b>Atresia tricúspidea</b>	11	7.97
<b>Estenosis pulmonar</b>	6	4.34
<b>Atresia pulmonar</b>	8	5.97
<b>Insuficiencia mitral</b>	2	1.44
<b>Aorta bivalva</b>	1	0.72
<b>Conexión anómala de venas pulmonares</b>	6	4.34

<b>Doble salida del VD</b>	1	0.72
<b>Trasposición grandes arterias</b>	2	1.44
<b>Estenosis mitral</b>	2	1,44
<b>Drenaje pulmonar anómalo</b>	1	0.72

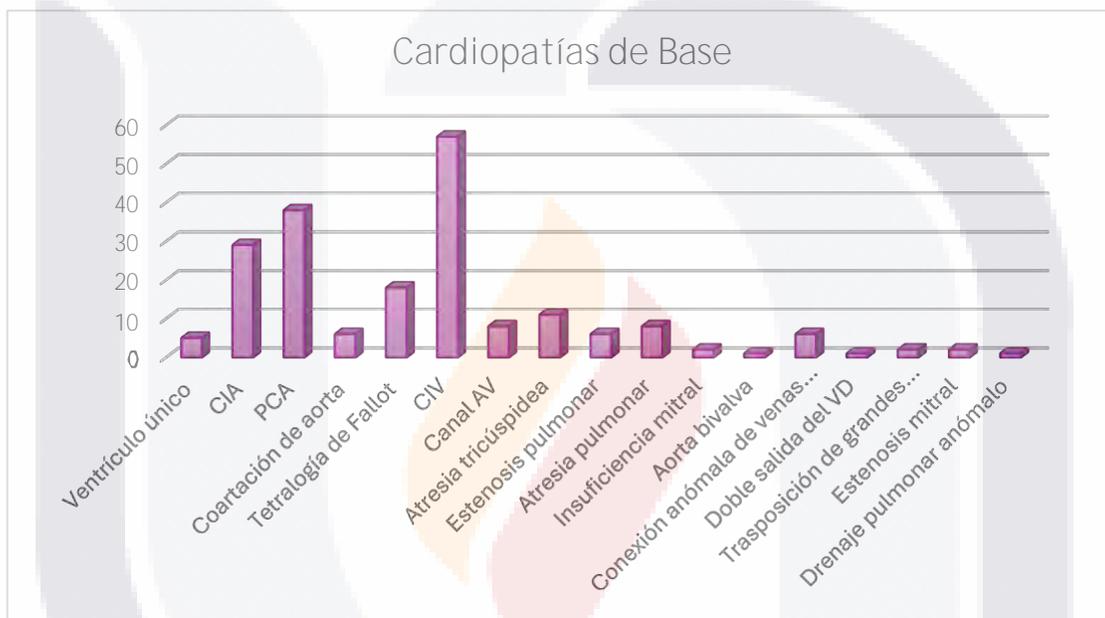


Ilustración 1 Cardiopatías congénitas encontradas en la población estudiada

De acuerdo con los datos encontrados, la comunicación interventricular fue la cardiopatía más frecuente, con un total de 57 casos, es decir, estuvo presente en el 42.53% de los pacientes que se sometieron al procedimiento quirúrgico. En segundo lugar, la persistencia de conducto arterioso, presente en un total de 38 pacientes, es decir, en el 28.3% de la población estudiada. Y en tercer lugar la comunicación interauricular, con un total de 29 casos en los que se reportó, representando a un 21.6% de los pacientes estudiados.

De las cardiopatías estudiadas, se reportó un 37.3% como cardiopatías cianógenas, con un total de 50 de los pacientes.

De las patologías asociadas a la cardiopatía, ya sea como complicación de esta o no se registraron las siguientes:

Tabla 2 Comorbilidades

<b>Patología</b>	<b>Frecuencia (%)</b>
<b>Síndrome de Down</b>	31
<b>Síndrome de Marfan</b>	2.8
<b>Asociación VACTERL</b>	2.8
<b>Otra genopatía</b>	8.5
<b>Desnutrición</b>	11.4
<b>Síndrome de Ehlers-Danlos</b>	2.8
<b>Heterotaxia visceral</b>	8.5
<b>Hipertensión pulmonar</b>	40

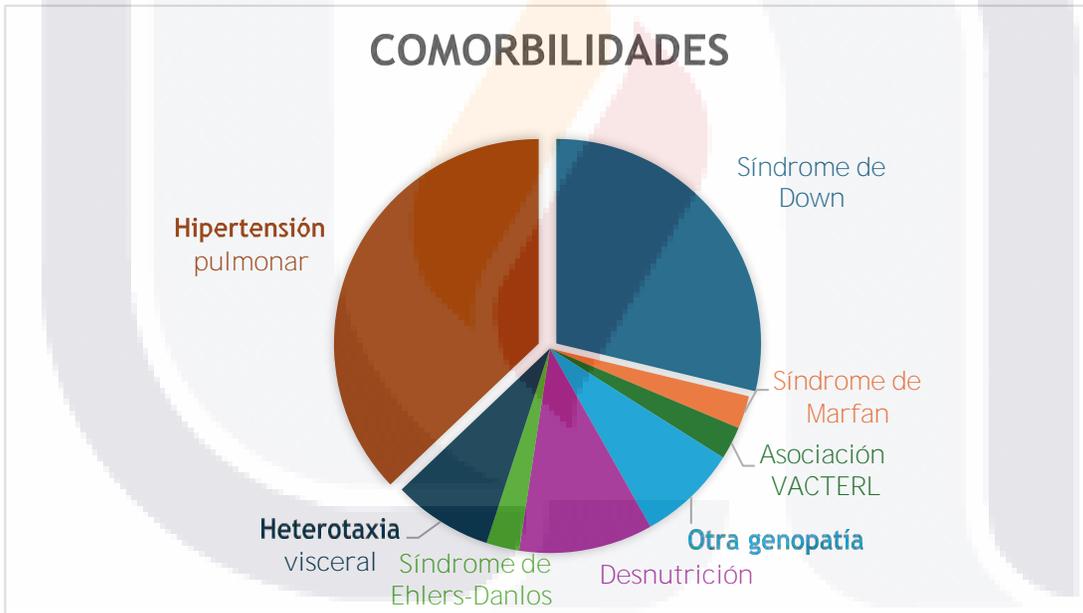


Ilustración 2 Comorbilidades

Encontrándose importante predominio en la frecuencia de hipertensión pulmonar, la cual fue reportada presente en el 40% de los pacientes, y como patología acompañante el síndrome de Down, reportándose en el 31% de los niños estudiados. Otras genopatías frecuentemente asociadas con cardiopatías fueron reportadas, aunque con una frecuencia mucho menor al síndrome de Down, entre ellas el Síndrome de Ehlers-Danlos y el síndrome de Marfan, que, al presentarse con afectación de la colágena, se asocian a cardiopatías congénitas.

En cuanto a las genopatías, encontramos que en nuestra población la más frecuente fue el Síndrome de Down, presente en un 31% de los pacientes, sin embargo, hablando de genopatías en general, dado que en algunos casos no se especificó cual se sospechaba, se podría decir que el 45.1% de los pacientes del estudio presentaron alguna genopatía.

En cuanto a los laboratorios tomados al ingreso, se realizó medición de los siguientes parámetros:

Tabla 3 Reporte de Estudios de Laboratorio

<b>Parámetro</b>	<b>Media</b>	<b>Promedio con bomba</b>	<b>Promedio sin bomba</b>	<b>Promedio con infección</b>	<b>Promedio sin infección</b>
<b>Leucocitos</b>	14.27	14.47	13.9	16.49	13.3
<b>Hemoglobina</b>	12.94	12.66	13.46	12.75	13.03
<b>Hematocrito</b>	39.05	37.69	41.57	38.16	39.49
<b>Glucosa</b>	154.5	159.21	146.25	167.9	148.3
<b>Creatinina</b>	0.4	0.39	0.44	0.37	0.42
<b>TFG</b>	111	120.62	93.05	111.38	110.42
<b>PCR</b>	50.16	58.31	34.94	74.24	22.46

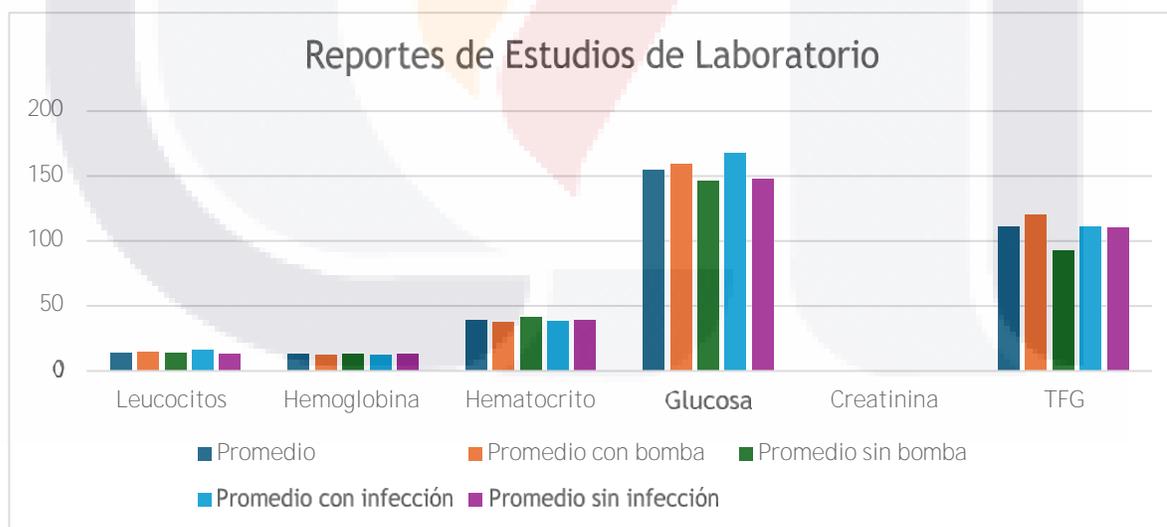


Ilustración 3 Reporte de Estudios de Laboratorio. Se realizan promedios de los valores obtenidos en los estudios de laboratorio, dividiendo las poblaciones en si tuvieron infección o no, y si usaron bomba de circulación extracorpórea o no

De acuerdo con lo expuesto, se encuentra que no hay una importante variación en cuanto a los resultados iniciales de laboratorio tomados al ingreso del paciente a la unidad de cuidados intensivos pediátricos, independientemente de si se usó bomba de circulación extracorpórea.

Otra variable analizada fue la presencia de lesión renal aguda, respecto a la misma encontramos que, 42 pacientes presentaron algún grado de lesión renal aguda, equivalente a un 30.59%, mientras que en 69.4% de los pacientes analizados no presentaron lesión renal aguda, lo que representa a 92 pacientes.

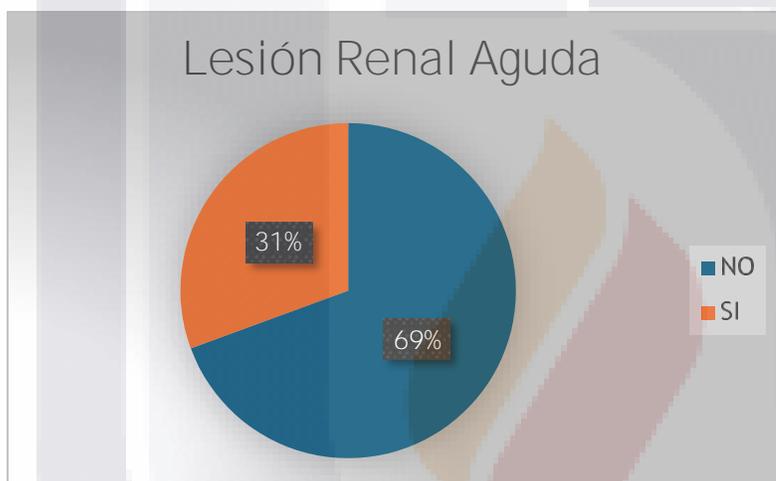


Ilustración 4 Porcentaje de pacientes que desarrollaron algún grado de Lesión Renal Aguda

De los pacientes que se reportaron con presencia de lesión renal aguda, se clasificaron de acuerdo con su gravedad en lesión renal aguda AKIN I, AKIN II y AKIN III. La distribución de estos se reporta en la siguiente tabla:

Tabla 4 Clasificación por gravedad de Lesión Renal Aguda

<b>Grado de LRA</b>	<b>Frecuencia (%)</b>	<b>Número de casos</b>
<b>AKIN I</b>	50	21
<b>AKIN II</b>	11.9	5
<b>AKIN III</b>	38	16

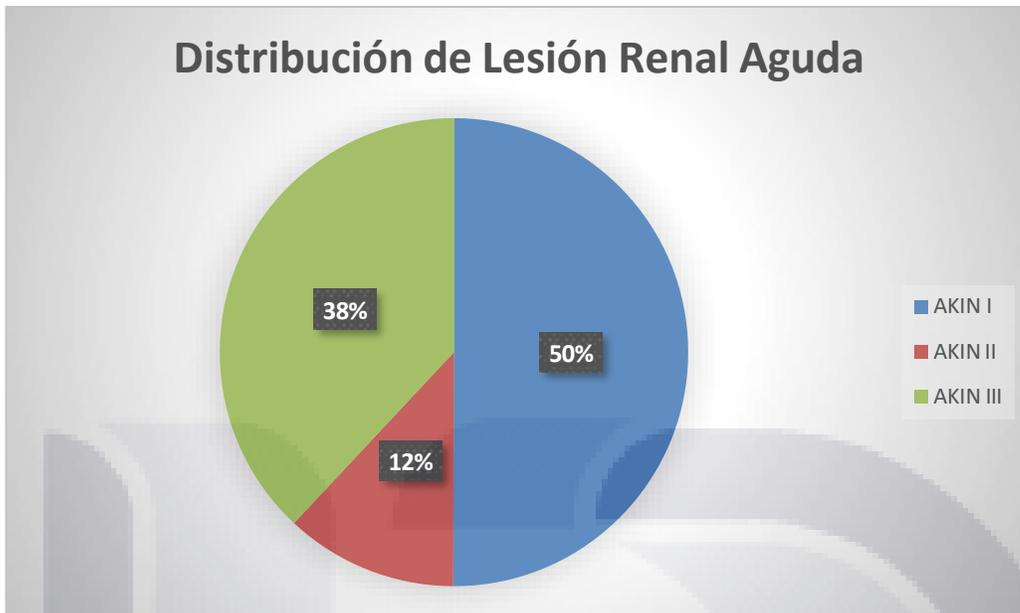


Ilustración 5 Distribución por Gravedad de Lesión Renal Aguda

En los resultados encontrados, se puede apreciar una significativa predominancia de lesión renal aguda AKI I en la población estudiada, correspondiente a la mitad de los casos estudiados que presentaron algún grado de lesión renal. De la otra mitad de los casos un 12% correspondió a una lesión renal aguda AKI II, con un total de 5 casos, y un 38% restante presentó el grado más severo de lesión renal aguda, correspondiente a un AKI III, con un total de 16 casos en total.

De la población estudiada, el 100% de los pacientes recibió profilaxis antimicrobiana, (cefuroxima 1), (ceftriaxona 7), cefalotina (124).

De los 134 pacientes estudiados, en 57 de ellos se sospechó de un proceso infeccioso, correspondiente a un 42.57%, y se confirmó algún tipo de infección en 41 casos de estos (71.9%). Las infecciones identificadas se distribuyen de acuerdo con la tabla.

Tabla 5 Infecciones reportadas en la población estudiada

<b>Código</b>	<b>Tipo Infección</b>	<b>de Frecuencia</b>	<b>Número de casos</b>
1	Bacteriemia	25	14
2	NAV	33.9	19
3	Peritonitis	0	0
4	IVU	7.14	4
5	Endocarditis	0	0
6	Otra	12.5	7
0	No confirmada/ Sin criterios	21.4	12

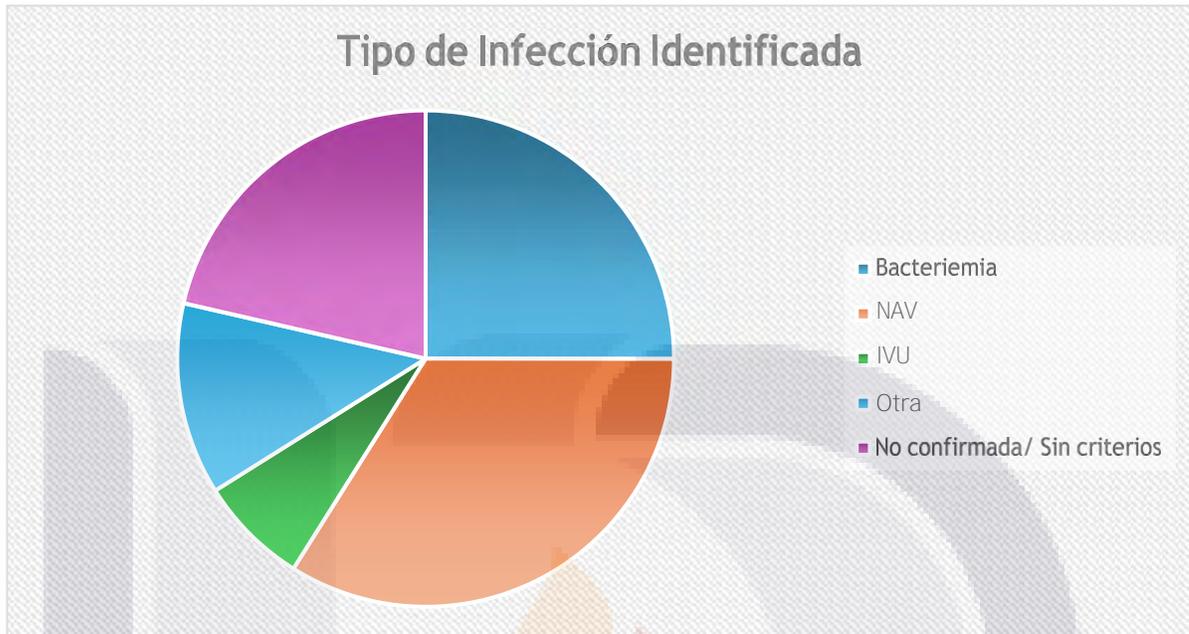


Ilustración 6 Distribución de frecuencia de los tipos de infecciones encontradas en el estudio

En nuestra investigación encontramos que la neumonía asociada a ventilación mecánica fue el tipo de infección identificada con mayor frecuencia, con un 33.9% de los casos (19 casos en total), seguido de bacteriemia con una frecuencia del 25% (14 casos). Llama la atención que hasta un 21.4% de las infecciones confirmadas realmente no cumplieron con criterios para su diagnóstico o no se lograron confirmar completamente, más, sin embargo, por la presencia de sospecha de infección, y al ser pacientes con factores de riesgo y estado de salud crítico recibieron manejo antibiótico de acuerdo con el criterio clínico del médico tratante.

Un criterio importante para la confirmación de un proceso infeccioso, común en cualquier diagnóstico infectológico, es la identificación y aislamiento del agente etiológico, lo cual se logró en 22 pacientes, correspondiente a un 53.6%, de los 41 casos en los que se confirmó algún tipo de infección. Los agentes etiológicos identificados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6 Microorganismos aislados en el estudio

<b>Código</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Frecuencia (%)</b>	<b>Número de casos</b>
1	<i>S. aureus</i>	10	2
2	Otros estafilococos	5	1
4	<i>E. coli</i>	15	3
5	<i>Klebsiella spp</i>	5	1
7	<i>Pseudomonas spp</i>	15	3
8	<i>Stenotrophomonas spp</i>	15	3
10	<i>Enterobacter spp</i>	20	4
11	Otros Bacilos Gram Negativos	10	2
12	Otros Cocos Gram Positivos	10	2
14	Otros Cocos Gram Negativos	10	2

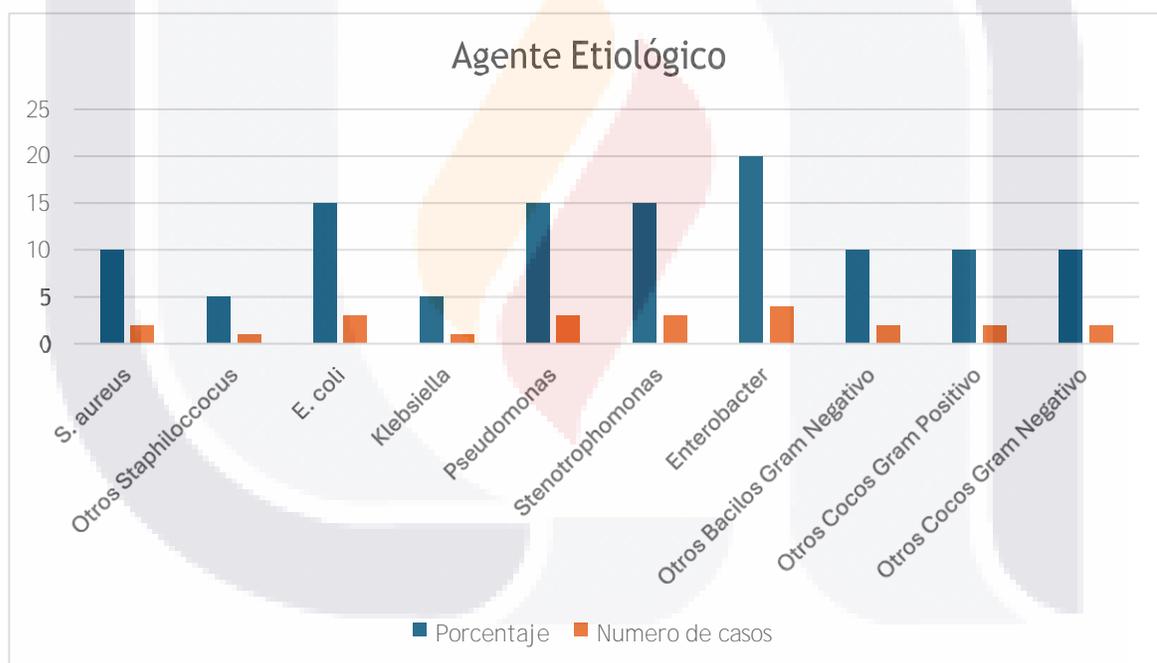


Ilustración 7 Agentes etiológicos aislados en la población estudiada

El tratamiento antibiótico administrado fue dirigido al tipo de infección sospechada, la gravedad clínica y las resistencias bacterianas identificadas en la institución, de acuerdo con ello, se identificaron los siguientes esquemas antimicrobianos administrados:

Tabla 7 Esquemas Antibióticos indicados

<b>Primer esquema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Segundo esquema</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Número de casos</b>
<b>Ceftriaxona/ Dicloxacilina</b>	13.42	7	Cefepime/ Vancomicina	20.83	5
<b>Ceftriaxona</b>	11.53	6	Clindamicina/ Cefuroxima	4.16	1
<b>Cefuroxima</b>	3.84	2	Meropenem/ Dicloxacilina	4.16	1
<b>Ceftriaxona/ Clindamicina</b>	3.84	2	Ciprofloxacino	16.66	4
<b>Cefepime/ Dicloxacilina</b>	1.92	1	Meropenem	16.66	4
<b>Cefepime/ Clindamicina</b>	30.76	16	Meropenem/ Vancomicina	12.5	3
<b>Piperacilina/ Tazobactam</b>	5.76	3	Meropenem/ Levofloxacino	4.16	1
<b>Peperacilina/ Tazobactam, Vancomicina</b>	5.76	3	Vancomicina	4.16	1
<b>Cefepime/ Vancomicina</b>	7.69	4	Clindamicina	4.16	1
<b>Meropenem/ Vancomicina</b>	9.61	5	Piperacilina/ Tazobactam, Vancomicina	4.16	1
<b>Ceftazidima/ Clindamicina</b>	1.92	1	Trimetoprim/ Sulfametoxazo l	4.16	1
<b>Cefepime</b>	1.92	1	Cefepime/ Amikacina	4.16	1
<b>Ciprofloxacino</b>	1.92	1			

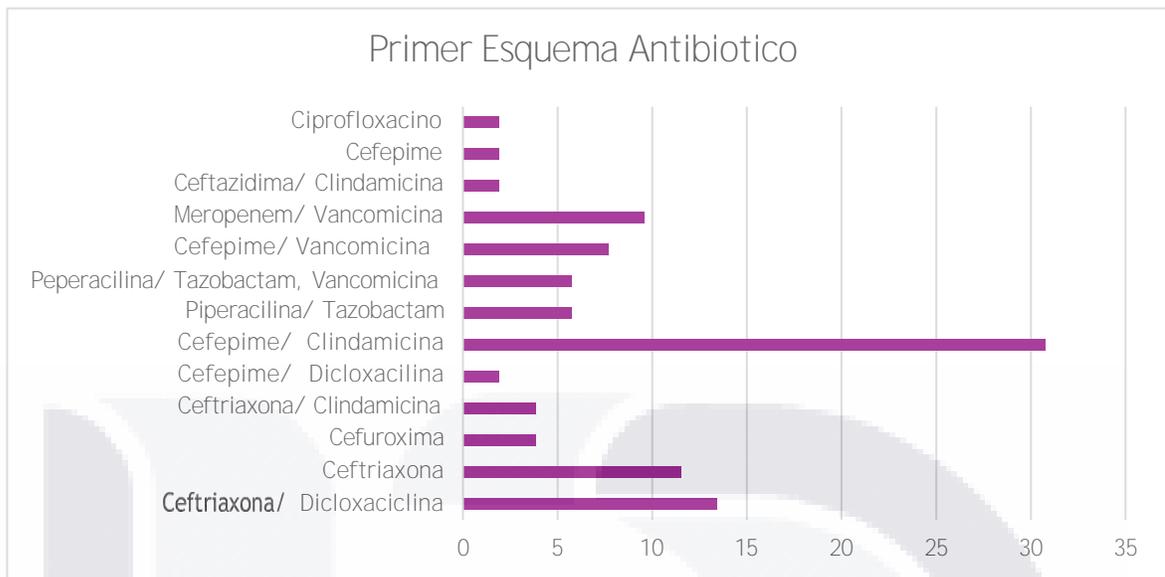


Ilustración 8 Distribución de frecuencias del primer esquema antibiótico utilizado

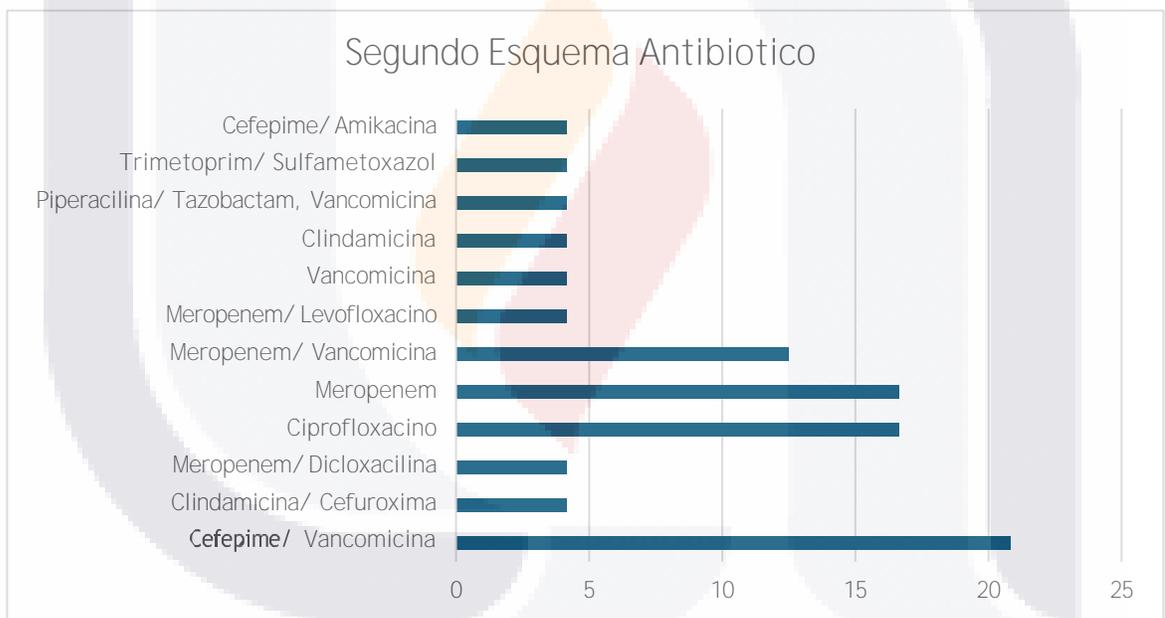


Ilustración 9 Distribución del Segundo Esquema antibiótico utilizado

Se dio tratamiento antibiótico a 52 pacientes, más de los 41 casos en los que se confirmó proceso infeccioso, de acuerdo con el criterio médico. De los 52 que recibieron tratamiento antibiótico de manera inicial, 24 requirieron un cambio de esquema, un 46.15% de los mismos. La descripción de estos se resume en la tabla previa. Los esquemas antibióticos iniciales más frecuentes fueron cefepime/ clindamicina con un total de 16 casos, con una frecuencia de 30.76%, y en segundo lugar ceftriaxona/ dicloxacilina, con 7 casos y una frecuencia de 13.42%.

De los 24 pacientes que requirieron un cambio en el esquema de tratamiento antibiótico, los más frecuentes fueron cefepime/ vancomicina, con 5 casos, correspondiente a un

20.83% de los casos, seguido por ciprofloxacino y meropenem como monoterapia, con una frecuencia de 16.66% cada uno (4 casos cada esquema).

En lo que respecta a los biomarcadores inflamatorios, los niveles de PCR oscilan entre 0.03 mg/l y 411 mg/l (media = 50.24 mg/l, DE = 80.45), mientras que los niveles de PCT tuvieron una media de 28.28 ng/ml (DE = 49.69), con un rango de 0.05 ng/ml a 200 ng/ml.

Tabla 8 Sospecha de Infección\* Infección Confirmada

<b>SOSPECHA DE INFECCIÓN</b>	<b>INFECCIÓN CONFIRMADA</b>				<b>Total</b>	
	<b>SIN INFECCIÓN</b>		<b>INFECCIÓN</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>		
	76	80.9%	1	2.3%	77	55.8%
	18	19.1%	43	97.7%	61	44.2%
<b>TOTAL</b>	94	100.0%	44	100.0%	138	100.0%

El 97.7% de los pacientes con sospecha de infección tenían una infección confirmada, mientras que solo el 2.3% de los pacientes sin sospecha resultaron tener una infección confirmada (Chi Cuadrado de Pearson = 75.032,  $p < 0.001$ ) 19% sin infección tuvo sospecha de infección.

En los pacientes que no utilizaron bomba, el 100% de aquellos con sospecha de infección, desarrollaron una infección confirmada, mientras que el 89.7% de los pacientes sin sospecha no presentaron infección. En contraste, en los pacientes que utilizaron bomba, el 74.5% de los pacientes sin sospecha no presentaron infección ( $p = 0.01$ ).

Los pacientes con infección confirmada presentaron niveles de procalcitonina con una media de 38.3661 ng/ml, DE = 56.05618 en comparación con los pacientes sin infección, media = 16.5958 ng/ml, DE = 38.63957 ( $p = 0.47$ ).

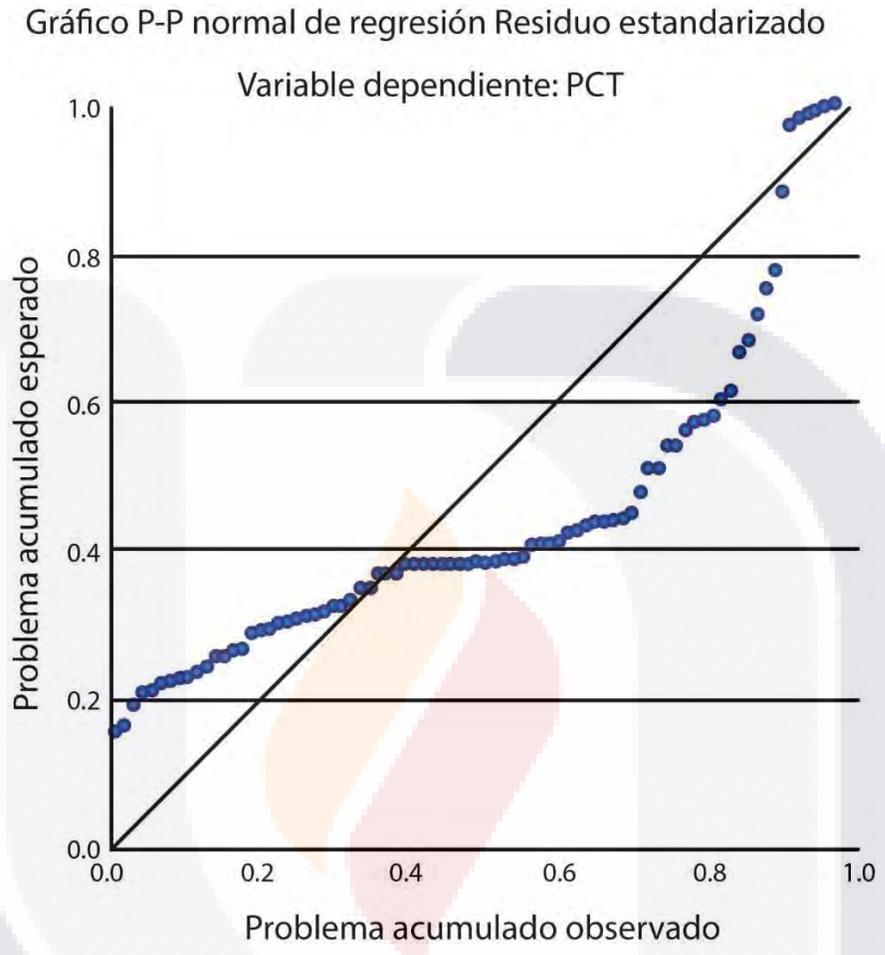
Los pacientes que fallecieron presentaron niveles de procalcitonina (media = 83.65 ng/ml, DE = 81.77) en comparación con los pacientes que sobrevivieron (media = 15.88 ng/ml, DE = 27.56).

La correlación entre el tiempo de bomba y la procalcitonina es de 0.231 ( $p = 0.01$ ) ( $n = 82$ ).

El tiempo de uso de la bomba de 0 (es decir, no se usa bomba), el nivel promedio de procalcitonina es de 15.116 ng/ml ( $B = 15.16$ ): por cada unidad adicional en tiempo de bomba el nivel de procalcitonina incrementa 0.171 ( $B = 0.171$ ) predictor significativo ( $p = 0.038$ ).

<b>Modelo</b>	<b>Coefficientes no Estandarizado</b>			<b>t</b>	<b>Sig.</b>
	<b>B</b>	<b>Desv. Error</b>	<b>Beta</b>		
1 (Constante)	15,116	8,199		1,844	0,069
TIEMPOBOMBA	0,171	0,081	0,231	2,125	0,037

a Variable dependiente: PCT



*Ilustración 10 En general, los puntos se alinean razonablemente bien con la línea diagonal, especialmente en la parte central, lo que sugiere que la distribución de los resultados es cercana a una distribución normal*

Los niveles de procalcitonina en pacientes con infección confirmada tiene un promedio de 39.54 ng/ml (DE=66.32), en comparación con aquellos sin infección con una media de 19.81 ng/ml (DE=48.37) (p=0.310), la prueba t de muestras independientes indicaron una diferencia de medias de 19.74 ng/ml (IC de 95%: [-58.66, 19.19]).

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Se realizó el análisis de 138 pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos posterior a un procedimiento quirúrgico cardíaco, en los que encontramos que las cardiopatías más frecuentes fueron la comunicación interventricular, persistencia de conducto arterioso y comunicación interauricular, datos que son congruentes con la bibliografía, que nos marca que las cardiopatías presentes en la infancia que requieren manejo quirúrgico, ya sea de modo terapéutico o paliativo son la comunicación interventricular, comunicación interauricular, persistencia de conducto arterioso, seguida de Tetralogía de Fallot, transposición de grandes arterias, coartación de aorta y atresia tricúspidea y pulmonar, también reportados en nuestra población, aunque con menor frecuencia, ya que en nuestro estudio se reportaron 18, 2, 6, 11 y 6 casos respectivamente.<sup>16,17,18</sup>

Las complicaciones más frecuentes asociadas a la cardiopatía congénita son la hipertensión pulmonar, que fue la más frecuente de las patologías asociadas que encontramos en el estudio, otras son la insuficiencia cardíaca y el retraso del crecimiento, de éstas la segunda se menciona en el estudio como desnutrición, presente en el 11.4% de los pacientes estudiados. La insuficiencia cardíaca como tal no se incluyó en los diagnósticos, esto lo podemos asociar a que la mayoría de los pacientes que ingresan para este tipo de procedimientos se ingresan programados y por lo tanto estables, lo que podría explicar que no se refiera como diagnóstico en los casos estudiados.

De acuerdo con la literatura, las genopatías que con mayor frecuencia asocian alguna cardiopatía, las más frecuentes son la trisomía 21 o Síndrome de Down, la delección 22q11.2 (Síndrome de DiGeorge), monosomía X (Síndrome de Turner), Síndrome de Noonan y Síndrome de Alagille<sup>19</sup> en nuestro estudio solo se identificaron como tal el síndrome de Down y el Síndrome de Turner, de los previamente mencionados, sin embargo no se descarta la presencia de alguna de las otras genopatías mencionadas en la bibliografía en los pacientes que se dio diagnóstico de genopatía, sin otra especificación.

Se encontró una prevalencia del 31% de lesión renal aguda, siendo el grado AKI I la más frecuente. La presencia de algún grado de lesión renal en pacientes sometidos a cirugía cardíaca es esperada, ya que es una complicación frecuente y bien documentada de este tipo de procedimientos, en especial cuando se realiza derivación cardiopulmonar durante el procedimiento quirúrgico. Cuando la lesión es prolongada o grave se asocia además a estancia prolongada en la unidad de cuidados intensivos y hospitalaria, a uso prolongado de ventilación mecánica y a mayor mortalidad.<sup>20</sup>

De los procesos infecciosos más frecuentes que se han identificado en este tipo de población, la neumonía asociada a ventilación mecánica y la sepsis (bacteriemia) son los las más frecuentes.<sup>16</sup> Datos que son congruentes con lo encontrado, en donde la neumonía asociada a ventilación mecánica se identificó en un 33.9% de los pacientes que desarrollaron alguna infección confirmada, seguido por bacteriemia, en un 25% de los casos. En un tercer lugar, con un 21.4% de los casos no se logró confirmar un diagnóstico.

La Proteína C Reactiva (PCR), presentó un incremento importante en aquellos que se confirmó un proceso infeccioso, seguida por los casos en los que se usó bomba extracorpórea. Lo anterior es de esperar, dado que la PCR es un marcador de inflamación, lo cual ocurre tanto por el uso de bomba de circulación extracorpórea como en un proceso infeccioso.

Los análisis descriptivos de los niveles de procalcitonina (PCT) en relación con la infección confirmada mostraron diferencias significativas entre los grupos. Los pacientes con infección confirmada mostraron diferencias significativas entre los grupos. Los pacientes con infección confirmada presentaron niveles de PCT notablemente más altos (media = 38.3661 ng/ml, DE = 56.05618) en comparación con los pacientes sin infección confirmada (media = 16.5958 ng/ml, DE = 38.63957).

La mayor variabilidad en los niveles de PCT observada en el grupo con infección confirmada (DE = 56.05618) sugiere que, aunque en promedio los pacientes con infección presentan niveles elevados, algunos casos presentan una dispersión más amplia de los valores. Por otro lado, los pacientes sin infección confirmada mostraron menor variabilidad en sus niveles de PCT.

Estos resultados sugieren que los niveles de PCT pueden estar relacionados con la presencia de infección confirmada, siendo más altos en los pacientes infectados. Sin embargo, la alta variabilidad dentro del grupo de infección confirmada sugiere que otros factores podrían estar influyendo en los niveles de PCT, lo que requiere un análisis adicional.

El análisis de correlación entre los niveles de procalcitonina (PCT) y el tiempo de uso de bomba mostró una relación positiva débil ( $r = 0.231$ ), lo que sugiere que a medida que aumenta el tiempo de uso de la bomba, los niveles de PCT tienden a aumentar. Aunque la relación es débil, el valor de  $p=0.018$  indica que esta correlación es estadísticamente significativa.

Estos resultados sugieren que el tiempo que los pacientes pasan conectados a la bomba podría estar asociado con niveles más altos de procalcitonina, lo que podría reflejar una mayor respuesta inflamatoria en aquellos pacientes que requieren un mayor soporte con la bomba. Este hallazgo es coherente con la función de la PCT como marcador inflamatorio y destaca la importancia de monitorizar tanto el tiempo de uso de la bomba como los niveles de PCT en pacientes críticos.

El análisis de regresión lineal mostró que el tiempo de uso de bomba es un predictor significativo de los niveles de procalcitonina (PCT). Por cada unidad adicional de tiempo de uso de bomba, los niveles de procalcitonina aumentan en 0.171 ng/ml ( $p = 0.037$ ). El coeficiente estandarizado (Beta = 0.231) sugiere que el tiempo de uso de la bomba tiene una influencia moderada en los niveles de procalcitonina.

El intervalo de confianza del 95% para el coeficiente del tiempo de uso de bomba (0.011 a 0.332) no incluye el valor de 0, lo que refuerza la significancia estadística de este predictor. Esto indica que el tiempo de uso de bomba tiene un impacto positivo y confiable en los niveles de procalcitonina de los pacientes.

Estos hallazgos apoyan la utilidad de la procalcitonina como un marcador potencial para identificar pacientes en riesgo, pero también sugieren la necesidad de combinar este marcador con otros parámetros clínicos para mejorar la precisión en la evaluación del pronóstico de mortalidad en pacientes críticos.



## CONCLUSIONES

El análisis de los niveles de procalcitonina (PCT) evidenció una relación significativa con la presencia de infección confirmada y el tiempo de uso de bomba. Los pacientes con infección confirmada presentaron niveles de PCT significativamente más altos en comparación con los pacientes sin infección, lo que respalda su utilidad como marcador diagnóstico. Sin embargo, la alta variabilidad observada en el grupo infectado sugiere que otros factores podrían influir en los niveles de PCT, requiriendo un análisis más profundo.

Además, la correlación positiva débil pero estadísticamente significativa entre el tiempo de uso de bomba y los niveles de PCT indica una posible asociación entre la duración del soporte mecánico y la respuesta inflamatoria. El análisis de regresión lineal refuerza esta relación al identificar el tiempo de uso de bomba como un predictor significativo del aumento en los niveles de PCT.

En conjunto, estos hallazgos destacan el valor de la PCT como un marcador inflamatorio relevante en pacientes críticos. No obstante, se recomienda integrar este parámetro con otros indicadores clínicos para optimizar su precisión en la evaluación del estado inflamatorio y el pronóstico de estos pacientes.

Los datos encontrados en cuanto a las características de la población estudiada, edad, tipos de cardiopatías, evolución, nos dice que es una población representativa en la que se puede continuar realizando estudios en cuanto al tema antes descrito, ya que de acuerdo con lo encontrado hay más factores que influyen sobre los niveles de procalcitonina, más allá de la bomba extracorpórea y la infección.

## GLOSARIO

**Antibiótico:** sustancia química con la capacidad de detener el crecimiento de tipos específicos de bacterias o de causarles la muerte.

**Atresia:** orificio o conducto normal del cuerpo que no se encuentra perforado

**Bacteriemia:** se refiere a la identificación de bacterias viables dentro del torrente sanguíneo

**Bandaje pulmonar:** intervención quirúrgica realizada con el fin de disminuir el flujo sanguíneo hacia la arteria pulmonar en ciertas cardiopatías congénitas

**Biomarcador:** sustancia especial utilizada para indicar la presencia de material biológico o proceso fisiológico, empleado como método diagnóstico en algunas enfermedades específicas

**Bloqueo AV:** alteración eléctrica del corazón, en donde el impulso eléctrico originado en el nodo sinusal sufre una interrupción parcial o total en su paso de las aurículas a los ventrículos

**Bomba de circulación extracorpórea:** dispositivo médico utilizado en ciertas cirugías cardíacas que suplente la función del corazón y los pulmones, desviando el flujo sanguíneo de estos órganos a la máquina para que oxigene la sangre y la impulse nuevamente al cuerpo para que continúe circulando.

**Bypass:** procedimiento quirúrgico que se realiza con el fin de salvar una obstrucción en algún conducto anatómico

**Canal AV:** cardiopatía congénita en donde existe un defecto completo en el desarrollo de los cojines endocárdicos.

**Choque:** situación clínica grave en la que existe una disminución de la perfusión tisular que puede llevar a la muerte

**Coartación de aorta:** cardiopatía congénita en la que existe una zona de estrechamiento y obstrucción de flujo en la Aorta

**Coartectomía:** Procedimiento quirúrgico en el que se realiza la resección de la zona de estrechamiento en la aorta, con la posterior reconexión de los cabos para restaurar la circulación normal por la Aorta.

**Comorbilidades:** Presencia de dos o más enfermedades en una persona

**Conexión anómala de venas pulmonares:** cardiopatía congénita en la que las venas pulmonares no desembocan en su lugar correspondiente en la aurícula izquierda

**Doble salida del ventrículo derecho:** cardiopatía congénita en la que la aorta y la arteria pulmonar no se conectan en sus sitios habituales, sino que ambos se originan del ventrículo derecho de manera parcial o total.

**Estenosis:** área de estrechamiento anatómico anormal

Fístula: conexión anómala que se forma entre dos órganos o puede darse entre un órgano y la piel

Gran quemado: persona con quemaduras extensas que rebasan en 25% de la superficie corporal en adultos y un 20% en niños

Heterotaxia: defecto congénito en el que los órganos abdominales y/o torácicos se encuentran alineados de manera incorrecta en el cuerpo

Infección confirmada: proceso clínico que cumple con criterios diagnósticos de acuerdo con cada patología o enfermedad.

Persistencia de conducto arterioso: cardiopatía congénita que ocurre cuando el conducto arterial entre la aorta y la arteria pulmonar no se cierra de manera fisiológica al nacimiento

Procalcitonina: proteína sérica utilizada para el diagnóstico de infecciones bacterianas graves

Sepsis: respuesta exagerada del cuerpo a un proceso infeccioso que pone en peligro la vida

Tetralogía de Fallot: cardiopatía congénita caracterizada por la coincidencia de cuatro defectos cardíacos (comunicación interventricular, cabalgamiento de la aorta, estenosis pulmonar e hipertrofia del ventrículo derecho)

Transposición de grandes arterias: cardiopatía congénita en la que el sitio de origen de la aorta y la arteria pulmonar se invierten.

Tronco arterioso: cardiopatía congénita en la que un solo vaso sanguíneo sale del corazón, en lugar de dos vasos separados, la arteria pulmonar y la aorta

Ventrículo único: cardiopatía congénita en la que no se forma de manera adecuada el tabique interventricular, dando lugar a que solo haya un ventrículo, en lugar de dos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De Rubens-Figueroa J et al. Frecuencia de cardiopatías congénitas y adquiridas en 4,544 niños. Estudio basado en ecocardiografía. *Arch Cardiol Méx* 2021;91(4):407-414.
2. Calderón-Colmenero Juan. La regionalización de la atención de cardiopatías congénitas: una meta pendiente. *Arch. Cardiol. Méx.* 2019;89(2):150-159.
3. Samsudin I, Vasikaran SD. Clinical Utility and Measurement of Procalcitonin. *Clin Biochem Rev.* 2017 Apr;38(2):59-68. PMID: 29332972; PMCID: PMC5759088.
4. Zant, Robert MD1,2; Stocker, Christian MD, FMH (CH), FCICM1,3; Schlapbach, Luregn Jan MD, FCICM1,3,4; Mayfield, Sara BHScNurs1,3; Karl, Tom MD, FRACS5,6; Schibler, Andreas MD, FMH (CH), FCICM1,3. Procalcitonin in the Early Course Post Pediatric Cardiac Surgery. *Pediatric Critical Care Medicine* 17(7):p 624-629, July 2016. | DOI: 10.1097/PCC.0000000000000751
5. Horns H, Draenert R, Nistal M. Procalcitonin (PCT) [Procalcitonin]. *MMW Fortschr Med.* 2021 Jun;163(11):54-55.
6. Becker KL, Nylen ES, White JC, Müller B, Snider RH. Procalcitonin in sepsis and systemic inflammation: a harmful biomarker and a therapeutic target. *Br J Pharmacol.* 2010.
7. Simon L, Gauvin F, Amre DK, Saint-Louis P, Lacroix J. Serum procalcitonin and C-reactive protein levels as markers of bacterial infection: a systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 2004..
8. Meisner M. Pathobiochemistry and clinical use of procalcitonin. *Clin Chim Acta.* 2002.
9. Bobillo-Pérez S, Girona-Alarcón M, Sole-Ribalta A, Guitart C, Felipe A, Hernández L, et al. Infection...what else? The usefulness of procalcitonin in children after cardiac surgery. *PLoS One.* 2021;16(10):e0254757
10. Blue G, Kirk E, Giannoulatou E, et al. Advances in the genetics of congenital heart disease: A clinician's guide. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(7):859-870.
11. Schlapbach LJ, Watson RS, Sorce LR, et al. International Consensus Criteria for Pediatric Sepsis and Septic Shock. *JAMA.* 2024;331(8):665-674.
12. Instituto Mexicano del Seguro Social. Guía de Práctica Clínica "Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica. IMSS-624-13
13. Bobillo-Perez S, Sole-Ribalta A, Balaguer M, Esteban E, Girona-Alarcon M, Hernandez-Platero L, et al. (2019) Procalcitonin to stop antibiotics after cardiovascular surgery in a pediatric intensive care unit–The PROSACAB study. *PLoS ONE* 14(9): e0220686
14. Séguéla PE, Joram N, Romefort B, Manteau C, Orsonneau JL, Branger B, Gournay

V, Rozé JC, Gras-Le Guen C. Procalcitonin as a marker of bacterial infection in children undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Cardiol Young*. 2011 Aug;21(4):392-9

15. García IJ, Gargallo MB, Torné EE, Cambra FJ, Viñas AT, Tolosa CV, Rico AP. Procalcitonin: A useful biomarker to discriminate infection after cardiopulmonary bypass in children. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(4):441-445.
16. Baker EJ, Macartney FJ. Cardiac surgery in the neonate and infant. *Pediatr Cardiol*. 2008;29(1):113-124.
17. López L, Colan SD, Frommelt PC, Ensing GJ, Kendall K, Younoszai A, et al. Recommendations for quantification methods during the performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(5):465-495.
18. Hoffman JI, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(12):1890-1900
19. Blue G, Kirk E, Giannoulatou E, et al. Advances in the genetics of congenital heart disease: A clinician's guide. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(7):859-870.
20. Sullivan E, Melink K, Pettit K, Goldstein SL, Zang H, Ollberding NJ, SooHoo M, Alten JA, Stanski NL, Gist KM. Prediction of cardiac surgery-associated acute kidney injury using response to loop diuretic and urine neutrophil gelatinase-associated lipocalin. *Pediatr Nephrol*. 2024;39(12):3597-3606. doi: 10.1007/s00467-024-06469-4. Epub 2024 Aug 9. PMID: 39120723; PMCID: PMC11511769











