



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES  
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
"CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO"

TESIS

**"NIVEL DE LACTATO COMO PREDICTOR DE  
MORTALIDAD EN UTIP DE PACIENTES SOMETIDOS A  
CIRUGÍA CARDÍACA"**

PRESENTA:

**KAREN VIRAMONTES OLMOS**

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:

**PEDIATRÍA MÉDICA**

ASESOR:

**DR. RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA**

**AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES, MARZO 2025**

## APROBACIONES



### COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/135/24  
Aguascalientes, Ags., a 15 de noviembre de 2024

DR. RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA  
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:

"Nivel de lactato como predictor de mortalidad en UTIP de pacientes sometidos a cirugía cardíaca"

Autores: **DR. KAREN VIRAMONTES OLMOS**

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: **2024-R-37**

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\*



449 9 94 67 20

www.ssea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morin S/N  
Fracc. Alameda, C.P. 20259





Aguascalientes, Aguascalientes a 11 de Diciembre de 2024

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

PRESENTE

Estimado doctor, en respuesta a la petición hecha por la doctora Karen Viramontes Olmos relacionada a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**“NIVEL DE LACTATO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN UTIP DE PACIENTES  
SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA”**

Me permito informarle que, una vez corregido y aceptado el documento, considero que cumple cabalmente con los requisitos para su aceptación e impresión final.

Sin más por el momento, le extiendo un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda

Asesor clínico y metodológico de Tesis – Profesor del núcleo académico del posgrado en  
Pediatria Médica



449 9 94 67 20

[www.issea.gob.mx](http://www.issea.gob.mx)

Av. Manuel Gómez Morin S/N  
Col. Estación La Alameda, C.P. 20259





CARTA DE VOTO APROBATORIO INDIVIDUAL

Dr. en Farm. Sergio Ramírez González

Decano del Centro de Ciencias de la Salud

**PRESENTE**

Por medio de la presente como **ASESOR** designado de la estudiante: **Karen Viramontes Olmos** con ID. 16208 quien realizó la tesis titulada: **“NIVEL DE LACTATO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN UTIP DE PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA”**, 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 imprimirla así como para continuar con el proceso administrativo para la obtención de grado.

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

**ATENTAMENTE**

**“Se Lumen Proferre”**

**Aguascalientes, Aguascalientes a 11 de Diciembre de 2024**

**Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda**

**Tutor de Tesis**

**Profesor del núcleo académico del posgrado en Pediatría Médica**



449 9 94 67 20

[www.issea.gob.mx](http://www.issea.gob.mx)

Av. Manuel Gómez Morin S/N  
Col. Estación La Alameda, C.P. 20259







AUTORIZACIONES

"NIVEL DE LACTATO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN UTIP DE PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA"

Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda

Profesor del núcleo académico del Posgrado en Pediatría Médica y Asesor de Tesis

Dr. Rosendo Sánchez Anaya

Jefe del Departamento de Pediatría Médica

Dra. Elva Jeanette Aguado Barrera

Profesora titular del posgrado de Pediatría Médica

Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla

Jefe del departamento de Enseñanza e Investigación



Aguascalientes, Ags, a 11 de Diciembre del 2024



449 994 67 20

www.issea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morin S/N Col. Estación La Alameda, C.P.20259





DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



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

NOMBRE: VIRAMONTES OLMOS KAREN ID 345563

ESPECIALIDAD: EN PEDIATRÍA MÉDICA LGAC (del posgrado): CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MORBIMORTALIDAD PEDIÁTRICA

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

TÍTULO: NIVEL DE LACTATO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN UTIP DE PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): USO DEL LACTATO COMO UN INDICADOR TEMPRANO DE COMPLICACIONES POSTQUIRÚRGICAS

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la calificación 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, tecnológica 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 interesado 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, Besar el reglamento de los alumnos.

BMHIM - Artículo registrado correctamente

OM

Online submission manuscript<no-reply@permanyemail.com>

Para: Usted

Vie 27/12/2024 01:39 PM



Estimado/a Dr/Dra Karen,

Gracias por su interés en nuestra publicación. Le confirmamos que el artículo ["Nivel de lactato como predictor de mortalidad en UTIP de pacientes sometidos a cirugía cardíaca"](#) (BMHIM/0183/24) se ha registrado correctamente en nuestro sistema.

El Comité Editorial de Boletín Infantil con todo gusto revisará su manuscrito y en breve nos comunicaremos con Usted.

Muchas gracias y saludos cordiales,

La editora,  
BMHIM



Temistocles 315, Dept. 404, Col Polanco, Del. Miguel Hidalgo  
México D.F., 11560 | [ricardo.mocales@permanyer.com](mailto:ricardo.mocales@permanyer.com)



Karen ▾

AUTOR ▾

## ARTÍCULOS

10 items/página

Buscar...

CÓDIGO	TÍTULO	ESTADO
BMHIM/0183/24	Nivel de lactato como predictor de mortalidad en UTIP de pacientes sometidos a cirugía cardíaca	Pendiente de validación

Mostrando registros del 1 al 1 de un total de 1 registros

Anterior 1 Siguiente

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a mi familia por creer en mí, por inspirarme y motivarme siempre a seguir adelante. Los amo, este logro también es suyo.

A Gerardo, mi futuro esposo, por ser mi compañero incondicional y darme tanto amor y apoyo. Te amo para siempre.

Agradezco al Centenario Hospital Miguel Hidalgo por permitirme desarrollarme como médico especialista, por darme la experiencia y las bases necesarias para dedicarme a los más pequeños.

A mis maestros por su orientación académica, por compartir sus conocimientos, sus consejos, su paciencia, y sobre todo por su apoyo incondicional. Siempre los llevaré en mi corazón.

A mis compañeros de residencia que se convirtieron en mi familia, por darme su amistad y ser mi soporte emocional en tantos momentos que vivimos juntos.



## ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>17</b>
6.1	TIPO DE ESTUDIO.....	17
6.2	DISEÑO METODOLÓGICO.....	17
6.3	LÍMITES DE ESPACIO Y TIEMPO.....	17
6.4	POBLACIÓN .....	17
6.5	MUESTRA .....	17
6.6	VARIABLES .....	17
6.7	INSTRUMENTO.....	17
6.8	PROCEDIMIENTOS.....	18
6.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	18
6.10	RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y ECONÓMICOS .....	18
6.11	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	19
6.12	CONSIDERACIONES ÉTICO Y LEGALES.....	19
<b>7</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>GLOSARIO</b> .....	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>35</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS O APÉNDICES</b> .....	<b>39</b>
A.	VARIABLES .....	39
B.	INSTRUMENTO.....	55
C.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	56
D.	CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	56

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Correlación Spearman .....	23
Tabla 2. Variables.....	55
Tabla 3. Instrumento .....	55
Tabla 4. Cronograma de actividades.....	56



**ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS**

Ilustración 1. Diagrama de caja .....21  
Ilustración 2. Histograma.....22  
Ilustración 3. Matriz de correlación de Spearman.....24  
Ilustración 4. Comparación de mortalidad por concentración de lactato .....25  
Ilustración 5. Curva ROC.....28  
Ilustración 6. Histogramas concentración de lactato.....28



## ACRÓNIMOS

**CEC** Circulación extracorpórea

**CHMH** Centenario Hospital Miguel Hidalgo

**FOM** Falla orgánica múltiple

**K** Potasio

**L/P** Relación lactato / piruvato

**mEq/l** Miliequivalente por litro

**mmol/L** Milimol por litro

**NA** Sodio

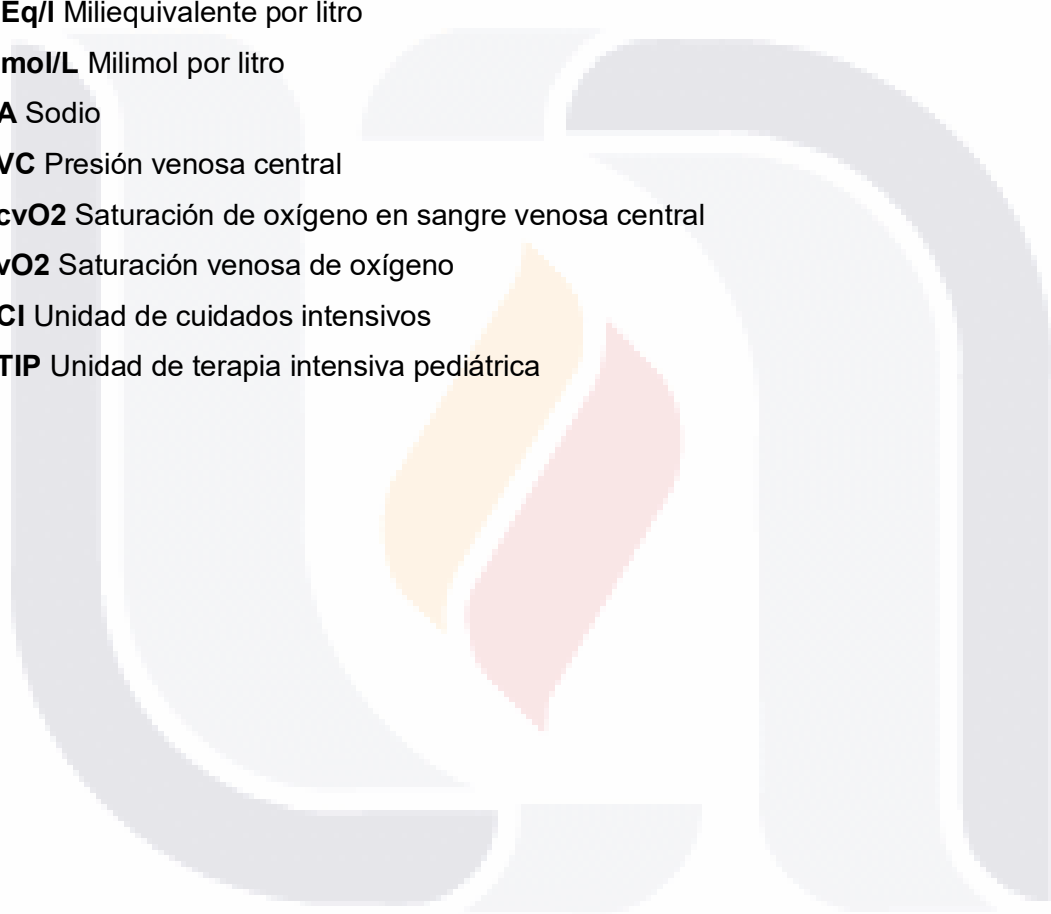
**PVC** Presión venosa central

**ScvO<sub>2</sub>** Saturación de oxígeno en sangre venosa central

**SvO<sub>2</sub>** Saturación venosa de oxígeno

**UCI** Unidad de cuidados intensivos

**UTIP** Unidad de terapia intensiva pediátrica



## RESUMEN EN ESPAÑOL

**Introducción:** Los defectos cardíacos congénitos a menudo implican intervenciones quirúrgicas complejas. Los pacientes que se someten a una cirugía cardíaca están expuestos a complicaciones postoperatorias que pueden resultar en mortalidad.

**Objetivo:** Determinar el punto de corte del nivel de lactato como predictor de mortalidad de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca en terapia intensiva.

**Materiales y métodos:** Se realizó una investigación descriptiva y relacional, fue un método no experimental, medición longitudinal y retrospectivo. Se realizó en el CHMH, en el período de tiempo de Enero 2017 a Enero 2023. La población fueron pacientes pediátricos postoperados de cirugía cardíaca en el CHMH en dicho período. La muestra de pacientes fueron 193, se aplicaron criterios de inclusión, exclusión y eliminación, quedando un total de 170 pacientes. Se utilizó microsoft excel para realizar la base de datos, posteriormente se realizó el análisis estadístico mediante el software SPSS.

**Resultados:** Se incluyeron 170 pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca. 53.5% fueron femeninos, 46.5% fueron masculinos. El 86.5% sobrevivieron, mientras que 11.8% fallecieron. El nivel de lactato al ingreso presentó un rango de 0.4 a 4.4 mmol/L, con una media de 1.87 mmol/L (DE = 0.98 mmol/L). La edad tiene una correlación negativa y significativa con la morbimortalidad ( $r = -0.283$ ;  $p = 0.0016$ ). El tipo de cirugía presentó una correlación positiva y significativa con la morbimortalidad ( $r = 0.353$ ;  $p < 0.0001$ ). El lactato al ingreso mostró una correlación positiva y significativa con la morbimortalidad ( $r = 0.258$ ;  $p = 0.0043$ ). Un punto de corte de lactato en 1.80 mmol/L mostró un balance razonable entre sensibilidad (68.4%) y especificidad (58.6%), lo que permite identificar la mayoría de los pacientes en riesgo con una tasa moderada de falsos positivos.

**Conclusión:** El lactato está relacionado con la morbilidad y mortalidad en pacientes pediátricos que se someten a cirugía cardíaca. La medición del lactato en el período postoperatorio temprano puede identificar a los pacientes en riesgo y permitir intervenciones oportunas, contribuyendo así a mejorar los resultados clínicos en esta población.

**Palabras clave:** Lactato, postquirúrgico, cirugía cardíaca, mortalidad.



## ABSTRACT

**Introduction:** Congenital heart defects often involve complex surgical interventions. Patients undergoing cardiac surgery are exposed to postoperative complications that can result in mortality.

**Objective:** To determine the cut-off point of the lactate level as a predictor of mortality in patients undergoing cardiac surgery in intensive care.

**Materials and methods:** A descriptive and relational research was carried out, it was a non-experimental method, longitudinal and retrospective measurement. It was carried out at the CHMH, in the period of time from January 2017 to January 2023. The population was pediatric patients postoperatively undergoing cardiac surgery at the CHMH in said period. The sample of patients was 193, inclusion, exclusion and elimination criteria were applied, leaving a total of 170 patients. Microsoft Excel was used to create the database, and then statistical analysis was performed using SPSS software.

**Results:** 170 pediatric patients undergoing cardiac surgery were included. 53.5% were female, 46.5% were male. 86.5% survived, while 11.8% died. Lactate level on admission ranged from 0.4 to 4.4 mmol/L, with a mean of 1.87 mmol/L (SD = 0.98 mmol/L). Age had a negative and significant correlation with morbidity and mortality ( $r = -0.283$ ;  $p = 0.0016$ ). The type of surgery had a positive and significant correlation with morbidity and mortality ( $r = 0.353$ ;  $p < 0.0001$ ). Lactate on admission showed a positive and significant correlation with morbidity and mortality ( $r = 0.258$ ;  $p = 0.0043$ ). A lactate cut-off of 1.80 mmol/L showed a reasonable balance between sensitivity (68.4%) and specificity (58.6%), allowing the identification of most at-risk patients with a moderate rate of false positives.

**Conclusion:** Lactate is associated with morbidity and mortality in pediatric patients undergoing cardiac surgery. Lactate measurement in the early postoperative period may identify at-risk patients and allow timely interventions, thus contributing to improved clinical outcomes in this population.

**Keywords:** Lactate, postoperative, cardiac surgery, mortality.

## 1 INTRODUCCIÓN

Realizar una investigación sobre la relación entre los niveles de lactato en sangre y la mortalidad en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca en la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP) tiene como objetivo principal proporcionar conocimientos que pueden influir en la atención clínica y mejorar los resultados de salud de estos pacientes. Se esperan obtener los siguientes conocimientos:

- Obtener información sobre cómo varían los niveles de lactato en pacientes pediátricos tras una cirugía cardíaca, lo cual puede reflejar la respuesta metabólica y su perfusión tisular.
- Asociación entre niveles de lactato y resultados clínicos: Clarificar si niveles elevados de lactato están asociados con un aumento en la mortalidad u otras complicaciones postoperatorias en niños en UTIP, proporcionando así marcadores predictivos importantes.
- Identificar factores de riesgo: La correlación entre niveles de lactato y resultados adversos podría ayudar a identificar pacientes pediátricos con mayor riesgo de complicaciones, y así realizar monitorización más intensiva.
- Optimizar estrategias de manejo: Comprendiendo mejor esta relación podríamos implementar intervenciones terapéuticas más efectivas para mejorar los resultados, como intervenciones para mejorar la perfusión tisular.

El propósito fundamental es mejorar la atención médica y los resultados clínicos en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca en UTIP. Al comprender cómo los niveles de lactato en sangre se relacionan con la mortalidad y otros resultados adversos, se busca mejorar el pronóstico permitiendo identificar tempranamente a los pacientes en riesgo de complicaciones graves para implementar intervenciones preventivas oportunas, proporcionar evidencia que apoye la toma de decisiones clínicas y facilitar una terapéutica más individualizada y efectiva.

En resumen, investigar esta relación busca ampliar nuestro conocimiento y tener un impacto directo en la práctica clínica, mejorando así la calidad de vida y los resultados de los pacientes pediátricos críticamente enfermos en UTIP.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En UTIP, los pacientes sometidos a cirugía cardíaca tienen riesgos de complicaciones postoperatorias que pueden llevar a la mortalidad. Identificar de manera temprana los factores de riesgo que predicen la mortalidad es esencial para mejorar los resultados clínicos de estos pacientes.

Uno de los biomarcadores importantes es el nivel de lactato en sangre. El lactato es un producto metabólico que aumenta en respuesta a la hipoperfusión tisular y la demanda de oxígeno, lo que refleja la gravedad de la disfunción orgánica y la hipoxia celular. Los incrementos en los niveles de lactato pueden estar asociados con resultados adversos en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

En la bibliografía existe interés en la relación entre los niveles de lactato en sangre y la mortalidad en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca en UTIP; el lactato es un biomarcador metabólico ampliamente estudiado que refleja la perfusión tisular, siendo útil como indicador de gravedad y pronóstico.

Los estudios han demostrado que niveles elevados de lactato en sangre pueden asociarse con aumento en la mortalidad en adultos sometidos a cirugía cardíaca y en pacientes críticamente enfermos. Sin embargo, en pediatría y específicamente en pacientes post-cirugía cardíaca, la investigación es limitada y los resultados son menos consistentes. Algunos estudios sugieren que altos niveles de lactato en sangre podrían relacionarse con mayor riesgo de complicaciones postoperatorias y peores resultados en niños sometidos a cirugía cardíaca.

Existen varios vacíos del conocimiento:

- Deficiencia en estandarizar mediciones y criterios de lactato: Hay una variabilidad en los métodos de medición de lactato y los criterios para definir niveles elevados.
- Hay escasa comprensión de la causalidad: Aunque hay asociaciones entre niveles elevados de lactato y resultados adversos, se requieren más estudios para establecer una relación causal clara.
- Existen limitaciones en identificar puntos de corte: No está claro cuáles son los niveles específicos de lactato que predicen aumento en la mortalidad o complicaciones en niños post-cirugía cardíaca.

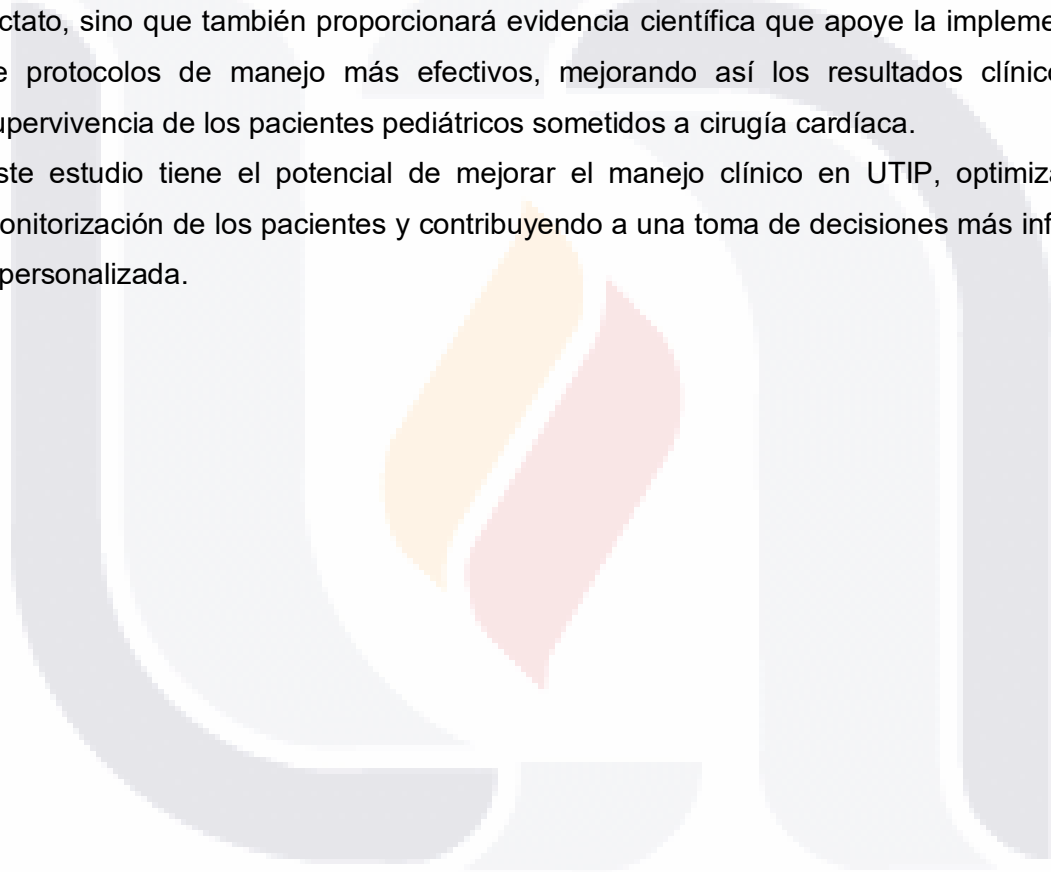
En resumen, aunque se reconoce la importancia del lactato como biomarcador en pacientes pediátricos post-cirugía cardíaca, aún existen vacíos en el conocimiento que deben

abordarse, esto permitirá comprender mejor la relación entre los niveles de lactato en sangre y la mortalidad en esta población, y detectar tempranamente a los pacientes en riesgo para poder realizar una intervención oportuna y así mejorar los resultados.

Por lo tanto, ante mi pregunta de investigación ¿Cuál es la relación entre los niveles de lactato en sangre y la mortalidad en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca en una UTIP?, surge la necesidad de examinar dicha relación.

La importancia y relevancia de esta investigación es que no solo contribuirá a la comprensión de los mecanismos fisiopatológicos subyacentes a los niveles elevados de lactato, sino que también proporcionará evidencia científica que apoye la implementación de protocolos de manejo más efectivos, mejorando así los resultados clínicos y la supervivencia de los pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca.

Este estudio tiene el potencial de mejorar el manejo clínico en UTIP, optimizando la monitorización de los pacientes y contribuyendo a una toma de decisiones más informada y personalizada.



### 3 MARCO TEÓRICO

La cirugía cardíaca pediátrica plantea un reto considerable en los países en desarrollo, donde su implementación comenzó a gestarse casi dos décadas más tarde que en las naciones desarrolladas. Las malformaciones congénitas graves ocasionan aproximadamente 7% de todas las muertes neonatales en el mundo, de las cuales 25% se deben a cardiopatías congénitas graves. La cirugía cardíaca congénita y las intervenciones cardiológicas en niños están volviéndose cruciales en la atención médica infantil en países en desarrollo. (1)

Los defectos cardíacos presentes en el nacimiento son los más frecuentes de todas las anomalías congénitas. Muchos de estos defectos conllevan alta morbilidad y mortalidad. En países desarrollados, los defectos cardíacos congénitos requieren mayores recursos médicos entre las hospitalizaciones pediátricas. Hitos históricos como el cierre del conducto permeable por Strieder y Gross en Boston (1937, 1938), la reparación de la coartación de la aorta por Craaford en Estocolmo (1944) y el procedimiento de derivación del "bebé azul" realizado por Blalock en Baltimore (1944) marcaron el inicio de las especialidades médicas y quirúrgicas de cardiología pediátrica y cirugía cardíaca congénita. Desde entonces, ha habido un avance durante siete décadas en cuanto a comprender la fisiología circulatoria y la anatomía anormal del corazón, así como desarrollar tecnología avanzada para la detección temprana y precisa de defectos cardíacos congénitos. Las innovaciones terapéuticas han salvado vidas y mejorado la calidad de vida de quienes viven con estas condiciones, maximizando la longevidad y optimizando el bienestar de los pacientes con enfermedades cardíacas congénitas. (2)

En los años setenta, la posibilidad de reparar de manera primaria formas complejas de cardiopatías congénitas en recién nacidos y lactantes comenzaba a ser una realidad. Para mediados de los años ochenta, la mayoría de las anomalías cardíacas congénitas se consideraban tratables mediante intervención médica. El avance en la cirugía cardíaca fue una parte de un panorama más amplio que incluyó el desarrollo de técnicas de diagnóstico menos invasivas y más precisas, el establecimiento de unidades de cuidados intensivos cardíacos pediátricos y la adopción de un enfoque multidisciplinario para el tratamiento de las cardiopatías congénitas. (2)

Es crucial identificar factores predictivos de complicaciones graves y muerte para asegurar el manejo óptimo y efectivo de pacientes con enfermedades cardíacas. Monitorizar con



análisis habituales de gases en sangre pueden revelar niveles insuficientes de oxígeno en los tejidos. El lactato, resultado del metabolismo anaeróbico, indica una posible falta de flujo sanguíneo adecuado a los tejidos y podría ser más sensible que otros métodos para detectar desequilibrios entre la oferta y la demanda de oxígeno. (3)

La hiperlactatemia es común durante y después de la cirugía cardíaca, y puede tener distintas causas que incluyen tanto hipoxia tisular como factores no relacionados con la falta de oxígeno, como la administración de fármacos, el uso de cardioplejía, la hipotermia y la derivación cardiopulmonar. (3)

Un aumento precoz en los niveles de lactato en la sangre después de una cirugía cardíaca congénita podría estar asociado con un aumento en el riesgo de complicaciones graves y mortalidad. (3)

Después de la cirugía cardíaca, la morbilidad y la mortalidad están estrechamente vinculadas al estado preoperatorio del paciente, así como a factores relacionados con la anestesia, la intervención quirúrgica y el manejo postoperatorio. Mantener una hemodinámica adecuada es crucial para mejorar los resultados tras la cirugía cardíaca. Por lo tanto, los marcadores de perfusión como la saturación de oxígeno venoso central y los niveles de lactato en sangre son herramientas fundamentales para monitorear el equilibrio entre el suministro y el consumo de oxígeno, y pueden ser útiles en el manejo de estos pacientes. Se observó que los pacientes que desarrollaron complicaciones mostraron niveles elevados de lactato inmediatamente después de ingresar a la unidad de cuidados intensivos. (3, 4)

La cirugía cardíaca puede desencadenar un desequilibrio entre la demanda y el suministro de oxígeno, resultando en hipoxia tisular y eventualmente en disfunción orgánica. Factores como una protección miocárdica insuficiente, isquemia residual y una prolongada duración de la circulación extracorpórea (CEC) aumentan el riesgo de hipoperfusión tisular y, por ende, de peores resultados después de la cirugía cardíaca. Estudios han demostrado que normalizar los niveles de lactato como objetivo terapéutico se asocia con reducción en la morbilidad y en la duración de la hospitalización para pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Investigaciones realizadas por Maillet y colaboradores indican que niveles elevados de lactato al ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI) se correlacionan con complicaciones como prolongación de la ventilación mecánica y estancias prolongadas en la UCI. (4)

El lactato puede desempeñar un papel crucial como factor de riesgo adicional, lo cual podría ser útil en la planificación perioperatoria para mejorar el seguimiento y tratamiento de los pacientes. (4)

En condiciones normales, se producen aproximadamente 1500 mmol de lactato diariamente en distintos órganos como los músculos, el intestino, los glóbulos rojos, el cerebro y la piel. Este lactato se metaboliza principalmente en el hígado (aproximadamente 60%), los riñones (aproximadamente 30%) y otros órganos. La concentración normal de lactato en la sangre es aproximadamente de 1 mEq/l. Incrementos pequeños por encima de 1,5 mEq/l están asociados con tasas de mortalidad más altas. Los mecanismos fisiopatológicos de la hiperlactatemia han sido debatidos, ya que la hiperlactatemia no siempre refleja simplemente un aumento en el metabolismo anaeróbico.

Existen dos categorías principales de hiperlactatemia en pacientes críticamente enfermos. La primera es la hiperlactatemia anaeróbica (tipo A), que resulta de la hipoxia tisular y el desequilibrio en la oxigenación. En pacientes críticos, como aquellos sometidos a cirugía cardíaca, el shock cardiogénico y la disminución del gasto cardíaco son comúnmente causas de este tipo de hiperlactatemia. La hiperlactatemia anaeróbica también se relaciona con una baja saturación de oxígeno en la sangre venosa central (ScvO<sub>2</sub>) y mixta (SvO<sub>2</sub>). La segunda categoría es la hiperlactatemia aeróbica, que se debe a causas distintas a la hipoxemia tisular. En pacientes de cirugía cardíaca, esto puede ser provocado por los efectos de la CEC en los órganos y la administración de catecolaminas en la UCI. Durante la CEC no pulsátil, se produce una hipoperfusión regional que contribuye a la hiperlactatemia postoperatoria debido a la reducción en el aclaramiento de lactato por parte de las células hepáticas. Además, las complicaciones pulmonares después de la cirugía cardíaca pueden aumentar la producción de lactato en los pulmones.

Otra causa significativa de hiperlactatemia tipo B es el incremento en la glucólisis aeróbica inducido por la estimulación de la bomba Na-K por las catecolaminas. Además, la CEC frecuentemente se asocia con hiperglucemia, que puede inducir hiperlactatemia sin el uso de catecolaminas. Durante la CEC, la perfusión alterada puede desencadenar la liberación de hormonas del estrés y citocinas, resultando en resistencia a la insulina y aumento de la glucosa que se metaboliza a lactato a través de la vía glucolítica, incrementando así la producción de lactato. (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Evaluar los niveles de lactato en sangre arterial es una manera rápida, sencilla y poco invasiva de valorar el metabolismo de oxígeno en los tejidos. Estos niveles pueden reflejar la gravedad de la condición de un paciente pediátrico. (12)

Aumentos en los niveles de lactato en la sangre fueron identificados como factores independientes correlacionados con malos resultados, como la morbilidad en la unidad de cuidados intensivos y la mortalidad a los 30 días. (13)

Los grupos que experimentan el mayor incremento en los niveles de lactato también son pacientes con prolongados tiempos de CEC, períodos prolongados de pinzamiento aórtico, fracciones de eyección más reducidas y un uso más frecuente de epinefrina y agentes vasoactivos. (14)

Se ha evidenciado que los niveles de lactato al final de la cirugía cardíaca, al ingreso inmediato a la UCI, así como a las 6 y 12 horas después, están asociados con eventos adversos postoperatorios. Se ha establecido que un nivel de lactato de 3 mmol/L a las 6 horas después del ingreso a la UCI y de 2 mmol/L a las 12 horas identifica a los pacientes con peores resultados, incluyendo una mayor mortalidad a los 30 días después de la cirugía cardíaca. Además, se ha encontrado que un nivel de lactato superior a 3 mmol/L 6 horas después de la cirugía está independientemente relacionado con un riesgo 3,3 veces mayor de experimentar una complicación grave después de la cirugía cardíaca, incluida la muerte. También se ha observado que el aclaramiento de lactato a las 6 horas en el período postoperatorio puede predecir significativamente la mortalidad. (15)

En otro estudio, se encontró que la mortalidad postoperatoria fue considerablemente mayor en pacientes con niveles de lactato en sangre de 4,8 mmol/L o más. Además, las complicaciones postoperatorias, incluidas las hemodinámicas, pulmonares y renales, fueron más frecuentes en este subgrupo de pacientes, quienes además requirieron estadías más prolongadas en la UCI. (15)

Por último, se identificó que un nivel máximo de lactato en sangre de 4,8 mmol/L o superior es un predictor independiente de mortalidad y morbilidad, sugiriendo la posible presencia de hipoperfusión tisular subyacente durante las primeras horas después de la operación. A pesar de la variedad y cantidad de factores que pueden ocasionar niveles elevados de lactato, estos estudios sugieren la oportunidad de implementar tratamientos destinados a mitigar o evitar el incremento inicial de esta sustancia, lo que podría contribuir a la prevención de complicaciones y a la mejora de los resultados después de la cirugía. (15)

Un estudio ha demostrado que durante los primeros tres días después de la cirugía cardíaca, los niveles máximos de lactato arterial postoperatorio superiores a 5 mmol/L predicen significativamente tanto la mortalidad temprana como tardía. Estos hallazgos subrayan la importancia de realizar mediciones continuas de lactato después de la cirugía cardíaca, no solo para monitorear la condición de los pacientes, sino también para anticipar su pronóstico. (16)

Los niveles elevados de lactato durante la cirugía cardíaca están relacionados con una reducción en el flujo sanguíneo hacia los tejidos, lo cual puede llevar a complicaciones y aumento en la mortalidad después del procedimiento en pacientes que han sido sometidos a circulación extracorpórea. (17)

Niveles elevados de lactato arterial al término del periodo intraoperatorio se correlacionan con un aumento en la incidencia de complicaciones cardiovasculares, respiratorias, renales y hematológicas. (18)

Los niveles iniciales de lactato en sangre después de una cirugía cardíaca son más elevados en los niños que no sobreviven y en aquellos con falla orgánica múltiple (FOM), en contraste con los sobrevivientes y aquellos sin FOM. (19)

En conclusión, la presencia de hiperlactatemia puede indicar la presencia de seis condiciones (alteración de la función cardíaca, baja saturación venosa de oxígeno, reducción del aclaramiento hepático, complicaciones respiratorias, uso de catecolaminas e hiperglucemia) que están estrechamente ligadas al curso y al resultado después de la cirugía cardíaca. Niveles elevados de lactato en sangre están asociados con resultados desfavorables, por lo que el monitoreo continuo de los niveles de lactato durante y después de la cirugía cardíaca es crucial para identificar a los pacientes en riesgo de complicaciones. (20)

Niveles elevados de lactato se correlacionan con un incremento de comorbilidades, índices de mortalidad más altos y prolongación de la estadía tanto en la unidad de cuidados intensivos como en el hospital. Los niveles séricos de lactato pueden jugar un papel crucial en la evaluación del riesgo de mortalidad. (21)

El nivel inicial de lactato puede ser un indicador del estado inmediato del paciente después de la operación. (22)

La detección temprana de un aumento en los niveles de lactato podría ayudar a prevenir complicaciones en el paciente al facilitar intervenciones terapéuticas rápidas, lo que lo convierte en un indicador clínico muy valioso. (22)

#### 4 HIPÓTESIS

El nivel de lactato influye en la mortalidad de pacientes postoperados de cirugía cardíaca.  
El nivel de lactato es un factor independiente en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca durante su evolución en terapia intensiva.





## 5 OBJETIVOS

Establecer la relación entre los niveles elevados de lactato y la mortalidad en pacientes pediátricos post-cirugía cardíaca: Evaluar si existen correlaciones significativas entre los niveles altos de lactato en sangre y el aumento en la mortalidad en los pacientes de UTIP. Identificar los factores de riesgo asociados con niveles elevados de lactato en sangre en pacientes pediátricos post-cirugía cardíaca: Analizar otros factores clínicos y preoperatorios que puedan influir en los niveles de lactato y su asociación con complicaciones graves, para mejorar la identificación temprana de pacientes en riesgo.

Determinar el punto de corte de lactato en sangre como predictor de mortalidad y complicaciones postoperatorias: Establecer los niveles específicos de lactato que podrían predecir un mayor riesgo de mortalidad o complicaciones en esta población pediátrica, contribuyendo a la estandarización de criterios clínicos en UTIP.

Evaluar la efectividad de intervenciones terapéuticas basadas en la monitorización de los niveles de lactato en la mejora de los resultados clínicos en la UTIP: Explorar cómo la implementación de estrategias de manejo específicas basadas en los niveles de lactato podría influir en la mortalidad y la recuperación postoperatoria de los pacientes.

## **6 METODOLOGÍA**

### **6.1 TIPO DE ESTUDIO**

Investigación descriptiva y relacional, con aplicabilidad aplicada, utilización de variables cualitativas y cuantitativas.

### **6.2 DISEÑO METODOLÓGICO**

Método no experimental, enfoque retrolectivo, medición longitudinal, retrospectivo.

### **6.3 LÍMITES DE ESPACIO Y TIEMPO**

Lugar: Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Tiempo: Enero 2017 a Enero 2023.

### **6.4 POBLACIÓN**

Pacientes pediátricos postoperados de cirugía cardíaca en el CHMH en el período Enero 2017 a Enero 2023.

### **6.5 MUESTRA**

El total de pacientes postoperados de cirugía cardíaca de 2017-2023 fueron 193 (este dato se encuentra en la libreta de ingresos y egresos de UTIP del CHMH), a los cuales se aplicaron los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, quedando un total de 170 pacientes, el cual es el tamaño de la muestra.

### **6.6 VARIABLES**

Variable dependiente: Morbimortalidad de los pacientes postoperados de cirugía cardíaca.

Variáveis independientes: Tiempo de circulación extracorporea, tiempo de pinzamiento aórtico, género, edad, nivel de lactato, tipo de cirugía, enfermedades preexistentes y concomitantes.

### **6.7 INSTRUMENTO**

Se recopilaron los pacientes postquirúrgicos de cirugía cardíaca operados en el CHMH de Enero 2017 a Enero 2023 y posteriormente ingresados a UTIP, esta información se obtuvo del libro de ingresos y egresos de UTIP del CHMH. Mediante los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron a los pacientes para realizar la base de datos. Se utilizó microsoft excel para la realización de la base de datos, cuyas variables fueron obtenidas mediante el expediente electrónico y modulab del equipo de cómputo del CHMH. Posteriormente se realizó el análisis estadístico mediante el software estadístico SPSS.

## **6.8 PROCEDIMIENTOS**

Primero se realizó la recolección de datos mediante la revisión del libro de ingresos y egresos de UTIP del CHMH; se enlistó a los pacientes cuyo motivo de ingreso a UTIP fue postquirúrgico de cirugía cardíaca, se aplicaron los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, y posteriormente se revisaron los expedientes electrónicos y el sistema modulab, en el equipo de cómputo del CHMH, de dichos pacientes para obtener los datos de las variables. Todos los datos se vaciaron a un excel para realizar la base de datos y posteriormente se registraron en el software estadístico SPSS. Para el análisis de datos se evaluaron los resultados según las preguntas de investigación, se describieron las características de los datos, se aplicaron métodos estadísticos, y con un modelo automatizado del software se realizaron tablas, gráficas e ilustraciones a partir de los datos estadísticos y fácilmente se detectaron tendencias en nuestros datos para poder realizar un análisis completo. Posteriormente se interpretaron los resultados y se compararon con la literatura ya existente para poder realizar conclusiones basadas en los resultados del análisis. Por último se realizó el trabajo final.

## **6.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó una estadística descriptiva y de frecuencias para resumir y describir los datos. La curva ROC para determinar el punto de corte de nivel de lactato. Se utilizó Diagnostic Test Calculator para determinar la sensibilidad y especificidad del punto de corte para predecir mortalidad; pre prueba y post prueba así como razón de verosimilitud positiva y negativa. Nomograma de Fagan para calcular la probabilidad posterior de una condición. Para evaluar la asociación entre variables categóricas se utilizó la prueba de Chi Cuadrado. Se midió la relación entre dos variables ordinales con la correlación de Spearman. Para comparar dos grupos independientes en términos de mediana se utilizó U de Mann-Whitney. Para estimar la sobrevida de los pacientes se utilizaron las tablas de sobrevida de Kaplan-Meier. El nivel de significancia  $p$  menor de 0.05 determinó si los resultados son estadísticamente significativos. Para el análisis estadístico avanzado se utilizó el software estadístico SPSS, el cual es un modelo automatizado en donde se pueden realizar gráficas e ilustraciones a partir de los datos estadísticos, así como detectar más fácilmente tendencias en nuestros datos y poder realizar un análisis completo.

## **6.10 RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y ECONÓMICOS**

Recursos humanos: El asesor de tesis orientó sobre la estadística y metodología, además proporcionó retroalimentación y un enfoque correcto de la tesis. La doctora titular de terapia

intensiva pediátrica del CHMH proporcionó el acceso a la libreta de ingresos y egresos de UTIP del CHMH para iniciar la recolección de datos. La investigadora realizó la recolección de datos y el análisis.

Recursos materiales: La información del marco teórico para sustentar la teoría fue obtenida de artículos académicos publicados en los últimos 5 años. La recolección de datos se obtuvo a través de la revisión de expedientes clínicos y del programa modulab que se encuentra en el equipo de cómputo del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, y posteriormente se vaciaron los datos a un excel en una computadora. Para el análisis estadístico avanzado se utilizó el software estadístico SPSS.

Recursos económicos: Costo de la impresión y encuadernado del trabajo final.

### **6.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

En el mes de Agosto se presentó el proyecto al comité de ética, en Septiembre se realizó la revisión de expedientes y con ello la base de datos, en Octubre se realizó el análisis estadístico y en Noviembre la publicación de resultados. Se anexa tabla de cronograma de actividades en apéndices.

### **6.12 CONSIDERACIONES ÉTICO Y LEGALES**

Durante esta investigación se tuvieron en cuenta consideraciones éticas y legales para garantizar la seguridad, el bienestar y los derechos de los participantes. Los principios éticos en los que nos basamos son el respeto, la beneficencia, no maleficencia y la justicia. No existieron riesgos para los sujetos que participaron en el estudio, ni físicos, ni psicológicos ni de privacidad. Para cubrir los principios éticos, previo a la participación de los pacientes, se realizó un consentimiento informado en donde se explica lo que implica la participación en este estudio.

## 7 RESULTADOS

### ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En el análisis de las características demográficas y clínicas de la población estudiada, se incluyeron un total de 170 pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca. En cuanto a la distribución por género, el 53.5% de los pacientes fueron femeninos ( $n = 91$ ), mientras que el 46.5% fueron masculinos ( $n = 79$ ), lo que representa una proporción equilibrada entre ambos géneros. Este dato es importante para evaluar la posible influencia del género en los desenlaces postquirúrgicos, aunque no se observaron diferencias significativas en la distribución.

Respecto a la presencia de choque séptico, una complicación severa asociada con un mayor riesgo de mortalidad, se observó que la gran mayoría de los pacientes no desarrollaron esta condición (92.9%,  $n = 158$ ), mientras que el 6.5% ( $n = 11$ ) presentó choque séptico. Un caso (0.6%) no pudo ser evaluado debido a datos perdidos. Estos resultados destacan que el choque séptico fue una complicación poco frecuente en esta población, aunque su impacto clínico puede ser considerable en los pacientes afectados.

En relación con la función renal, el 70.0% de los pacientes ( $n = 119$ ) presentaron función renal normal, mientras que el 29.4% ( $n = 50$ ) desarrollaron insuficiencia renal aguda (IRA), una complicación importante en el periodo postoperatorio que puede estar asociada con factores como hipoperfusión tisular, uso de agentes nefrotóxicos o la duración de la cirugía. Un caso (0.6%) no fue evaluado debido a datos faltantes. La alta prevalencia de IRA en esta población resalta la necesidad de monitoreo cercano de la función renal en el periodo postoperatorio inmediato.

En cuanto a los desenlaces de mortalidad, el 86.5% de los pacientes ( $n = 147$ ) sobrevivieron, mientras que el 11.8% ( $n = 20$ ) fallecieron. La mortalidad ajustada considerando los datos válidos fue del 12.0%. Tres casos (1.8%) fueron excluidos debido a datos perdidos. Estos resultados son consistentes con el perfil de alta complejidad de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca, donde las complicaciones postoperatorias pueden influir significativamente en la supervivencia.

En el análisis descriptivo de las variables demográficas y clínicas de la población pediátrica sometida a cirugía cardíaca, se incluyó un total de 168 pacientes con una edad mínima de 1 mes y una máxima de 210 meses (17.5 años), con una media de **26.29 meses** (DE = 37.9 meses), lo que refleja una población predominantemente infantil, pero con una alta



variabilidad en el rango de edades. En términos del índice de masa corporal (IMC), los valores oscilaron entre 5.3 y 31.9, con una media de **13.82 kg/m<sup>2</sup>** (DE = 3.56), lo cual es consistente con las características nutricionales y antropométricas esperadas en esta población pediátrica.

El análisis del tiempo hasta el fallecimiento en los pacientes que no sobrevivieron mostró un rango entre 0 y 40 días, con una media de **1.23 días** (DE = 4.90 días), indicando que los desenlaces fatales ocurren predominantemente en los primeros días del postoperatorio, reflejando la criticidad del periodo inicial. Por otro lado, el tiempo de estancia en terapia intensiva varió significativamente, con valores entre 1 y 1152 días, y una media de **140.98 días** (DE = 192.28 días), lo que evidencia la alta demanda de cuidados intensivos en esta población, aunque con gran dispersión debido a la complejidad variable de los casos.

El nivel de lactato al ingreso presentó un rango de 0.4 a 4.4 mmol/L, con una media de **1.87 mmol/L** (DE = 0.98 mmol/L), destacando su utilidad como marcador metabólico en el contexto postquirúrgico. En cuanto al tiempo de ventilación mecánica (VM), este osciló entre 0 y 960 horas, con una media de **69.93 horas** (DE = 122.75 horas), indicando que muchos pacientes requirieron soporte ventilatorio prolongado debido a complicaciones respiratorias o hemodinámicas asociadas a la cirugía.

En el contexto intraoperatorio, el tiempo de pinzamiento aórtico varió entre 0 y 234 minutos, con una media de **40.68 minutos** (DE = 46.71 minutos), mientras que el tiempo de bomba extracorpórea osciló entre 0 y 583 minutos, con una media de **62.44 minutos** (DE = 74.47 minutos). Estos datos reflejan la complejidad de los procedimientos quirúrgicos, donde la duración prolongada de estos tiempos se asocia con mayor riesgo de complicaciones metabólicas y hemodinámicas, así como con desenlaces adversos.

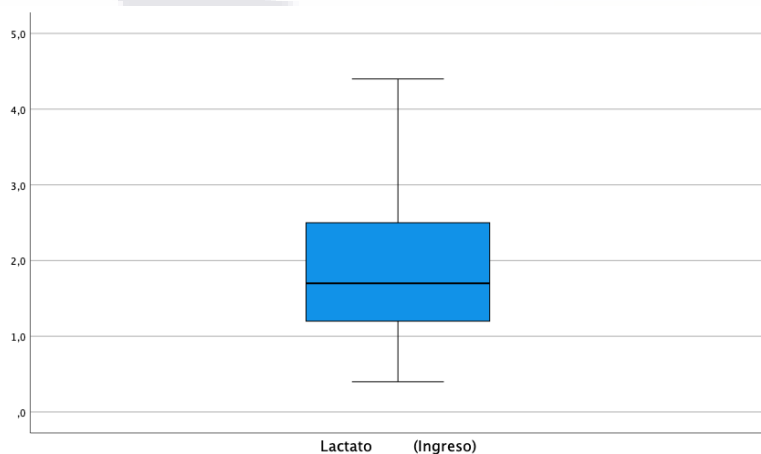


Ilustración 1. Diagrama de caja

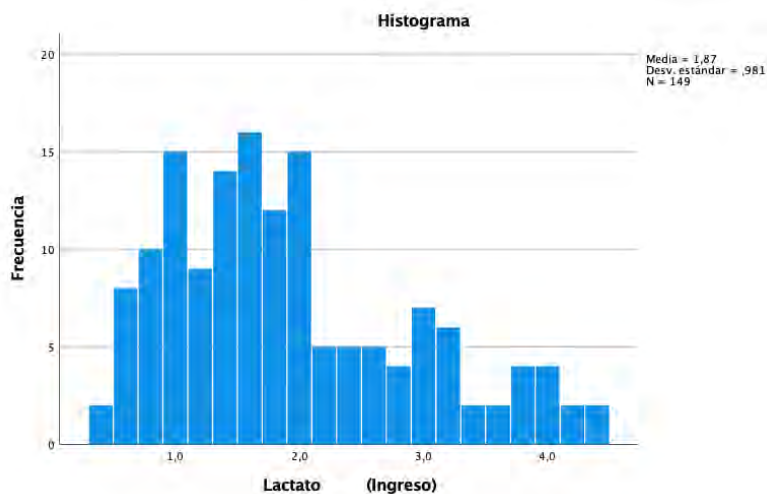


Ilustración 2. Histograma

### Distribución del nivel de lactato al ingreso

El nivel de lactato al ingreso se describió utilizando estadísticas descriptivas y gráficas. La media de lactato fue de **1.87 mmol/L** (DE = 0.98), con un intervalo de confianza del 95% entre **1.71 y 2.03 mmol/L**. La mediana fue de **1.70 mmol/L**, y el rango observado fue de **0.4 a 4.4 mmol/L**.

El histograma (Ilustración 2) muestra una distribución sesgada hacia la derecha, corroborado por un coeficiente de asimetría positivo (**0.72**, error estándar = 0.199), lo que indica que hay valores más elevados en la cola derecha de la distribución. Además, la curtosis presentó un valor de **-0.29** (error estándar = 0.395), sugiriendo una distribución levemente aplanada en comparación con la normal.

El diagrama de caja (Ilustración 1) evidencia que la mayor parte de los valores se encuentran dentro del rango intercuartílico de **1.4 mmol/L**, con pocos valores extremos. Esto refuerza que la mediana es representativa de la tendencia central, dado que se encuentra cercana a la media recortada al 5% (**1.82 mmol/L**).

### ANÁLISIS UNIVARIADO

La tabla de correlaciones de Spearman analiza la relación entre distintas variables y la morbimortalidad en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca. Los resultados muestran que la edad tiene una correlación negativa y significativa con la morbimortalidad ( $r = -0.283$ ;  $p = 0.0016$ ), lo que sugiere que a mayor edad, hay menor riesgo de morbimortalidad. Esto podría reflejar una mayor capacidad de adaptación metabólica y hemodinámica en pacientes de mayor edad frente a las complicaciones postquirúrgicas.

El género no mostró una correlación significativa con la morbilidad (r = 0.058; p = 0.521), lo que indica que el sexo del paciente no parece influir de manera relevante en los desenlaces postoperatorios. Por otro lado, el tipo de cirugía presentó una correlación positiva y significativa con la morbilidad (r = 0.353; p < 0.0001), lo que sugiere que ciertas cirugías, probablemente aquellas de mayor complejidad, están asociadas con un mayor riesgo de morbilidad.

El lactato al ingreso mostró también una correlación positiva y significativa con la morbilidad (r = 0.258; p = 0.0043). Este hallazgo respalda la utilidad del lactato como un marcador pronóstico, ya que niveles más altos de lactato están asociados con un mayor riesgo de desenlaces adversos, reflejando posibles estados de hipoperfusión tisular y metabolismo anaerobio.

El tiempo de pinzamiento aórtico (r = -0.061; p = 0.505) y el tiempo en bomba extracorpórea (r = 0.026; p = 0.778) no mostraron correlaciones significativas con la morbilidad. Esto sugiere que, aunque estos factores son determinantes en el contexto quirúrgico, su influencia en los desenlaces postoperatorios podría depender de otros factores concomitantes o de la calidad del manejo intraoperatorio.

	<b>Correlación Spearman p-valor</b>	
<b>Edad</b>	<b>-0.28337</b>	<b>0.00163532</b>
Género	0.0588929	0.521098
<b>Tipo_cirugía</b>	<b>0.353175</b>	<b>7.08E-05</b>
<b>Lactato</b>	<b>0.257867</b>	<b>0.00429625</b>
Tiempo_pinzamiento	-0.0611761	0.505043
Tiempo_bomba	0.0259325	0.77768

Tabla 1. Correlación Spearman

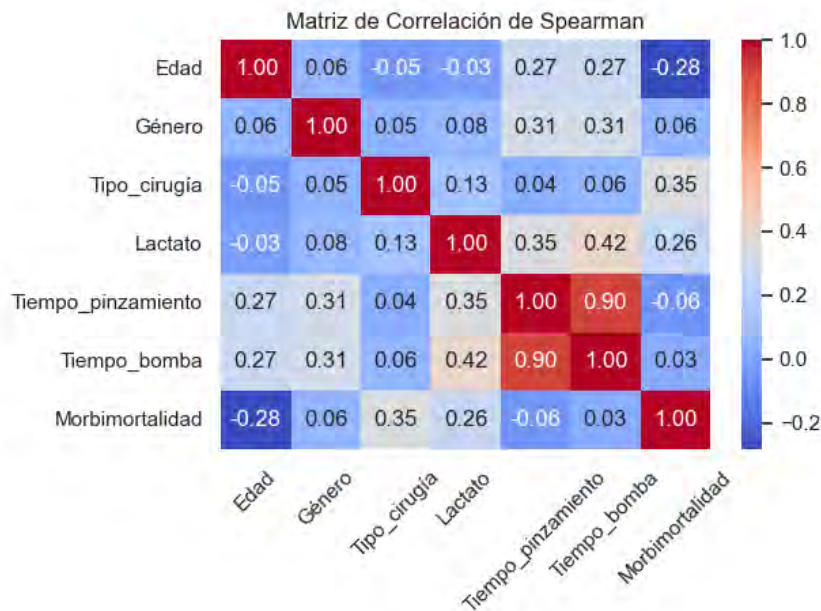
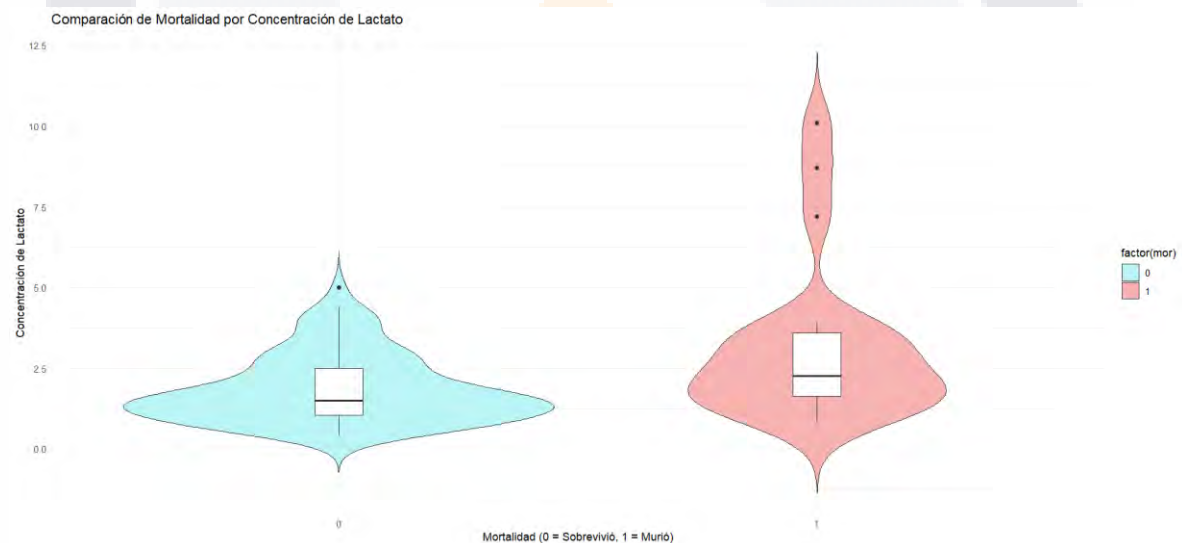


Ilustración 3. Matriz de correlación de Spearman

Ilustración 3. La figura destaca que la edad, el tipo de cirugía y los niveles de lactato son las variables más relacionadas con la morbilidad, subrayando su relevancia como factores de riesgo en esta población. La ausencia de una fuerte correlación en variables como el tiempo de pinzamiento y tiempo en bomba refuerza la idea de que los desenlaces clínicos son multifactoriales y dependen de una interacción compleja entre las características del paciente y el manejo perioperatorio. Estos hallazgos son esenciales para orientar estrategias de manejo y monitoreo postoperatorio en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca.

El análisis descriptivo del nivel de lactato al ingreso incluyó un total de 149 pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca, lo que constituye una población crítica donde el monitoreo del lactato es fundamental para evaluar el estado metabólico y perfusión tisular posterior al procedimiento quirúrgico. Los resultados indican que la media de lactato fue de 1.87 mmol/L (DE = 0.98), con un rango de valores entre 0.4 y 4.4 mmol/L, reflejando una dispersión moderada. La mediana fue de 1.70 mmol/L, y los percentiles mostraron que el 25% de los pacientes presentó niveles de lactato iguales o inferiores a 1.15 mmol/L, mientras que el 75% tuvo valores de hasta 2.50 mmol/L. Este rango de valores es clínicamente relevante, pues los niveles más elevados se asocian con hipoperfusión tisular y descompensación metabólica, complicaciones comunes en el periodo postquirúrgico inmediato.

En cuanto a los desenlaces clínicos, se evaluó la mortalidad codificada, observando que de los 147 pacientes analizados en este rubro, el 87.1% (n = 128) sobrevivió y el 12.9% (n = 19) falleció. Para analizar las diferencias en los niveles de lactato entre los pacientes que sobrevivieron y aquellos que fallecieron, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados mostraron un rango promedio de lactato de 70.40 en los pacientes vivos y de 98.24 en los pacientes fallecidos. Este hallazgo fue estadísticamente significativo, con un estadístico U = 755.5, Z = -2.661 y una significancia bilateral de p = 0.008. Esto sugiere que los niveles de lactato al ingreso fueron significativamente más altos en los pacientes que fallecieron, lo que refuerza su utilidad como marcador de riesgo en el contexto postquirúrgico. Los niveles elevados de lactato probablemente reflejan un estado metabólico crítico asociado con hipoperfusión tisular prolongada, acidosis metabólica y disfunción orgánica, factores que aumentan la probabilidad de mortalidad en pacientes postoperados de cirugía cardíaca.



*Ilustración 4. Comparación de mortalidad por concentración de lactato*

El análisis de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov arrojó un valor Z de 1.323 y una significancia bilateral de p = 0.060. Aunque este resultado indica que los niveles de lactato no se desvían significativamente de una distribución normal, es importante considerar la asimetría positiva observada en los estadísticos descriptivos (asimetría = 0.72). Este comportamiento sugiere que una proporción de pacientes presenta niveles de lactato particularmente altos, lo que podría corresponder a aquellos con mayor riesgo de complicaciones o desenlaces adversos.

En términos de mortalidad, los pacientes fallecidos (12.9%) presentaron consistentemente niveles más altos de lactato al ingreso. Esto podría deberse a que, tras la cirugía cardíaca, las complicaciones hemodinámicas, como el bajo gasto cardíaco, hipoperfusión tisular y el uso prolongado de circulación extracorpórea, contribuyen a la acumulación de lactato como resultado del metabolismo anaerobio. Estas observaciones subrayan la importancia del lactato como biomarcador dinámico en la identificación temprana de pacientes en riesgo.

#### DETERMINACIÓN DE PUNTO DE CORTE DE LACTATO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD

En el análisis de la curva ROC, se buscó determinar el mejor punto de corte del lactato al ingreso para predecir la mortalidad en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca. Los resultados mostraron que el área bajo la curva (AUC) fue de 0.689, lo que indica una capacidad discriminativa moderada del lactato para diferenciar entre los pacientes que sobrevivieron y aquellos que fallecieron. La significancia estadística de  $p = 0.008$  y el intervalo de confianza del 95% (0.569-0.809) confirman que el lactato tiene un rol significativo como predictor de mortalidad en este contexto.

El análisis de las coordenadas de la curva ROC permitió identificar diferentes puntos de corte con combinaciones de sensibilidad y especificidad que ofrecen alternativas según el objetivo clínico. Un punto de corte en 1.15 mmol/L mostró una sensibilidad del 89.5%, lo que significa que puede identificar correctamente a la mayoría de los pacientes en riesgo de mortalidad, aunque con una especificidad baja (27.3%), lo que implica una alta tasa de falsos positivos. Este punto de corte es útil en situaciones donde la prioridad es detectar de forma temprana a la mayoría de los pacientes en riesgo, aunque con el inconveniente de generar alarmas en pacientes que finalmente no fallecerán. Por otro lado, un punto de corte en 2.05 mmol/L presentó una sensibilidad menor (57.9%) pero una especificidad más alta (71.9%), lo que lo hace adecuado para confirmar el riesgo de mortalidad en pacientes con lactato elevado, minimizando la cantidad de falsos positivos. Sin embargo, esta menor sensibilidad puede resultar en que algunos pacientes en riesgo no sean identificados oportunamente. Finalmente, un punto de corte intermedio en 1.80 mmol/L mostró un balance razonable entre sensibilidad (68.4%) y especificidad (58.6%), lo que permite identificar la mayoría de los pacientes en riesgo con una tasa moderada de falsos positivos. El histograma con densidad superpuesta muestra la distribución de los niveles de lactato al ingreso en dos grupos de pacientes: aquellos que no presentaron morbimortalidad (línea



azul) y aquellos que sí la presentaron (línea roja). Se incluye también una línea verde punteada que representa un punto de corte en un nivel de lactato de 1.80 mmol/L, el cual se evalúa como un posible umbral para discriminar entre ambos grupos.

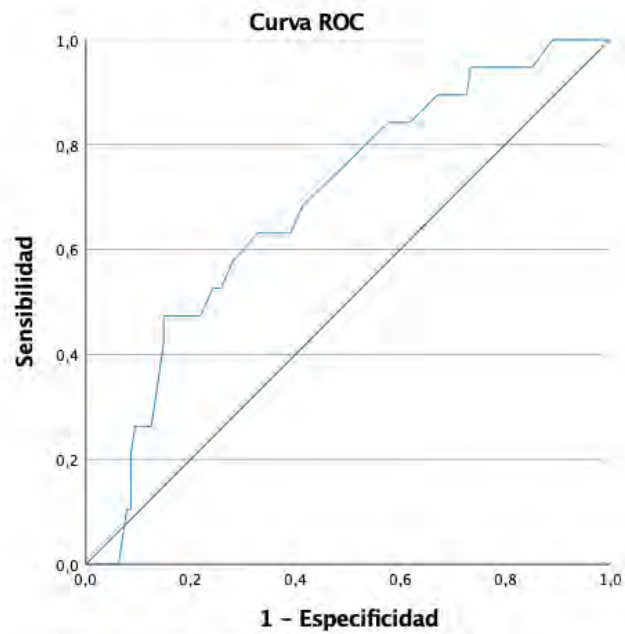
En el grupo sin morbimortalidad (morbimortalidad = 0), la distribución de los niveles de lactato se concentra predominantemente en valores inferiores a 1.80 mmol/L, con un pico más pronunciado cercano a 1 mmol/L. Esto indica que la mayoría de estos pacientes tenían niveles de lactato relativamente bajos, lo que es consistente con un adecuado estado metabólico y perfusión tisular.

Por el contrario, en el grupo con morbimortalidad (morbimortalidad = 1), la distribución es más amplia y está desplazada hacia valores más altos de lactato. Aunque una proporción de pacientes en este grupo tiene niveles de lactato inferiores a 1.80 mmol/L, una cantidad significativa supera este umbral, lo que sugiere que los niveles elevados de lactato se asocian con un mayor riesgo de morbimortalidad.

El punto de corte de lactato en 1.80 mmol/L parece ser un valor crítico que permite separar parcialmente ambas distribuciones. Los pacientes con niveles superiores a este punto tienen mayor probabilidad de pertenecer al grupo con morbimortalidad, mientras que aquellos con niveles inferiores a este punto tienen mayor probabilidad de estar en el grupo sin complicaciones. Sin embargo, la superposición entre las dos curvas indica que no todos los pacientes con niveles altos de lactato desarrollan morbimortalidad, ni todos los pacientes con niveles bajos están exentos de riesgo.

En conclusión, el mejor punto de corte dependerá del objetivo clínico. Si se prioriza la detección temprana de todos los pacientes en riesgo, un punto de corte bajo como 1.15 mmol/L sería el más apropiado. Sin embargo, si el enfoque es minimizar falsos positivos y concentrar recursos en aquellos pacientes con mayor probabilidad de fallecer, un punto de corte más alto, como 2.05 mmol/L, sería más útil. En un contexto clínico donde se busque equilibrar sensibilidad y especificidad, el punto de corte de 1.80 mmol/L se considera el más adecuado, ya que ofrece una identificación significativa de pacientes en riesgo sin generar un volumen excesivo de falsos positivos. Estos hallazgos refuerzan la utilidad del lactato al ingreso como un marcador pronóstico valioso en la población pediátrica postoperatoria de cirugía cardíaca.





Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Ilustración 5. Curva ROC

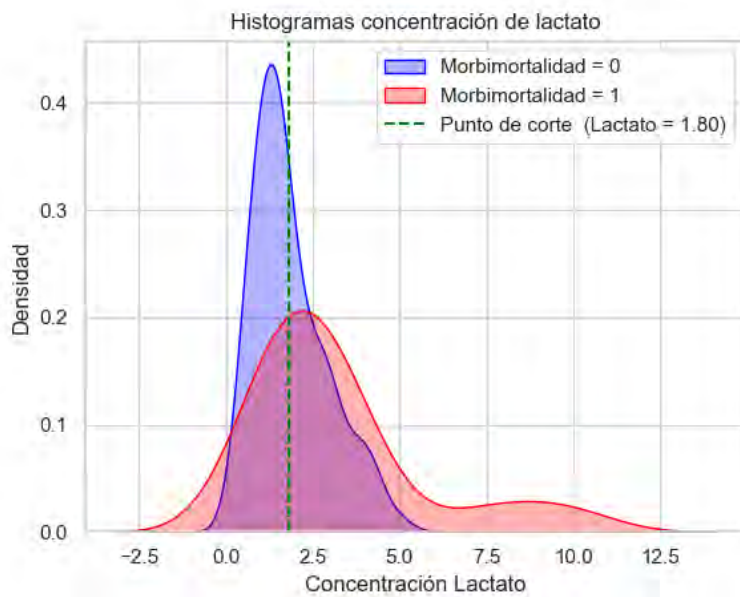


Ilustración 6. Histogramas concentración de lactato

## 8 DISCUSIÓN

Los defectos cardíacos congénitos constituyen la forma más prevalente de anomalías congénitas, y su tratamiento a menudo implica intervenciones quirúrgicas complejas. Los pacientes que se someten a una cirugía cardíaca están expuestos a complicaciones postoperatorias que pueden resultar en mortalidad. La presente tesis analiza la relación entre los niveles de lactato al ingreso a UCI y los resultados postquirúrgicos en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca. Este estudio demuestra que el lactato es un útil marcador metabólico que relaciona sus niveles elevados con la mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Estudios previos han demostrado que el lactato es un predictor independiente de complicaciones graves, como insuficiencia renal, problemas respiratorios y complicaciones hemodinámicas, lo cual refuerza la hipótesis de que el lactato podría ser un biomarcador útil para identificar pacientes con mayor riesgo de un desenlace adverso (4, 5, 8, 19). En la literatura se menciona que el nivel inicial de lactato puede ser un indicador del estado inmediato del paciente después de la operación (12), lo cual coincide con nuestro estudio ya que dentro de nuestros resultados se confirmó que el nivel postquirúrgico elevado de lactato es un marcador metabólico importante que tiene significancia y correlación positiva con la mortalidad, ya que refleja un estado de hipoperfusión tisular y metabolismo anaerobio. Un aumento precoz en los niveles de lactato en la sangre después de una cirugía cardíaca congénita podría estar asociado con un aumento en el riesgo de complicaciones graves y mortalidad. (5)

La tesis también destaca que el lactato no solo es un reflejo de la hipoxia tisular, sino que también puede ser influenciado por otros factores, como el uso de fármacos, la circulación extracorpórea, la hipotermia y el tipo de cirugía realizada. Aunque estos factores pueden modificar los niveles de lactato, los hallazgos de esta investigación sugieren que la medición continua de lactato en el postoperatorio es una herramienta valiosa para monitorizar el estado hemodinámico y metabólico de los pacientes. Se ha observado que los pacientes con lactato elevado a las primeras horas postquirúrgicas tienen un riesgo significativamente mayor de complicaciones y muerte (21). En la presente tesis, se encontró que los niveles elevados de lactato al ingreso a la UCI se correlacionan con un aumento en la morbilidad y mortalidad postoperatorias. Esta observación es consistente con estudios previos que han identificado que un lactato superior a 2 mmol/L a las 12 horas postquirúrgicas está asociado con una mayor tasa de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

mortalidad a los 30 días (5, 12). Además, se ha observado que un lactato superior a 3 mmol/L a las 6 horas postoperatorias aumenta 3,3 veces el riesgo de complicaciones graves (5, 20). Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que el lactato puede ser un indicador temprano y sensible de la gravedad de la hipoperfusión y de los problemas metabólicos que afectan a los pacientes pediátricos tras cirugía cardíaca. En nuestro estudio se observó que una de las variables que tienen más significancia es la edad, la cual tiene una correlación negativa, a menor edad existe mayor riesgo de morbimortalidad. Tiene mucha significancia también el tipo de cirugía, que sugiere que las cirugías más complejas están asociadas a mayor riesgo de morbimortalidad. Otros factores que se asocian con riesgo de complicaciones son los tiempos alargados de pinzamiento aórtico y de circulación de bomba extracorpórea, estos tiempos alargados reflejan la complejidad de las cirugías, sin embargo no se correlacionaron de manera significativa, reflejando que aunque son factores clave durante la cirugía, no tienen tanto impacto postoperatorio.

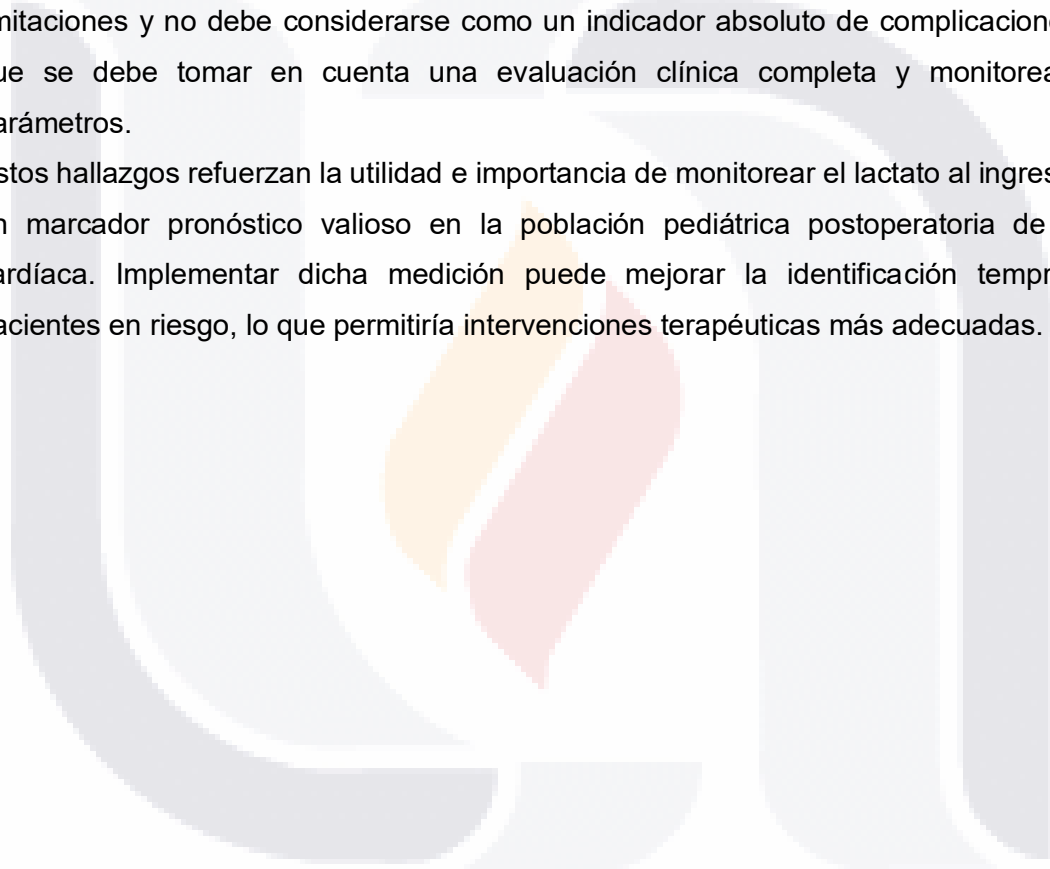
Se observó también que muchos pacientes requieren soporte ventilatorio por largos períodos debido a complicaciones respiratorias o hemodinámicas, y que una complicación importante en el período postquirúrgico es la falla renal aguda que puede asociarse a hipoperfusión tisular o a la duración de la cirugía. Se observó que una complicación grave que tiene alto riesgo de mortalidad es el choque séptico, sin embargo la gran mayoría de los pacientes no lo presentaron. En cuanto a la influencia de género no se observaron diferencias significativas con la morbimortalidad. En general, los pacientes duraron períodos largos hospitalizados en terapia intensiva debido a la complejidad de los casos, lo que demuestra la alta necesidad de cuidados intensivos en esta población. Se observó que los pacientes que fallecieron lo hicieron en los primeros días del postoperatorio, reflejando la crítico del periodo postquirúrgico inicial. La tesis también discute la utilidad del lactato como marcador de la severidad de la condición clínica del paciente. Se encontró que los pacientes con niveles de lactato más elevados tenían más probabilidades de desarrollar disfunción orgánica múltiple. Se mostró que los pacientes que fallecieron en el período postoperatorio inmediato tenían niveles más altos de lactato al ingreso, lo que sugiere que el lactato refleja no solo el estado metabólico en tiempo real, sino también la probabilidad de una evolución desfavorable. En nuestro estudio obtuvimos un punto de corte de lactato de 1.80 mmol/L, que parece ser un valor crítico que permite separar a los pacientes que tienen más riesgo de

morbimortalidad, tiene sensibilidad del 68.4% y especificidad del 58.6%; los pacientes con niveles superiores a este punto tienen mayor probabilidad de morbimortalidad, mientras que aquellos con niveles inferiores a este punto tienen mayor probabilidad de estar en el grupo sin complicaciones.

Sin embargo, como señalan los autores, este punto de corte no es absoluto y debe ser ajustado según el contexto clínico y las características individuales de cada paciente (12, 20).

Es importante destacar que, aunque el lactato es un marcador valioso, no está exento de limitaciones y no debe considerarse como un indicador absoluto de complicaciones, sino que se debe tomar en cuenta una evaluación clínica completa y monitorear otros parámetros.

Estos hallazgos refuerzan la utilidad e importancia de monitorear el lactato al ingreso como un marcador pronóstico valioso en la población pediátrica postoperatoria de cirugía cardíaca. Implementar dicha medición puede mejorar la identificación temprana de pacientes en riesgo, lo que permitiría intervenciones terapéuticas más adecuadas.



## 9 CONCLUSIONES

Los defectos cardíacos congénitos y sus intervenciones quirúrgicas en pacientes pediátricos son un desafío debido a lo complejo de los procedimientos quirúrgicos. Esta tesis demuestra que el lactato, como marcador metabólico, está directamente relacionado con la morbilidad y mortalidad en pacientes pediátricos que se someten a cirugía cardíaca. Los niveles elevados de lactato al ingreso a la UCI están vinculados a mayor riesgo de complicaciones graves como insuficiencia renal, disfunción orgánica múltiple y en algunos casos, la muerte. El lactato no solamente indica un estado de hipoperfusión tisular y metabolismo anaerobio, sino que también puede afectarse por algunas características de la cirugía cardíaca. Sin embargo es útil como indicador temprano de alteraciones metabólicas y hemodinámicas y es fundamental su monitorización de forma continua en el período postoperatorio, para así permitir una intervención temprana. Según los resultados de este estudio, se identificó un punto de corte de lactato de 1.80 mmol/L, que se asocia a un riesgo elevado de complicaciones y mortalidad, aunque deben considerarse las características clínicas particulares de cada paciente. Además se corroboró que factores como la edad, el tipo y complejidad de la cirugía y la duración de la circulación extracorpórea son variables importantes en el pronóstico postquirúrgico, sin embargo al no haber una correlación significativa, observamos que los resultados clínicos son multifactoriales y dependen de una interacción entre las características del paciente y el manejo perioperatorio. Aunque el lactato es un marcador valioso, no debe considerarse de forma aislada, ya que una evaluación clínica completa y monitorizar otros parámetros son fundamentales para tomar decisiones terapéuticas adecuadas.

En conclusión, la medición del lactato en el período postoperatorio temprano puede identificar a los pacientes en riesgo y permitir intervenciones oportunas, guiando las estrategias de manejo y monitoreo postoperatorio en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca, contribuyendo así a mejorar los resultados clínicos en esta población. Con lo anterior se concluye que el lactato es un biomarcador para la identificación temprana de pacientes en riesgo, ya que es un predictor de mortalidad.

## 10 GLOSARIO

**Lactato:** Metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.

**Perfusión tisular:** Distribución de volumen de sangre que fluye por un tejido en un tiempo determinado.

**Cardiopatía congénita:** Anomalía estructural del corazón que se produce en el periodo embrionario y está presente al nacer.

**Metabolismo anaeróbico:** Proceso metabólico que se produce en las células para generar energía a partir de nutrientes sin la presencia de oxígeno.

**Cardioplejía:** Procedimiento que consiste en detener temporalmente la actividad cardíaca para realizar una cirugía cardíaca.

**Derivación cardiopulmonar o circulación extracorpórea:** Técnica quirúrgica que reemplaza temporalmente la función del corazón y los pulmones a través de una máquina de derivación cardiopulmonar; permite mantener la circulación sanguínea y la oxigenación del cuerpo.

**Catecolaminas:** Neurohormonas producidas por las células nerviosas y las glándulas suprarrenales.

**Glucólisis aeróbica:** Proceso metabólico que se produce cuando la glucólisis se vincula con otras reacciones enzimáticas que utilizan oxígeno.

**Bomba Na-K:** Enzima ubicada en la membrana plasmática de las células que se encarga de mantener el equilibrio iónico en ellas.

**Relación lactato/piruvato:** Método para diferenciar entre la producción de lactato aeróbica y anaeróbica.

**Acidosis láctica:** Afección causada por la acumulación excesiva de ácido láctico en la sangre.

**Pinzamiento aórtico:** Técnica en donde se pinza o clampea la raíz de la arteria aorta para generar isquemia miocárdica, dicha técnica es utilizada en la cirugía cardíaca de revascularización coronaria con circulación extracorpórea.

**Fracción de eyección:** Medida del porcentaje de sangre que sale del corazón cada vez que se comprime.

**Acidosis metabólica:** Trastorno del equilibrio ácido-base en el que hay una cantidad excesiva de ácido en el cuerpo.

**Contractilidad ventricular:** Capacidad del ventrículo del corazón para bombear sangre.

**Inotrópicos:** Medicamentos que aumentan la contracción cardíaca.

**Presión venosa central:** Presión sanguínea a nivel de la aurícula derecha y la vena cava superior.

**Falla orgánica múltiple:** Fallo en la función de dos o más órganos en un paciente enfermo.





## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rao SG. Pediatric cardiac surgery in developing countries. *Pediatr Cardiol* [Internet]. 2007;28(2):144–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00246-006-1452-7>
2. Jacobs ML. Pediatric cardiac surgery: The Long View. *Circulation* [Internet]. 2015;131(4):328–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.114.014318>
3. Basaran M, Sever K, Kafali E, Ugurlucan M, Sayin OA, Tansel T, et al. Serum lactate level has prognostic significance after pediatric cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. 2006;20(1):43–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2004.10.010>
4. Hajjar LA, Almeida JP, Fukushima JT, Rhodes A, Vincent J-L, Osawa EA, et al. High lactate levels are predictors of major complications after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2013;146(2):455–60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.02.003>
5. Vincent J-L, Quinteiros e Silva A, Couto L Jr, Taccone FS. The value of blood lactate kinetics in critically ill patients: a systematic review. *Crit Care* [Internet]. 2016;20(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1403-5>
6. Doerr F, Brehm B, Abul-dahab M, Lehmann T, Bayer O, Wahlers T, et al. Mortality prediction after cardiac surgery: Blood lactate is indispensable. *Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2013;61(08):708–17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1324796>
7. Lopez-Delgado JC, Esteve F, Javierre C, Torrado H, Rodriguez-Castro D, Carrio ML, et al. Evaluation of serial arterial lactate levels as a predictor of hospital and long-term mortality in patients after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. 2015;29(6):1441–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2015.04.024>

8. Minton J, Sidebotham DA. Hyperlactatemia and cardiac surgery. *J Extra Corpor Technol.* 2017;49(1):7–15.
9. Stephens EH, Epting CL, Backer CL, Wald EL. Hyperlactatemia: An update on postoperative lactate. *World J Pediatr Congenit Heart Surg [Internet].* 2020;11(3):316–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/2150135120903977>
10. O'Connor E, Fraser JF. The interpretation of perioperative lactate abnormalities in patients undergoing cardiac surgery. *Anaesth Intensive Care [Internet].* 2012;40(4):598–603. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0310057x1204000404>
11. Kanazawa T, Egi M, Shimizu K, Toda Y, Iwasaki T, Morimatsu H. Intraoperative change of lactate level is associated with postoperative outcomes in pediatric cardiac surgery patients: retrospective observational study. *BMC Anesthesiol [Internet].* 2015;15(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12871-015-0007-y>
12. Shime N, Kageyama K, Ashida H, Ueda M, Kitamura Y, Tanaka Y. Perioperative assessment of blood lactate levels in pediatric heart surgery. *Masui.* 2001;50(7):752–7.
13. Duval B, Besnard T, Mion S, Leuillet S, Jecker O, Labrousse L, et al. Intraoperative changes in blood lactate levels are associated with worse short-term outcomes after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Perfusion [Internet].* 2019;34(8):640–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0267659119855857>
14. Cotter EK, Kidd B, Flynn BC. Elevation of intraoperative lactate levels during cardiac surgery: Is there power in this prognostication? *J Cardiothorac Vasc Anesth [Internet].* 2020;34(4):885–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2019.11.049>
15. Kapoor P, Ladha S, Singh S, Kiran U, Chowdhury U. The role of blood lactate clearance as a predictor of mortality in children undergoing surgery for tetralogy of

Fallot. *Ann Card Anaesth* [Internet]. 2016;19(2):217. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4103/0971-9784.179589>

16. Haanschoten MC, Kreeftenberg HG, Arthur Bouwman R, van Straten AHM, Buhre WF, Soliman Hamad MA. Use of postoperative peak arterial lactate level to predict outcome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. 2017;31(1):45–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2016.04.017>
17. Noval-Padillo JA, Serra-Gomez C, Gomez-Sosa L, Hinojosa-Perez R, Huici-Moreno MJ, Adsuar A, et al. Changes of lactate levels during cardiopulmonary bypass in patients undergoing cardiac transplantation: Possible early marker of morbidity and mortality. *Transplant Proc* [Internet]. 2011;43(6):2249–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.transproceed.2011.06.046>
18. Alves RL, Aragão e Silva AL, Kraychete NC de C, Campos GO, Martins M de J, Módolo NSP. Intraoperative lactate levels and postoperative complications of pediatric cardiac surgery. *Paediatr Anaesth* [Internet]. 2012;22(8):812–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9592.2012.03823.x>
19. Siegel LB, Dalton HJ, Hertzog JH, Hopkins RA, Hannan RL, Hauser GJ. Initial postoperative serum lactate levels predict survival in children after open heart surgery. *Intensive Care Med* [Internet]. 1996;22(12):1418–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/bf01709563>
20. Toraman F, Evrenkaya S, Yuce M, Aksoy N, Karabulut H, Bozkulak Y, et al. Lactic acidosis after cardiac surgery is associated with adverse outcome. *Heart Surg Forum* [Internet]. 2004;7(2):E155–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1532/hsf98.20041002>
21. Andersen LW, Holmberg MJ, Doherty M, Khabbaz K, Lerner A, Berg KM, et al. Postoperative lactate levels and hospital length of stay after cardiac surgery. *J*

Cardiothorac Vasc Anesth [Internet]. 2015;29(6):1454–60. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2015.06.007>

22. Schumacher KR, Reichel RA, Vlastic JR, Yu S, Donohue J, Gajarski RJ, et al. Rate of increase in serum lactate level risk-stratifies infants after surgery for congenital heart disease. J Thorac Cardiovasc Surg [Internet]. 2014;148(2):589–95. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.09.002>



## 12 ANEXOS O APÉNDICES

### A. VARIABLES

Variable	Definición operacional	Escala de medición	Unidad de medida
Edad	Periodo de tiempo en meses que un individuo al momento de la cirugía	Cuantitativa	Meses
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres	Cualitativa	Femenino Masculino
Peso	Cantidad de masa total de un individuo	Cuantitativa	Kilogramos
Talla	Estatura de una persona en centímetros	Cuantitativa	Centímetros
Índice de masa corporal	División del peso en kilogramos entre el cuadrado de la estatura en metros	Cuantitativa	Kilogramos/metros cuadrados de superficie corporal
Diagnóstico de base	Identificar una enfermedad, afección o lección a partir de sus signos y síntomas	Cualitativa	-Comunicación interauricular -Comunicación interventricular -Persistencia de conducto arterioso -Tetralogía de Fallot

			<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trasposición de grandes arterias</li> <li>-Doble salida del ventrículo derecho</li> <li>-Ventrículo único</li> <li>-Coartación de aorta</li> <li>-Atresia pulmonar</li> <li>-Conexión anómala de venas pulmonares</li> <li>-Canal auriculo-ventricular</li> <li>-Atresia tricuspídea</li> <li>-Tronco arterioso</li> <li>-Estenosis mitral</li> <li>-Rodete subaórtico</li> </ul>
Diagnóstico de ingreso a terapia	Condición cardíaca postquirúrgica	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>-PO cierre de CIA</li> <li>-PO cierre de CIV</li> <li>-PO fístula sistémico pulmonar</li> <li>-PO corrección de tetralogía de Fallot</li> <li>-PO cierre de PCA</li> <li>-PO bandaje pulmonar</li> <li>-PO corrección de conexión anómala de venas pulmonares</li> <li>-PO resección de rodete subaórtico</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>-PO corrección de canal AV</li> <li>-PO corrección de tracto de salida del ventrículo izquierdo</li> <li>-PO switch arterial</li> <li>-PO valvuloplastía</li> </ul>
Diagnóstico de egreso	Diagnóstico al alta del servicio de UTIP	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diagnóstico postquirúrgico</li> <li>-Dismetabolias</li> <li>-Derrame pleural</li> <li>-Choque cardiogénico</li> <li>-Choque séptico</li> <li>-Choque mixto</li> <li>-Infección de vías urinarias</li> <li>-Estado postparo</li> <li>-Insuficiencia respiratoria</li> <li>-Encefalopatía hipóxica isquémica</li> <li>-Neumotórax</li> <li>-Hipertensión pulmonar</li> <li>-Neumonía</li> <li>-Falla a la extubación</li> <li>-Lesión renal aguda</li> <li>-Coagulopatía</li> <li>-Arritmia ventricular</li> </ul>



			-Bloqueo auriculoventricular -Sepsis -Displasia broncopulmonar -Hipertensión arterial -Insuficiencia cardíaca -Infección asociada a los cuidados de la salud
Tiempo en fallecer	Momento de la muerte en días	Cuantitativa	Días
Falleció después	Falleció posterior a su egreso	Cualitativa	Sí No
Vive	Vivió después de su egreso	Cualitativa	Sí No
Segunda cirugía	Se realizó un segundo procedimiento quirúrgico	Cualitativa	Sí No
Choque séptico	Forma de presentación más grave de la sepsis, cuando la sepsis se asocia a hipotensión e hipoperfusión tisular	Cualitativa	Sí No

Tensión arterial	Fuerza que ejerce la sangre al empujar contra las paredes de las arterias	Cuantitativa	mmHg
Tiempo en terapia	Tiempo de estancia en terapia intensiva	Cuantitativa	Días
Cateterismo	Procedimiento que consiste en la introducción de un catéter a través de arterias o venas	Cualitativa	Sí No
Temperatura	Medida de la capacidad del organismo de generar y eliminar calor	Cuantitativa	Grados centígrados
Frecuencia cardíaca	Número de veces que el corazón late en un minuto	Cuantitativa	Latidos por minuto
Frecuencia respiratoria	Número de ciclos respiratorios que ocurren por minuto	Cuantitativa	Respiraciones por minuto
Glasgow	Escala de aplicación neurológica que permite medir el nivel de conciencia de una persona	Cuantitativa	Puntos
Pupilas	Reflejo pupilar que se manifiesta a través del estrechamiento de	Cualitativa	Isocóricas Anisocóricas Refleóricas

	la pupila en reacción a un estímulo		Arreflécticas
Sodio al ingreso	Electrolito crucial para mantener el equilibrio de fluidos y el volumen sanguíneo, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
Potasio al ingreso	Electrolito en el cuerpo humano vital para la función cardíaca y la contracción muscular, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
Cloro al ingreso	Electrolito que ayuda a mantener el equilibrio de líquidos y el pH del cuerpo, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
pH al ingreso	Medida que indica la acidez o alcalinidad de una sustancia o solución, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	
Presión parcial de dióxido de carbono al ingreso	Medida de la cantidad de dióxido de carbono en sangre, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mmHg

Presión parcial de oxígeno al ingreso	Indicador que mide la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mmHg
Lactato al ingreso	Producto metabólico que aumenta en respuesta a la hipoperfusión tisular y la demanda de oxígeno, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mmol/litro
Bicarbonato al ingreso	Subproducto del metabolismo que es fundamental para mantener el equilibrio ácido-base en el cuerpo humano, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mmol/litro
Leucocitos al ingreso	Células blancas del sistema inmunitario del cuerpo, medidos al ingreso a UTIP	Cuantitativa	Células/mm <sup>3</sup>
Hemoglobina al ingreso	Proteína de la sangre que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta	Cuantitativa	gr/dL

		los tejidos, medida al ingreso a UTIP		
Hematocrito al ingreso	al	Cantidad de sangre total compuesta de glóbulos rojos, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	%
Plaquetas al ingreso	al	Células sanguíneas que tienen un papel fundamental en la coagulación de la sangre, medidas al ingreso a UTIP	Cuantitativa	Plaquetas/microlitro
Tiempo de protrombina al ingreso	de al	Análisis que mide el tiempo que tarda la sangre en coagularse, mide la eficacia de la vía extrínseca, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	Segundos
Tiempo de tromboplastina parcial al ingreso	de	Análisis que mide el tiempo que tarda la sangre en coagularse, mide la eficacia de la vía intrínseca, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	Segundos
Índice internacional normalizado al ingreso	al	Unidad para medir el estado de anticoagulación, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	

Glucosa al ingreso	Medida de concentración de glucosa libre en la sangre, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mg/dl
Nitrógeno ureico en sangre al ingreso	Cantidad de nitrógeno ureico en sangre, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mg/dl
Urea al ingreso	Sustancia que se forma por la descomposición de proteína en el hígado, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mg/dl
Creatinina al ingreso	Compuesto orgánico generado a partir de la degradación de creatina, medida al ingreso a UTIP	Cuantitativa	mg/dl
Deshidrogenasa láctica al ingreso	Enzima que interviene en reacciones metabólicas que conducen a la obtención de energía, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	U/L
Sodio a las 72 horas	Electrolito crucial para mantener el equilibrio de fluidos y el volumen	Cuantitativa	mEq/litro

	sanguíneo, medido a las 72 horas en UTIP		
Potasio a las 72 horas	Electrolito en el cuerpo humano vital para la función cardíaca y la contracción muscular, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
Cloro a las 72 horas	Electrolito que ayuda a mantener el equilibrio de líquidos y el pH del cuerpo, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
pH a las 72 horas	Medida que indica la acidez o alcalinidad de una sustancia o solución, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	
Lactato a las 72 horas	Producto metabólico que aumenta en respuesta a la hipoperfusión tisular y la demanda de oxígeno, medido a	Cuantitativa	mmol/litro



	las 72 horas en UTIP		
Bicarbonato a las 72 horas	Subproducto del metabolismo que es fundamental para mantener el equilibrio ácido-base en el cuerpo humano, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	mmol/litro
Hemoglobina a las 72 horas	Proteína de la sangre que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, medida a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	gr/dL
Hematocrito a las 72 horas	Cantidad de sangre total compuesta de glóbulos rojos, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	%
Creatinina a las 72 horas	Compuesto orgánico generado a partir de la degradación de creatina, medida a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	mg/dl

Deshidrogenasa láctica a las 72 horas	Enzima que interviene en reacciones metabólicas que conducen a la obtención de energía, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	U/L
Sodio a los 7 días	Electrolito crucial para mantener el equilibrio de fluidos y el volumen sanguíneo, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
Potasio a los 7 días	Electrolito en el cuerpo humano vital para la función cardíaca y la contracción muscular, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
Cloro a los 7 días	Electrolito que ayuda a mantener el equilibrio de líquidos y el pH del cuerpo, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	mEq/litro
pH a los 7 días	Medida que indica la acidez o alcalinidad de una sustancia o	Cuantitativa	

	solución, medido a los 7 días en UTIP		
Lactato a los 7 días	Producto metabólico que aumenta en respuesta a la hipoperfusión tisular y la demanda de oxígeno, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	mmol/litro
Bicarbonato a los 7 días	Subproducto del metabolismo que es fundamental para mantener el equilibrio ácido-base en el cuerpo humano, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	mmol/litro
Hemoglobina a los 7 días	Proteína de la sangre que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	gr/dL
Hematocrito a los 7 días	Cantidad de sangre total compuesta de glóbulos rojos, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	%

Creatinina a los 7 días	Compuesto orgánico generado a partir de la degradación de creatina, medida a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	mg/dl
Deshidrogenasa láctica a los 7 días	Enzima que interviene en reacciones metabólicas que conducen a la obtención de energía, medido a los 7 días en UTIP	Cuantitativa	U/L
Balance hídrico al ingreso	Relación entre la cantidad de líquidos que ingresan y egresan en una persona, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	ml
Balance hídrico a las 72 horas	Relación entre la cantidad de líquidos que ingresan y egresan en una persona, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	ml
Balance hídrico a los 7 días	Relación entre la cantidad de líquidos que ingresan y egresan en una persona,	Cuantitativa	ml

	medido a los 7 días en UTIP		
Solución de base	Solución de referencia utilizada en UTIP	Cualitativa	Solución mixta Solución fisiológica 0.9% Solución glucosada
Solución fisiológica	Utilización de solución fisiológica al 0.9%	Cualitativa	Sí No
Tasa de filtrado glomerular al ingreso	Mide la cantidad de sangre que pasa a través de los glomérulos renales cada minuto, medido al ingreso a UTIP	Cuantitativa	ml/min/1.73 m <sup>2</sup>
Tasa de filtrado glomerular a las 72 horas	Mide la cantidad de sangre que pasa a través de los glomérulos renales cada minuto, medido a las 72 horas en UTIP	Cuantitativa	ml/min/1.73 m <sup>2</sup>
Lesión renal aguda	Pérdida súbita de la capacidad de los riñones para eliminar el exceso de líquido, electrolitos y desechos en sangre	Cualitativa	Sí No

AKIN	Escala Acute Kidney Injury Network para clasificar la lesión renal aguda	Cuantitativa	I II III
Ventilación mecánica invasiva	Soporte avanzado a la respiración de manera artificial que introduce gas en el sistema respiratorio del paciente, por medio de un sistema mecánico externo o ventilador	Cualitativa	Sí No
Tiempo de ventilación mecánica invasiva	Tiempo en horas con soporte avanzado de la respiración	Cuantitativa	Horas
Tiempo de pinzamiento aórtico	Técnica quirúrgica utilizada en la cirugía cardíaca para cerrar la aorta y separar la circulación sistémica del flujo sanguíneo del corazón	Cuantitativa	Minutos
Tiempo de circulación extracorpórea	Tiempo en el que la circulación del paciente está en contacto con el sistema de apoyo	Cuantitativa	Minutos

	extracorpóreo durante la cirugía		
Tiempo en terapia intensiva	Tiempo de hospitalización en terapia intensiva pediátrica posterior a la cirugía cardíaca	Cuantitativa	Horas
Mortalidad	Defunción del paciente durante su estancia en UTIP posterior a la cirugía cardíaca	Cualitativa	Sí No

Tabla 2. Variables

**B. INSTRUMENTO**

The image shows a screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet. The title bar reads 'BASE DE DATOS TESIS (1)'. The ribbon includes tabs for 'Inicio', 'Insertar', 'Dibujar', 'Disposición de página', 'Fórmulas', 'Datos', 'Revisar', and 'Vista'. The main area is a large grid of cells, with the first few columns highlighted in pink. The bottom status bar shows 'Listo' and 'Accesibilidad: es necesario investigar'.

Tabla 3. Instrumento

### C. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

MES	ACTIVIDAD
Agosto	Presentación al comité de ética
Septiembre	Revisión de expedientes y realización de base de datos
Octubre	Análisis estadístico
Noviembre	Publicación de resultados

Tabla 4. Cronograma de actividades

### D. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Aguascalientes, Ags., Noviembre 2024

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación: **“Nivel de lactato como predictor de mortalidad en UTIP de pacientes sometidos a cirugía cardíaca”**

Número Registro CHMH: \_\_\_\_\_

Nombre del Investigador Principal: Karen Viramontes Olmos

Nombre de la persona que participará en la Investigación: \_\_\_\_\_

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: **Nivel de lactato como predictor de mortalidad en UTIP de pacientes sometidos a cirugía cardíaca**. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (Familiar y/o Médico tratante) sobre la presente investigación.

#### 1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?

Esta investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, específicamente en Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, ubicado en primer piso del hospital, en el área de pediatría.



## **2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?**

Esta investigación tiene como objetivo la revisión de expedientes clínicos para determinar el punto de corte del nivel de lactato como predictor de mortalidad de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca en terapia intensiva

## **3. ¿Por qué es importante esta investigación?**

Para determinar el punto de corte del nivel de lactato como predictor de mortalidad de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca en terapia intensiva y así proporcionar conocimientos que pueden influir en la atención clínica y mejorar los resultados de salud de estos pacientes.

## **4. ¿Por qué he sido invitado a participar en esta investigación?**

Ha sido invitado a formar parte de esta investigación, porque cumple con las características enlistadas a continuación (criterios de inclusión): Pacientes pediátricos postoperados de cirugía cardíaca en el CHMH en el período Enero 2017 a Enero 2023.

Los participantes son incluidos si: son Pacientes pediátricos postoperados de cirugía cardíaca en el CHMH en el período Enero 2017 a Enero 2023.

## **5. ¿Estoy obligado a participar?**

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y **no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención** en término de sus derechos como paciente.

## **6. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?**

Su participación consistirá en lo siguiente: (1000 caracteres con espacios)

- Revisión de expediente clínico

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado y firme al final del mismo.

## **7. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?**

Ser participante de este protocolo de investigación que influirá en la atención clínica y mejorará los resultados de salud de estos pacientes.

## **8. ¿Existe alguna alternativa que pueda proporcionarme mayor beneficio de lo que me propone esta Investigación?**

No aplica, no existe beneficio alguno

## **9. ¿Cuáles son los posibles riesgos de formar parte de esta investigación?**

Ninguno

**10. ¿Tendré alguna molestia durante y/o después de mi participación?**

Ninguna

**11. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?**

Ninguna

**12. ¿Tendrá algún costo para mi participar en esta Investigación?**

Se le informa que los gastos relacionados con esta investigación que se originen a partir del momento en que, voluntariamente, acepta participar en la misma, no serán pagados por Usted. En el caso de que existan gastos adicionales originados por el desarrollo de esta investigación, serán cubiertos por el presupuesto de la misma.

Es importante comentarle que los gastos y/o cuotas que se generen como paciente que no tengan ninguna relación con la presente Investigación, deberán ser pagados por Usted.

**13. Una vez que acepte participar ¿Es posible retirarme de la Investigación?**

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad o se creen prejuicios para continuar con sus tratamientos y su atención como paciente. Únicamente avisando a alguno de los investigadores su decisión.

**14. ¿En qué casos se me puede suspender de la Investigación?**

En caso de no contar con todos los datos en el expediente clínico

**15. ¿Qué sucede cuando la Investigación termina?**

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.

Es posible que su información médica pueda ser usada para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

**16. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la Investigación?**

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de la misma, por favor contacte a los investigadores principales:

Karen Viramontes Olmos. Médico residente de 3er año de pediatría

Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda. Nefrólogo pediatra, adscrito de pediatría

### **Aclaraciones:**

- a) Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.
- b) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- c) En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- d) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.
- e) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- f) Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, solamente en el caso de sufrir daños directamente causados por la Investigación.
- g) En caso de que sea usted padre/tutor, o representante legal de un menor de edad o de una persona incapaz de tomar la decisión o firmar este documento, sírvase firmar la presente Carta de Consentimiento Informado dando su autorización.
- h) En el caso de que el participante en la investigación se trate de un menor a partir de los 6 años, por favor de lectura al Asentimiento Informado anexo a este documento, para que el menor lo comprenda y autorice.
- i) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.
- j) Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.

### **FIRMA DE CONSENTIMIENTO**

Yo, \_\_\_\_\_, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades,

es mi voluntad participar en esta investigación titulada. **“Nivel de lactato como predictor de mortalidad en UTIP de pacientes sometidos a cirugía cardíaca”**

No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de sin riesgo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de Karen Viramontes Olmos.

<p style="text-align: right; margin-bottom: 0;">Karen Viramontes Olmos</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p><b>NOMBRE Y FIRMA</b> <b>PARTICIPANTE</b> PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL (según aplique, se requiere identificación)</p>	<hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p><b>NOMBRE Y FIRMA</b> <b>INVESTIGADOR PRINCIPAL</b></p>
<hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p><b>NOMBRE Y FIRMA</b> PARENTESCO DOMICILIO</p>	<hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p><b>NOMBRE Y FIRMA</b> PARENTESCO DOMICILIO</p>

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.