



**Variación de la PaCO<sub>2</sub>, variables hemodinámicas y desenlaces en cateterismos  
cardiacos diagnósticos de niños bajo sedación por no anesthesiólogos.**

Autor:

**Dra. Laura Cárdenas Bohórquez**

Co-Autores

**Dr. Hugo Andrés Mantilla Gutiérrez**

**Anestesiólogo Cardiovascular**

**Dr. Yimy Alberto Santana Rodríguez**

**Anestesiólogo Cardiovascular**

**Nicolás Molano**

**Epidemiólogo**

Trabajo para optar por el título de: Anestesiólogo

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Anestesiología

Universidad del Rosario

Bogotá-Colombia

2025

**Variación de la presión arterial de CO<sub>2</sub>, variables hemodinámicas y desenlaces en pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por no anestesiólogos en un centro de cuarto nivel.**

Autor

Dra. Laura Cárdenas Bohórquez

Residente de Anestesiología

Tutores

Dr. Hugo Andrés Mantilla Gutiérrez -Anestesiólogo Cardiovascular

Dr. Yimy Santana Rodríguez -Anestesiólogo Cardiovascular

Nicolás Molano – Epidemiólogo

Co- autores

Dr. Alberto Enrique García -Hemodinamista Pediátrico

Dr. Juan Pablo Rosso -Hemodinamista Pediátrico

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Anestesiología

Universidad del Rosario

Bogotá-Colombia

2025

## **Identificación del proyecto**

Institución académica: La Cardio

Dependencia: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Título de la investigación: Variación de la presión arterial de CO<sub>2</sub>, variables hemodinámicas y desenlaces en pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por no anestesiólogos en un centro de cuarto nivel.

Instituciones participantes: La Cardio, Universidad del Rosario

Instituciones participantes: La Cardio

Tipo de investigación: Estudio descriptivo observacional de tipo corte transversal

Investigador principal: Laura Cárdenas Bohórquez

Investigadores asociados: Dr. Hugo Andrés Mantilla Gutiérrez, Dr. Yimy Santana Rodríguez. Anestesiólogos Cardiovasculares

Asesor clínico o temático: Dr. Hugo Andrés Mantilla Gutiérrez, Dr. Yimy Santana Rodríguez. Anestesiólogos Cardiovasculares

Asesor metodológico: Nicolás Molano

## 1 Contenido

<b>1. Introducción</b>	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Justificación	11
<b>2. Marco Teórico</b>	12
<b>3. Pregunta de investigación</b>	20
<b>4. Objetivos</b>	21
4.1 Objetivo general	21
4.2 Objetivos específicos	21
<b>5. Formulación de hipótesis</b>	21
<b>6. Metodología</b>	22
6.1 Tipo y diseño de estudio	22
6.2 Población y muestra	22
6.3 Criterios de inclusión y exclusión	22
6.3.1 Criterios de inclusión:	22
6.3.2 Criterios de exclusión	22
6.4 Tamaño de muestra	23
6.5 Muestreo	23
6.6 Definición y operacionalización de variables	23
6.6.1 Definiciones:	23
6.6.2 Operacionalización de variables	24
6.7 Técnicas, procedimientos e instrumentos de la recolección de datos	37
6.8 Plan de procesamiento de muestras biológicas	39
6.9 Plan análisis de datos	39
6.10 Alcances y límites de la investigación	39
<b>7. Aspectos éticos</b>	40
7.1 Equipo de investigación	40
7.2 Categoría de la investigación	40
7.3 Población sujeta de investigación	41
7.4 Proceso de obtención de consentimiento informado	41
7.5 Uso de datos personales	41

7.6	<i>Riesgos y Beneficios</i> .....	42
7.7	<i>Titularidad de la información</i> .....	42
7.8	<i>Criterios que se tendrá en cuenta para definir la autoría de los productos de investigación</i> .....	42
<b>8.</b>	<b>Resultados</b> .....	42
<b>9.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	49
<b>10.</b>	<b>Administración del proyecto</b> .....	52
	8.1 <i>Presupuesto</i> .....	52
	8.2 <i>Cronograma</i> .....	53
<b>11.</b>	<b>Referencias</b> .....	54
<b>12.</b>	<b>Anexos</b> .....	57
	<i>Anexo 1. Formato de recolección de datos</i> .....	57
	<i>Anexo 2. Consentimiento informado</i> .....	57

## Resumen

Marco general:	<p>Las cardiopatías congénitas representan la enfermedad congénita más diagnosticada afectando casi al 1% de los nacidos vivos en el mundo. Los cateterismos diagnósticos son la herramienta más utilizada para evaluar y categorizar esta patología. La técnica de anestesia/ sedación utilizada durante este procedimiento es fundamental, ya que impacta en la calidad de las mediciones. La presión arterial de co2 refleja la cantidad de flujo pulmonar y por ende es una medida útil para estimar el gasto cardiaco de forma cuantitativa. No obstante, este valor puede verse alterado en episodios de hipoventilación asociados a la técnica de sedación utilizada. Teniendo esto en cuenta, hemos planteado realizar un estudio observacional, descriptivo de tipo corte transversal para describir las variaciones de la presión arterial de CO2, el comportamiento hemodinámico y la técnica de sedación utilizada por no anesthesiólogos durante estos procedimientos</p>
Objetivo general:	<p>Describir las variaciones de la presión arterial de CO2, el comportamiento hemodinámico y la técnica de sedación utilizada por médicos no anesthesiólogos en la población pediátrica llevada a cateterismo diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.</p>
Objetivos específicos:	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="500 1308 1408 1507">1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de la población en pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por no anesthesiólogos en La Cardio durante el año 2018.</li><li data-bbox="500 1539 1408 1686">2. Caracterizar el comportamiento hemodinámico de los pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por no anesthesiólogos en La Cardio durante el año 2018.</li><li data-bbox="500 1728 1408 1875">3. Describir las complicaciones durante el procedimiento en los pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.</li></ol>

	4. Clasificar la categoría de riesgo según la escala de CRISP de los pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.
Diseño:	Estudio observacional descriptivo de tipo corte transversal
Sitio de estudio:	La Cardio: La Cardio, Salas de hemodinamia
Población estudio:	Todos los pacientes pediátricos que fueron llevados a cateterismo diagnóstico bajo sedación por médicos no anestesiólogos en La Cardio en el año 2018.
Impacto	En diferentes países del mundo los cateterismos cardiacos diagnósticos en pacientes clasificados como categoría de bajo riesgo según la escala de CRISP son realizados bajo sedación por médicos no anestesiólogos. Durante el 2018 en nuestro centro cardiovascular se realizaron alrededor de 200 procedimientos siguiendo esta modalidad. Por lo tanto, es importante conocer las características demográficas de estos pacientes, al igual que la variación en la presión arterial de CO <sub>2</sub> y de las variables hemodinámicas durante el procedimiento ya que estas afectan las mediciones y el diagnóstico.
Conclusiones	Los hallazgos del estudio muestran que, aunque se observó una variación estadísticamente significativa en la PaCO <sub>2</sub> , esta no fue clínicamente relevante, lo cual respalda la viabilidad de mantener ventilación espontánea adecuada durante la sedación sin comprometer esta variable hemodinámica. Además, se evidenció que los pacientes con puntajes más altos en la escala CRISP presentan un mayor riesgo de complicaciones, siendo esta una herramienta útil para estratificar el riesgo perioperatorio. Finalmente, se identificó que el uso exclusivo de midazolam se asoció con presiones arteriales pulmonares medias más

	<p>elevadas en comparación con su combinación con ketamina, lo que podría tener implicaciones en la medición.</p>
--	---

**Abstract:**

<p>General overview:</p>	<p>Congenital heart disease is the most commonly diagnosed congenital disease, affecting 0.8-1% of live births worldwide. Anesthesia/sedation during diagnostic cardiac catheterizations is critical as it impacts the quality of measurements. Exhaled CO2 pressure reflects the amount of pulmonary blood flow and is a useful measure for quantitatively estimating cardiac output. Nevertheless, this value may be altered if episodes of hypoventilation occur during the sedation technique used. With this in mind, we propose to conduct an observational, cross-sectional descriptive study to describe the variations in CO2 arterial pressure, hemodynamic behavior, and sedation technique used by non-anesthesiologist physicians during these procedures.</p>
<p>General objective:</p>	<p>To describe the variations in CO2 arterial pressure, hemodynamic behavior, and sedation technique used by non-anesthesiologist physicians in the pediatric population undergoing diagnostic catheterization at La Cardio in 2018.</p>
<p>Specific objectives:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. To describe the sociodemographic and clinical characteristics of the population in pediatric patients undergoing diagnostic cardiac catheterization under sedation by non-anesthesiologists at La Cardio in 2018.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. To characterize the hemodynamic behavior of pediatric patients undergoing diagnostic cardiac catheterization under sedation by non-anesthesiologists at La Cardio in 2018.</li> <li>3. To describe the complications during the procedure in pediatric patients undergoing diagnostic catheterization at La Cardio in 2018.</li> <li>4. Classify the risk level according to the CRISP scale of pediatric patients undergoing diagnostic catheterization at La Cardio in 2018."</li> </ol>
Design:	Observational, descriptive, cross-sectional study.
Study sites:	La Cardio, cardiac catheterization labs
Study population:	All pediatric patients who underwent diagnostic catheterization under sedation by nonanesthesiologist physicians at La Cardio in 2018.
Impact	In different countries around the world, diagnostic cardiac catheterizations in patients classified as low risk category according to the CRISP scale are performed under sedation by non-anesthesiologist physicians. During 2018, our cardiovascular center performed approximately 200 procedures using this approach. Therefore, it is important to understand the demographic characteristics of these patients, as well as the variation in CO <sub>2</sub> blood pressure and hemodynamic variables during the procedure, as these factors can impact measurements and diagnosis.
Conclusions	The findings of the study show that, although a statistically significant variation in PaCO <sub>2</sub> was observed, it was not clinically relevant, supporting the feasibility of maintaining adequate spontaneous ventilation during sedation without compromising this hemodynamic variable. Additionally, it was evident that patients with higher CRISP scores are at greater risk of complications, making this a useful tool for perioperative risk stratification. Finally, it was identified that the exclusive use of midazolam was associated

	with higher mean pulmonary artery pressures compared to its combination with ketamine, which could have implications for the measurements.
--	--

## 1. Introducción

### *1.1 Planteamiento del problema*

Los procedimientos de cateterismo para diagnosticar cardiopatías congénitas son cada vez más avanzados y los pacientes presentan cuadros más complejos. Por ello, la mayoría de estos procedimientos se realizan hoy en día bajo sedación o anestesia, administrada por un anesthesiólogo general o pediátrico, dependiendo del riesgo que implique cada caso (1).

La sedación realizada por médicos no anesthesiólogos durante el cateterismo cardiaco en pediatría, se define como aquel procedimiento en el que ningún profesional con entrenamiento en anestesia está presente desde el inicio hasta el final de este (2). Esta modalidad se ha reservado para pacientes clasificados como “riesgo bajo” o categoría < 2 según el puntaje de CRISP (Catheterization Risk Score for Pediatrics). Sin embargo, se ha visto que casi el 90% de los procedimientos se realizan sin tener en cuenta esta clasificación (2).

Hoy en día existen algunos estudios que comparan desenlaces como mortalidad a 30 días, parada cardíaca y tiempo de fluoroscopio, en procedimientos bajo sedación por anesthesiólogos versus no anesthesiólogos. Estos han evidenciado menor tiempo de salas y de complicaciones en el grupo de no anesthesiólogos. No obstante, presentan un importante sesgo a la hora de tener en cuenta los factores de riesgo del paciente y su impacto en las variables hemodinámicas (1, 2).

Durante el año 2018 se realizaron aproximadamente 200 procedimientos de cateterismo diagnóstico en población pediátrica bajo sedación por no anestesiólogos en La Cardio. No se conoce documentación sobre la clasificación del riesgo de estos pacientes según el puntaje de CRISP, ni tampoco contamos con registros que evalúen la repercusión sobre variables hemodinámicas durante estos procedimientos.

A la fecha, existen estudios que evalúan el impacto de la presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>) en la resistencia vascular pulmonar (RVP) (3). Aun así, no hay estudios que reporten el impacto de la sedación por no anestesiólogos en este parámetro gasométrico, teniendo en cuenta que uno de los principales riesgos de esta técnica es la obstrucción de vía aérea superior y la retención de Co<sub>2</sub> subsecuente. En nuestro medio, existen datos sobre las variaciones de la PaCO<sub>2</sub> en población pediátrica llevada a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por anestesiólogos, sin embargo, no se conoce el impacto sobre esta variable en sedaciones realizadas por no anestesiólogos (17).

Lo que se pretende con este estudio, es determinar las variaciones en: la PaCO<sub>2</sub>, variables hemodinámicas y complicaciones durante los cateterismos diagnósticos realizados a pacientes pediátricos en La Cardio durante el año 2018 bajo sedación por no anestesiólogos. Con los datos obtenidos de este estudio se pretende generar hipótesis sobre el impacto de la sedación por no anestesiólogos durante el cateterismo diagnóstico y así, diseñar estrategias clínicas y estudios prospectivos que nos permitan evaluarlo.

## *1.2 Justificación*

En Colombia 36,1 de cada 10.000 nacidos vivos presentan una cardiopatía congénita representando una incidencia entre el 5-12% para el año 2023 (4). En La Cardio se han realizado más de 15.000 cateterismos cardiacos para el diagnóstico o tratamiento de estas cardiopatías, con un promedio de 700 procedimientos al año de los cuales 45% son solamente diagnósticos.

Estos procedimientos tienen un alto riesgo de complicaciones, muchas de estas, atribuibles a la patología de base o al manejo anestésico. Por lo anterior, es de vital importancia que se

cuenta con un profesional que conozca los posibles eventos adversos inherentes a la sedación y al procedimiento y cómo manejarlos. Adicionalmente, los fármacos sedantes hipnóticos tienen efectos hemodinámicos significativos como venodilatación, disminución de la resistencia vascular sistémica (RVS) y depresión miocárdica que pueden alterar las mediciones angiográficas y los parámetros para calcular el porcentaje de mezcla y cortocircuitos (5).

La sedación ofrece la ventaja de permitir la ventilación espontánea del paciente y mantiene más estables las variaciones hemodinámicas respecto a la anestesia general. Sin embargo, un nivel alto de sedación favorece la hipoventilación, el aumento en la PaCO<sub>2</sub> y por consiguiente aumento en la RVP (5).

Este estudio pretende describir las variaciones de la PaCO<sub>2</sub>, el comportamiento hemodinámico y la técnica de sedación utilizada por médicos no anesthesiólogos, durante los cateterismos diagnósticos realizados a población pediátrica durante el año 2018 en La Cardio. De manera adicional, busca también, conocer las complicaciones, requerimiento de Unidad de Cuidado Intensivo (UCI) y de soporte hemodinámico durante el procedimiento, y como estos varían según la técnica de sedación utilizada. Actualmente, en varias instituciones la sedación es suministrada por no anesthesiólogos para este tipo de procedimientos de intervencionismo y es fundamental conocer cómo se comportan los pacientes a su cuidado. La población beneficiada con este estudio serán los pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas. Los datos hemodinámicos producto de este estudio nos permitirán generar hipótesis sobre las implicaciones del manejo anestésico y sus operadores durante el cateterismo diagnóstico, y así, diseñar estrategias clínicas y estudios prospectivos que nos permitan evaluarlo.

## **2. Marco Teórico**

Las cardiopatías congénitas representan la enfermedad congénita más diagnosticada afectando entre el 0.8 y 1% de los nacidos vivos a nivel mundial (6). Estas se definen como cualquier anomalía estructural en el corazón o los grandes vasos que se origina en el

desarrollo embrionario durante la tercera a la décima semana de gestación y que está presente al nacimiento (5). Dentro de su etiología se encuentran las causas genéticas, ambientales o la combinación de ambas y se pueden clasificar como cianosantes y no cianosantes dependiendo si tienen flujo pulmonar reducido o aumentado, respectivamente (5). El Centro de Prevención y Control de Enfermedades (CDC) reporta una incidencia del 1% (aproximadamente 40 mil nacidos vivos con cardiopatías congénitas al año en Estados Unidos).

Según el Instituto Nacional de Salud, las cardiopatías congénitas representan las anomalías congénitas más frecuentes en Colombia con una prevalencia de 36,1 casos por cada 10 mil nacidos vivos (4). También se ha descrito en otras publicaciones una incidencia entre el 5-12% (15.73 por cada 10.000 nacidos vivos) y una prevalencia del 7-8 por cada 1000 recién nacidos, la cual ha ido en aumento debido a el uso de métodos diagnósticos que permiten la detección temprana de estas patologías (5). En cuanto al tipo de cardiopatía, el defecto del tabique interauricular (CIA) es la más común, seguida por la comunicación interventricular (CIV) y el ductus arterioso persistente (DAP) (4).

Ahora bien, los pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas requieren múltiples cateterismos para evaluar la progresión de la enfermedad o el beneficio del tratamiento. El manejo anestésico/sedación es clave durante el procedimiento, ya que impacta en la calidad de las mediciones al igual que en la seguridad y confort del paciente. Pese a lo anterior, hasta el momento no hay un consenso sobre la técnica más apropiada para el manejo de estos pacientes durante el procedimiento (7).

### **Cateterismo**

El cateterismo diagnóstico se realiza con el objetivo de obtener datos sobre la anatomía, hemodinamia, función miocárdica y respuesta a medicamentos (8). Dentro de las mediciones que es posible realizar, mediante el principio de Fick, es posible calcular el flujo pulmonar ( $Q_p$ ) y el flujo sistémico ( $Q_s$ ) el cual se encuentra alterado en pacientes con shunt intracardiaco (8). Adicionalmente, la RVP y la RVS se pueden calcular mediante la ley de Poiseuille, la cual relaciona la resistencia y la presión arterial entre el flujo. Teniendo todo esto en cuenta, el flujo, los shunts y las mediciones de la resistencia vascular, se puede plantear un manejo médico o quirúrgico como tratamiento de la cardiopatía del paciente (8).

Adicionalmente, es importante mencionar que generalmente el laboratorio de cateterismo se encuentra alejado de otros servicios con soporte anestésico y cuenta con un espacio limitado que hace difícil el apoyo y en general el manejo de complicaciones durante el procedimiento (7).

### **Presión de CO<sub>2</sub>**

Los tejidos producen CO<sub>2</sub> como producto del metabolismo aerobio. Este difunde hacia la sangre donde se une a la hemoglobina, es transportado a los pulmones para participar en el intercambio gaseoso y ser exhalado (9). La PaCO<sub>2</sub> hace referencia a la presión ejercida por el CO<sub>2</sub> en la sangre arterial dentro de una mezcla de gases (10).

Hay condiciones que disminuyen la síntesis de CO<sub>2</sub>, por ejemplo, la hipotermia, parálisis y sedación (9). Del mismo modo, se puede producir un aumento en la PaCO<sub>2</sub> cuando se presentan episodios de hipoventilación que limitan la eliminación pulmonar de este compuesto. Esto sucede comúnmente en pacientes sedados en donde se preserva la ventilación espontánea (8).

Por otro lado, la presión exhalada de CO<sub>2</sub> (PEtCO<sub>2</sub>) se define como la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire exhalado del paciente y refleja la cantidad de flujo pulmonar, por ende, es una medida útil para estimar el gasto cardíaco de forma cuantitativa. Se conoce que el gradiente de PaCO<sub>2</sub> y PEtCO<sub>2</sub> se ha visto aumentado en niños con cardiopatía cianósante (valor normal menor de 4 mmHg en ausencia de shunt intracardiaco) y el cambio en este gradiente puede indicar oclusión de un shunt, estrechez de un ductus o disminución del gasto cardíaco (3, 9).

### **Sedación**

El uso de sedación durante cateterismos cardíacos en niños es seguro, efectivo y es no inferior en comparación a la anestesia general, con menos efectos adversos (7). Una ventaja es que la sedación ahorra tiempo, generando un impacto en costos y recursos, además de disminuir el requerimiento de UCI y estancia hospitalaria (7). Otra ventaja de la sedación es que disminuye la inestabilidad cardiovascular, preserva la hemodinamia “natural” del paciente y permite la ventilación espontánea. Se ha observado que esta se asocia a menores eventos adversos de alta severidad (11).

Los diferentes métodos de sedación y manejo de la vía aérea impactan en las medidas de la fisiología cardiopulmonar de los pacientes (11). Esta técnica provee una presión intratorácica normal, sin embargo, puede generar hipoventilación y por consiguiente acidosis hipercápnica cuando se administra en exceso (7). Lo que siempre es ventajoso es que el tiempo de recuperación es más rápido respecto a la anestesia general (8).

En niños se requiere un plano de sedación profunda para los procedimientos, por ello, es necesaria una monitoria a cargo de un observador independiente al que realiza el procedimiento y que incluya electrocardiograma (EKG) pulsioximetría, frecuencia respiratoria (FR) y presión arterial no invasiva (PANI). Ahora bien, la capnografía y la PEtCO<sub>2</sub> también se han incluido dentro de la monitoria ya que, permiten evaluar la permeabilidad de la vía aérea e identificar obstrucción, hipoventilación y apnea de forma oportuna (3, 8).

### **Técnica de sedación**

Los medicamentos como: el Propofol, la Ketamina, la Dexmedetomidina, el Midazolam y sus combinaciones son los agentes sedantes más utilizados en pacientes para el cateterismo cardíaco pediátrico. Los anestésicos inhalados, se usan de forma segura a pesar de la disminución de la contractilidad y de la RVS, ya que atenúan la vasoconstricción pulmonar hipóxica (12); los opioides rara vez se usan solos, tienen pocos efectos hemodinámicos con un buen perfil de seguridad, no obstante, se asocian a hipoventilación e hipercapnia por la depresión respiratoria secundaria. Es por esto que durante el cateterismo debe tenerse en consideración el efecto fisiológico de los fármacos puesto que, pueden afectar las mediciones hemodinámicas necesarias para tomar decisiones cruciales (7).

A continuación, se describen las consideraciones específicas para cada medicamento:

#### *Propofol*

Se ha descrito como seguro y eficaz, tiene menor tasa de náuseas y vomito postoperatorio y recuperación más rápida. No afecta la RVP, sin embargo, si disminuye la RVS y la contractilidad. Debe usarse con precaución en pacientes con fistulas sistémico-pulmonares (8).

### *Ketamina*

Genera ansiolisis, hipnosis y analgesia mientras preserva los reflejos de la vía aérea y la ventilación. Mantiene la hemodinamia del paciente sin cambios, la desventaja es que aumenta la salivación, náuseas y movimientos no intencionales. Se ha usado de forma segura en pacientes con hipertensión pulmonar (HTP) en los que cabe resaltar que el riesgo de crisis de hipertensión pulmonar, paro y muerte son elevados en el laboratorio de cateterismo (8).

### *Propofol + ketamina*

Es una combinación ampliamente utilizada, genera hemodinamia y mecánica ventilatoria estables, minimiza el delirium y proporciona un tiempo de recuperación adecuado. El Propofol genera vasodilatación sistémica, que en pacientes con shunt intracardiaco generaría flujo de derecha a izquierda e hipo flujo pulmonar y por consiguiente disminución en la saturación arterial de oxígeno. Sin embargo, la Ketamina aumenta el tono simpático y contrarresta este efecto (7).

### *Opioides*

No funcionan como monoterapia, disminuyen la RVP ante el estímulo nocivo, pero, hay que tener en cuenta la hipotensión, bradicardia y depresión respiratoria que generan (8).

### *Benzodiacepinas*

Son seguras, se usan como premedicación o sedación superficial, no alteran la hemodinamia ni generan hipoventilación, pero en conjunto con opioides pueden generar depresión respiratoria (8).

### *Dexmedetomidina*

Es un agonista de los receptores alfa 2 que genera sedación, ansiolisis y analgesia sin comprometer la ventilación. No se recomienda en pacientes dependientes de frecuencia cardiaca ya que reduce la misma. Puede generarse un aumento transitorio en la RVS y posteriormente disminución de la misma (8).

## **Anestesia general**

La anestesia general ofrece la ventaja de inmovilidad, control de la vía aérea y abolición de reflejos en respuesta al estímulo doloroso (8). La desventaja radica en que los agentes anestésicos generan alteraciones en la hemodinamia (venodilatación, disminución de la RVS, depresión miocárdica) lo cual altera las mediciones del cateterismo y las fracciones de shunt (8). De igual forma, la ventilación con presión positiva disminuye el retorno venoso y consiguientemente el flujo, alterando también los shunts intracardiacos (8). Se observó en el registro IMPACT que estos casos se asocian a mayor tiempo de fluoroscopia y tiempo de salas en total en comparación con la sedación por no anestesiólogo (2).

## **Sedación por no anestesiólogo**

Se define como la sedación administrada sin que un anestesiólogo esté presente durante la totalidad del procedimiento (2).

La sedación dirigida por un cardiólogo intervencionista en el laboratorio de cateterismo para cardiopatías congénitas ha sido utilizada históricamente (13). Teniendo en cuenta la base de datos IMPACT se realizó un estudio retrospectivo que identificó que la sedación por no anestesiólogos se utilizó en el 29% de los casos durante el 2011 y el 2018 (2). En 2016 la Sociedad Cardíaca de Angiografía e Intervencionismo, la Sociedad Pediátrica de Anestesia y la Sociedad de Anestesia Cardíaca Congénita propusieron las guías para el uso de sedación y anestesia en el laboratorio de cateterismo de cardiopatías congénitas. En estas se define el nivel de experticia requerido para el profesional a cargo de la sedación según el puntaje de CRISP; el propósito fue identificar que casos eran apropiados para realizar sin un anestesiólogo en la sala (categoría CRISP < 2) (13). El puntaje de CRISP fue desarrollado para estimar el riesgo de eventos adversos serios asociados al procedimiento, otorgando un puntaje de 0-21 al cual se le asigna una categoría de riesgo clasificada de 1-5 (18). En un estudio de cohorte multicéntrica, se observó que el 90% de los casos en los que la sedación por no anestesiólogo fue utilizada, se hizo sin tener en cuenta la categoría de riesgo de los pacientes (2). No obstante, otros estudios han evidenciado que la sedación por no

anestesiólogos se asocia al cuidado de alta calidad y no hay evidencia que el uso de anestesia general mejore los resultados (2).

La Sociedad pediátrica de España establece los requisitos que debe cumplir un profesional que realiza sedación a pacientes pediátricos. En primera instancia, debe ser capaz de identificar a los pacientes idóneos para ser sedados por no anestesiólogos mediante anamnesis dirigida y examen físico en búsqueda de predictores de vía aérea o ventilación difícil. En segundo lugar, debe conocer los niveles de sedación, la farmacología y reacciones adversas de los medicamentos utilizados. Finalmente, debe conocer el instrumental necesario y estar capacitado en maniobras avanzadas de reanimación incluyendo manejo de la vía aérea. El profesional a cargo debe realizar una vigilancia clínica continua de la capacidad de respuesta del paciente, la permeabilidad de la vía aérea y la integridad de la función cardiovascular (14).

De manera similar, la Sociedad Colombiana de Anestesiología establece que la sedación por médicos no anestesiólogos para pacientes mayores de 12 años, debe ser administrada por un profesional certificado en ACLS (Advanced Cardiac Life Support) diferente del que realiza el procedimiento, capaz de vigilar los signos vitales y que cuente con formación básica en sedación y manejo de complicaciones.

Existen múltiples guías para el monitoreo y la administración de sedación sin un anestesiólogo presente. El Colegio de Anestesiólogos Australiano y de Nueva Zelanda definió el tipo de paciente y los medicamentos apropiados para la sedación al igual que el nivel de entrenamiento requerido por el profesional a cargo. En esta misma guía se establece que en ausencia de un anestesiólogo, las enfermeras toman la responsabilidad de administrar la sedación y monitorizar al paciente en el laboratorio de cateterismo cardiaco; pueden administrar sedación para un plano superficial, moderado, o profundo según el caso (15).

### **Eventos adversos**

Durante los cateterismos se ha reportado que la complicación más frecuente es la lesión vascular (32.4%) seguido por arritmias (23%). Con mayor frecuencia se presentan en los

procedimientos terapéuticos respecto a los diagnósticos (8). Pese a la alta tasa de complicaciones, la mortalidad en el laboratorio de cateterismo es baja (0.2-0.29%).

El ajuste de riesgo CHARM (congenital heart disease adjustment for risk model) evalúa mediante un puntaje de 0-8 los siguientes criterios: categoría de riesgo del procedimiento, número de indicadores hemodinámicos de vulnerabilidad (baja saturación venosa mixta, presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo elevada, baja saturación arterial sistémica, presión arterial pulmonar (PAP) elevada) y la edad (11). Los factores de riesgo que se asocian a mayores complicaciones mortales incluyen: edad <1 año, más de 2 indicadores hemodinámicos de vulnerabilidad y un procedimiento de alto riesgo (8). El cateterismo diagnóstico se cataloga como riesgo categoría 1 para los mayores de 1 año, riesgo categoría 2 para los pacientes de 1 mes cumplido a 1 año y riesgo categoría 3 para los menores de 1 mes (16).

Los niveles de complicaciones se clasifican de la siguiente manera (7):

Nivel 1	Ninguno	No hay cambio en la condición, no hay daño y no requirió intervención
Nivel 2	Mínimo	Cambio transitorio en la condición que retorna al estado basal o requirió intervención mínima.
Nivel 3	Moderado	Cambio transitorio en la condición que pudo ser mortal de no haber sido intervenido.
Nivel 4	Mayor	Cambio en la condición que puede ser permanente y es mortal de no ser intervenida.
Nivel 5	Catastrófica	Muerte, cirugía de emergencia o ECMO (oxigenación por membrana extracorpórea) para prevenir la muerte

El riesgo de eventos adversos en procedimientos asistidos por no anestesiólogos es del 10-11%. Sin embargo, pese a que los efectos adversos atribuidos a la sedación son raros, es importante determinar en qué pacientes es apropiado utilizar este recurso (2).

En un estudio retrospectivo de pacientes pediátricos llevados a cateterismo, Mikus et al encontró que el 0.7% de los casos bajo sedación requirió anestesia general, 29% de los casos presentó algún evento adverso y hubo 2 casos de mortalidad intrahospitalaria. De igual manera, los casos bajo anestesia general presentaron mayor tasa de eventos adversos severos y requirieron mayor soporte hemodinámico que los casos bajo sedación ( $p < 0.01$ ) (7).

En el registro IMPACT durante el 2011 al 2018 se evidenció que el riesgo de complicaciones mayores era del 7% y fue más alto en la cohorte que utilizó anestesia general que sedación por no anestesiólogo ( $p < 0.001$ ). Se observó mayor mortalidad a 30 días, parada cardíaca y arritmia de novo en los pacientes anestesiados, sin embargo, en los pacientes sedados hubo mayor riesgo de requerimiento de diálisis, taponamiento cardíaco y eventos asociados a la vía aérea (2). La evidencia indica que los pacientes con enfermedad aguda y un nivel más profundo de sedación tienen mayor probabilidad de alteraciones en la función respiratoria cuando son sedados por no anestesiólogos (15).

Ahora bien, en un estudio de cohorte retrospectiva de 4.424 pacientes llevados a cateterismo cardíaco se evidenció que la sedación dirigida por operador (SDO) en pacientes clasificados como categoría de CRISP  $< 2$ , se asoció a menor probabilidad de eventos adversos mayores en comparación con la anestesia general. De igual manera se evidenció un tiempo de salas, egreso y costos significativamente menor (13).

### **3. Pregunta de investigación**

¿Cuál es el comportamiento de la PaCO<sub>2</sub> y las variables hemodinámicas de los pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardíaco diagnóstico bajo sedación por no anestesiólogos durante el año 2018 en La Cardio?

## **4. Objetivos**

### *4.1 Objetivo general*

Describir las variaciones de la PaCO<sub>2</sub>, el comportamiento hemodinámico y la técnica de sedación utilizada por no anestesiólogos en la población pediátrica llevada a cateterismo diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.

### *4.2 Objetivos específicos*

1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de la población pediátrica llevada a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por no anestesiólogos en La Cardio durante el año 2018.
2. Caracterizar el comportamiento de las variables hemodinámicas (frecuencia cardiaca, presiones de: aorta, arteria pulmonar, ventrículo derecho, ventrículo izquierdo) de los pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por no anestesiólogos en La Cardio durante el año 2018.
3. Describir las complicaciones durante el procedimiento en los pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.
4. Clasificar en que categorías de riesgo según la escala de CRISP se encuentran los pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.

## **5. Formulación de hipótesis**

No aplica para este tipo de estudio

## 6. Metodología

### 6.1 Tipo y diseño de estudio

Estudio observacional descriptivo de tipo corte transversal, realizado en pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico bajo sedación por médicos no anesthesiólogos en La Cardio durante el año 2018.

### 6.2 Población y muestra

La población de referencia son todos aquellos pacientes pediátricos que fueron llevados a cateterismo diagnóstico bajo sedación por médicos no anesthesiólogos en La Cardio en el año 2018. La población objetivo y asequible serán todos los pacientes anteriormente mencionados que cuenten con los datos necesarios en las historias clínicas. En un estudio previo se cuenta con un histórico de 200 cateterismos diagnósticos desde enero de 2019 a julio 2021, así que se espera un número similar para el año 2018 (17)

### 6.3 Criterios de inclusión y exclusión

#### 6.3.1 Criterios de inclusión:

- Pacientes menores de 18 años llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico en La Cardio durante el año 2018.
- Sedación administrada por no anesthesiólogos

#### 6.3.2 Criterios de exclusión:

- Procedimientos con intervención terapéutica
- Pacientes con intubación orotraqueal previa o que requieran asistencia por anesthesiologo desde la planeación del procedimiento
- Pacientes con registros incompletos en la historia clínica

#### *6.4 Tamaño de muestra*

Por ser un estudio observacional descriptivo, no requiere un tamaño de muestra específico. Sin embargo, en un estudio previo se cuenta con un histórico de 200 cateterismos diagnósticos desde enero de 2019 a julio 2021, así que se espera un número similar para el año 2018

#### *6.5 Muestreo*

Se incluirán todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

#### *6.6 Definición y operacionalización de variables*

##### *6.6.1 Definiciones:*

##### **Previas al procedimiento**

Demográficas: edad, sexo, clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), categoría de riesgo según el puntaje de CRISP, peso, talla, tipo de cardiopatía congénita.

Clínicos: saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>)

Fármacos previos: diuréticos, anticoagulantes, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA), betabloqueadores, vasopresores, inotrópicos.

##### **Intra-procedimiento**

Fármacos utilizados para la sedación: midazolam, fentanyl, ketamina, haloperidol, tramadol

Tipo de monitora, tiempo de sedación, desaturación, llamado a anestesia.

Signos vitales iniciales, intermedios y finales: presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD), presión arterial media (PAM), frecuencia cardíaca (FC), saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>)

Uso de medicamentos: inotrópico, vasopresor, vasodilatador

Gasometría arterial inicial y final: pH, PaCo<sub>2</sub>, presión arterial de oxígeno (Pao<sub>2</sub>), bicarbonato (Hco<sub>3</sub>), base exceso (BE), hemoglobina (Hb), hematocrito (Hcto), saturación de oxígeno (So<sub>2</sub>)

Variables hemodinámicas: presiones de aorta, presiones de arteria pulmonar, presiones del ventrículo derecho y presiones del ventrículo izquierdo

### **Post procedimiento**

Requerimiento de inotrópico, vasopresor, vasodilatador, UCI post procedimiento, requerimiento de ventilación mecánica. Muerte inmediata. Sangrado mayor, arritmia de novo.

#### *6.6.2 Operacionalización de variables*

*Tabla 1. Operacionalización de variables*

<b>VARIABLES PRE OPERATORIAS</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>NATURALEZA</b>	<b>NIVEL DE MEDICIÓN</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Edad</b>	Número de años vividos por el paciente hasta que fue llevado al procedimiento	Cuantitativa	Discreta	Número
<b>Sexo</b>	Asignación de sexo : Masculino representa cromosomas (XY) femenino representa cromosomas (XX)	Cualitativa dicotómica	Nominal	M: Masculino F: Femenino

<b>Clasificación ASA</b>	Término descrito por la sociedad americana de anestesiología del estado físico	Cualitativa	Ordinal	ASA I ASA II ASA III ASA IV ASA V ASA VI
<b>Puntaje de CRISP</b>	Puntaje numérico asignado según los factores de riesgo que cumple el paciente	Cuantitativo	Discreta	0-21
<b>Categoría de riesgo de CRISP</b>	Categoría de riesgo asignada según el puntaje de CRISP	Cualitativo	Ordinal	CRISP 1 CRISP 2 CRISP 3 CRISP 4 CRISP 5
<b>Peso</b>	Medida en kilogramos de la masa del paciente el día de procedimiento	Cuantitativa	Continua	Kilogramos
<b>Talla</b>	Medida en centímetros de la altura del paciente	Cuantitativa	Continua	Centímetros

<b>Tipo de cardiopatía congénita</b>	Diagnóstico de cardiopatía congénita	Cualitativa	Nominal	<p>Ventrículo único</p> <p>Defectos Septales (CIA o CIV)</p> <p>Ductus arterioso persistente (DAP)</p> <p>Trasposición de grandes arterias (TGA)</p> <p>Canal auriculo ventricular</p> <p>HTP</p> <p>TOF</p> <p>Otros</p>
<b>Saturación de Oxígeno preoperatorio</b>	Medida en porcentaje de la cantidad de oxígeno transportada por la sangre	Cuantitativa	Discreta	Porcentaje
<b>Diuréticos</b>	Uso de medicamento previo a procedimiento no cardiaco	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si

<b>Anticoagulantes</b>	Uso de medicamento previo a procedimiento no cardiaco	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Antihipertensivos</b>	Uso de medicamento previo a procedimiento no cardiaco	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Betabloqueadores</b>	Uso de medicamento previo a procedimiento no cardiaco	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Vasopresores</b>	Uso de medicamento previo a procedimiento no cardiaco	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Inotrópicos</b>	Uso de medicamento previo a procedimiento no cardiaco	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si

<b>VARIABLES INTRAOPERATORIAS</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>NATURALEZA</b>	<b>NIVEL DE MEDICION</b>	<b>DE ESCALA</b>
<b>Midazolam</b>	Medicamento utilizado en el procedimiento	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Fentanilo</b>	Medicamento utilizado en el procedimiento	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Ketamina</b>	Medicamento utilizado en el procedimiento	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si

<b>Haloperidol</b>	Medicamento utilizado en el procedimiento	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Tramadol</b>	Medicamento utilizado en el procedimiento	Cualitativa dicotómica	Nominal	No Si
<b>Tiempo de sedación</b>	Duración en minutos de exposición a agentes sedantes durante el procedimiento	Cuantitativa	Discreta	Minutos
<b>Desaturación</b>	Caída en la saturación de oxígeno más del 10% del valor basal	Cualitativa	Nominal	No Si
<b>Llamado a anestesia</b>	Necesidad de anestesia general durante el procedimiento	Cualitativa	Nominal	No Si
<b>Tipo de monitoria</b>	Monitoria utilizada durante el procedimiento	Cualitativa	Nominal	0: Básica 1: Básica + Línea arterial 2: Básica + PVC

				3: Básica + PVC+ LA
--	--	--	--	---------------------

<b>Presión Arterial Sistólica inicial</b>	Valor inicial de presión arterial sistólica	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial Diastólica inicial</b>	Valor inicial de presión arterial diastólica	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial Media inicial</b>	Valor inicial de presión arterial media	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial Sistólica intraoperatoria</b>	Valor más bajo registrado de presión arterial durante el procedimiento	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial diastólica intraoperatoria</b>	Valor más bajo registrado de presión arterial durante el procedimiento	Cuantitativa	Discreta	mmHg

<b>Presión Arterial Media intraoperatoria</b>	Valor más bajo registrado de presión arterial durante el procedimiento	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial Sistólica final</b>	Valor final de presión arterial	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial diastólica final</b>	Valor final de presión arterial	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presión Arterial Media final</b>	Valor final de presión arterial	Cuantitativa	Discreta	mmHg

<b>Frecuencia Cardíaca inicial</b>	Frecuencia cardíaca registrada previa al inicio del procedimiento	Cuantitativa	Discreta	Número de latidos por minuto
<b>Frecuencia Cardíaca intraoperatoria</b>	Frecuencia cardíaca más alta durante el procedimiento	Cuantitativa	Discreta	Número de latidos por minuto
<b>Frecuencia Cardíaca final</b>	Frecuencia cardíaca registrada por última vez durante el procedimiento	Cuantitativa	Discreta	Número de latidos por minuto

<b>Presiones de aorta</b>	Presión arterial sistólica, diastólica y media medidas dentro de la aorta durante el cateterismo	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presiones de arteria pulmonar</b>	Presión arterial sistólica, diastólica y media medidas dentro de la arteria pulmonar durante el cateterismo	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presiones del ventrículo derecho</b>	Presión arterial sistólica, diastólicas medidas dentro del ventrículo derecho durante el cateterismo	Cuantitativa	Discreta	mmHg
<b>Presiones del ventrículo izquierdo</b>	Presión arterial sistólica, diastólicas medidas dentro del ventrículo izquierdo	Cuantitativa	Discreta	mmHg

	durante el cateterismo			
<b>Inotrópico</b>	Uso del medicamento	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Vasopresor</b>	Uso del medicamento	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Vasodilatador</b>	Uso del medicamento	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>pH inicial</b>	Concentración de iones de hidrógeno en el primer registro de gases arteriales	Cuantitativa	Continua	Número crudo
<b>PaCO<sub>2</sub> Inicial</b>	Presión parcial en mmHg de CO <sub>2</sub> arterial en los primeros gases arteriales registrados durante el procedimiento	Cuantitativa	Continua	mmHg

<b>PaO<sub>2</sub> inicial</b>	Presión arterial de oxígeno en los primeros gases arteriales medida en mmHg	Cuantitativa	Continua	mmHg
<b>HCO<sub>3</sub> inicial</b>	Bicarbonato en los primeros gases arteriales medido en mmol/l	Cuantitativa	Continua	Número crudo
<b>BE inicial</b>	Base exceso en los primeros gases arteriales medida en mmol/l	Cuantitativa	Continua	Número crudo
<b>Hb inicial</b>	Concentración de hemoglobina en los primeros gases arteriales medida en gramos/	Cuantitativa	Continua	Número de g/dL

	decilitros			
<b>Hto inicial</b>	Volumen de glóbulos en los primeros gases arteriales expresado en porcentaje	Cuantitativa	Continua	Porcentaje
<b>SO<sub>2</sub> inicial</b>	Saturación de oxígeno en los primeros gases arteriales medida en porcentaje	Cuantitativa	Continua	Porcentaje
<b>pH final</b>	Concentración de iones de hidrógeno en el último registro de gases arteriales	Cuantitativa	Continua	Número crudo
<b>PaCO<sub>2</sub> final</b>	Presión parcial en mmHg de CO <sub>2</sub> arterial en los últimos gases arteriales registrados durante el	Cuantitativa	Continua	mmHg

	procedimiento			
<b>PaO<sub>2</sub> final</b>	Presión arterial de oxígeno en los últimos gases arteriales medida en mmHg	Cuantitativa	Continua	mmHg
<b>HCO<sub>3</sub> final</b>	Bicarbonato en los últimos gases arteriales medido en mmol/l	Cuantitativa	Continua	Número crudo
<b>BE final</b>	Base Exceso en los últimos gases arteriales medida en mmol/l	Cuantitativa	Continua	Número crudo
<b>Hb final</b>	Concentración de Hemoglobina en los últimos gases arteriales medida en	Cuantitativa	Continua	Número de g/dL

	gramos/ decilitros			
<b>Hto final</b>	Volumen de glóbulos en los últimos gases arteriales expresado en porcentaje	Cuantitativa	Continua	Porcentaje
<b>SO<sub>2</sub> final</b>	Saturación de oxígeno en los últimos gases arteriales medida en porcentaje	Cuantitativa	Continua	Porcentaje

<b>VARIABLES POST OPERATORIAS</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>NATURALEZA</b>	<b>NIVEL DE MEDICION</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Inotrópico</b>	Uso de soporte hemodinámicos medicamentos con	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Vasopresor</b>	Uso de soporte hemodinámicos medicamentos con	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si

<b>Vasodilatador</b>	Uso de soporte hemodinámicos con medicamentos	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Requerimiento de unidad de cuidados intensivos post procedimiento</b>	Paciente llevado a la unidad de cuidados intensivos para el cuidado postoperatorio	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Requerimiento de Ventilación Mecánica post procedimiento</b>	Necesidad de ventilación mecánica en postoperatorio	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Muerte</b>	Fallecimiento durante estancia hospitalaria	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Sangrado mayor</b>	Transfusión de $\geq 2$ unidades de glóbulos rojos	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si
<b>Arritmia de novo</b>	Aparición de arritmias no diagnosticadas previamente en las primeras 24 horas post procedimiento	Cualitativa dicotómica	Nominal	0: No 1: Si

### *6.7 Técnicas, procedimientos e instrumentos de la recolección de datos*

La información será obtenida de las historias clínicas de los pacientes incluidos. Se recolectarán datos de: el reporte del procedimiento realizado, de las notas registradas por el

servicio de enfermería donde se indica la técnica de sedación utilizada al igual que los signos vitales. Finalmente, se revisarán los gases arteriales escaneados o en físico.

El período de observación del estudio estará comprendido desde el día el procedimiento hasta el alta hospitalaria. Se consignarán los datos para cada una de las variables a analizar en una tabla de Excel.

Para evaluar los cambios en el nivel de CO<sub>2</sub> se tomarán como mínimo dos valores (al inicio y al final del procedimiento) que se encuentren consignados en las notas del procedimiento o en los registros de enfermería.

Los responsables de la recolección de datos serán los autores del estudio y recibirán entrenamiento en el correcto diligenciamiento de la tabla de datos en la aplicación.

Instrumentos de recolección:

- Base de datos de los procedimientos de hemodinamia pediátrica del año 2018
- Sistema Servinte Clinical Suite de LaCardio
- Gases arteriales de los pacientes en físico o escaneados
- Computador personal
- Microsoft Excel

El instrumento de recolección se diligenciará en un computador personal asignado para la recolección y análisis de los datos. Toda la información obtenida a partir de los registros de historia clínica se entregará como producto final de la investigación y como proyecto de grado a La Cardio y a la Universidad El Rosario.

La custodia de los datos está a cargo únicamente por el equipo el equipo de trabajo que se encuentra integrado por Laura Cardenas, médico residente de anestesiología y por los Drs. Yimy Santana Rodríguez y Hugo Andrés Mantilla Gutiérrez, anesthesiólogos cardiovasculares. Estos datos se encuentran en un computador personal asignado únicamente para este proceso y al que tienen accesos únicamente los miembros de la investigación. Estos

datos se mantendrán en custodia por los investigadores principales hasta 5 años posterior a finalizar la entrega completa de la investigación a la Universidad del Rosario y a La Cardio para propósitos de revisión y auditoría.

#### *6.8 Plan de procesamiento de muestras biológicas*

No aplica

#### *6.9 Plan análisis de datos*

Las variables cuantitativas serán descritas a través de promedios, desviaciones estándar, y medianas o rangos intercuartílicos dependiendo de si la variable cumple con una distribución normal o no normal respectivamente. Estas serán evaluadas a través de la prueba de Shapiro-Wilk. Ahora bien, las variables cualitativas, serán reportadas como frecuencias absolutas y relativas. Todos los análisis estadísticos serán realizados en el software R versión 4.2.2.

#### *6.10 Alcances y límites de la investigación*

El presente estudio permite describir las variaciones en la presión arterial de CO<sub>2</sub> durante los cateterismos diagnósticos pediátricos bajo sedación. De igual manera, permite caracterizar la población, conocer la variación en las variables hemodinámicas y la incidencia de complicaciones postoperatorias, finalmente compararlo con las mismas variables analizadas en un estudio previo.

La información obtenida en el estudio puede publicarse en revistas nacionales e internacionales para facilitar su acceso y de igual manera permite a futuro desarrollar un protocolo institucional de sedación para este tipo de procedimientos diagnósticos.

Las limitaciones de este estudio se centran en el sesgo de información. Los datos se encuentran consignados en historias clínicas y registros a mano, por lo cual puede haber

variaciones o falta de claridad en los datos, que dificulte su correcta interpretación. Sin embargo se realizó la recolección de datos de forma cuidadosa descartando aquellos pacientes con datos incompletos o ilegibles. Este estudio tampoco pretende establecer causalidad entre las variables medidas.

## **7. Aspectos éticos**

El estudio se realizó dentro de los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la 64a Asamblea General; 2013 octubre. Fortaleza, Brasil: AMM; 2013.

Se tuvo en cuenta las regulaciones locales del Ministerio de Salud de Colombia Resolución 8430 de 1993 en lo concerniente al Capítulo I “De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos.

### *7.1 Equipo de investigación*

El equipo de trabajo de encuentra integrado por Laura Cárdenas Bohórquez, Médico Residente de Anestesiología de La Cardio y por los Doctores Hugo Andrés Mantilla Gutiérrez y Yimy Santana Rodríguez, ambos Anestesiólogos Cardiovasculares de La Cardio.

No existe ningún conflicto de interés por parte de los autores del estudio que deba declararse.

### *7.2 Categoría de la investigación*

Según resolución No 008430 de 1993: por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, se determina que el presente estudio se considera sin riesgo. Esto se debe a que es un estudio retrospectivo en el que los datos serán recolectados de las historias clínicas sin realizar ninguna intervención poblacional.

### *7.3 Población sujeta de investigación*

La población de estudio serán todos los pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico bajo sedación por no anesthesiólogos durante el año 2018. Se considera que la población no es vulnerable ya que no se realizará ninguna intervención.

### *7.4 Proceso de obtención de consentimiento informado*

No aplica al ser un estudio observacional

### *7.5 Uso de datos personales*

Se limitará el acceso a los datos de pacientes y a los instrumentos de recolección únicamente a los investigadores según Artículo 8 de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud.

Será responsabilidad de los investigadores el guardar con absoluta reserva la información contenida en las historias clínicas y a cumplir con la normatividad vigente en cuanto al manejo de esta reglamentados en los siguientes: Ley 100 de 1993, Ley 23 de 1981, Decreto 3380 de 1981, Resolución 008430 de 1993 y Decreto 1995 de 1999.

Todos los integrantes del grupo de investigación estarán prestos a dar información sobre el estudio a entes organizados, aprobados e interesados en conocerlo siempre y cuando sean de índole académica y científica, preservando la exactitud de los resultados y haciendo referencia a datos globales y no a pacientes o instituciones en particular.

Se mantendrá absoluta confidencialidad y se preservará el buen nombre institucional profesional.

El estudio se realizará con un manejo estadístico imparcial y responsable.

Los resultados del estudio serán entregados a la Universidad del Rosario como proyecto de grado y al Departamento de Anestesia de La Cardio. De igual manera, se contemplará la publicación de los resultados en una revista con fines académicos o científicos.

Se solicitará la aprobación del comité de ética de La Cardio para poder llevar a cabo este estudio

### *7.6 Riesgos y Beneficios*

Al ser un estudio retrospectivo, no se somete a los pacientes a ningún tipo de riesgo o beneficio de participar en el estudio.

Este estudio no somete a ningún tipo de riesgo a la institución donde se realiza ya que no pretende ni puede establecer causalidad entre las variables a evaluar y los eventos adversos encontrados.

### *7.7 Titularidad de la información*

Registro de historia clínica y libros de hemodinamia pediátrica de La Cardio.

### *7.8 Criterios que se tendrá en cuenta para definir la autoría de los productos de investigación*

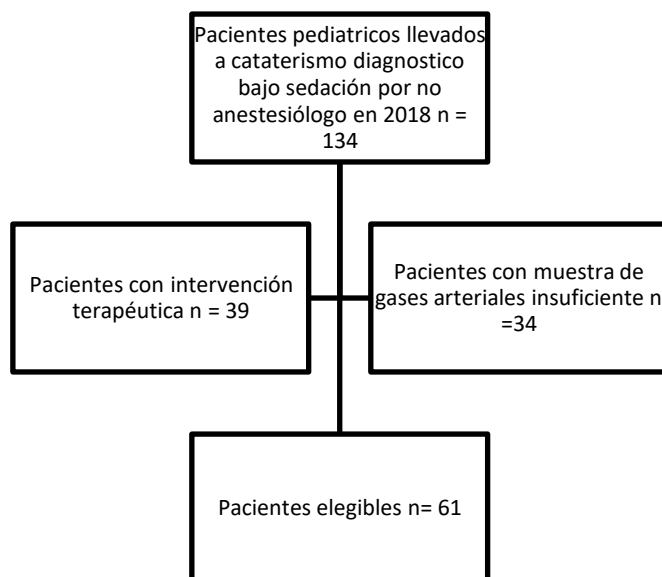
Según el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE) el cual establece que la autoría debe cumplir con cuatro criterios fundamentales. Primero, haber realizado contribuciones sustanciales en la concepción o diseño del trabajo, o en la adquisición, análisis o interpretación de los datos. Segundo, haber participado en la redacción del protocolo o en su revisión crítica para aportar contenido relevante. Tercero, haber dado la aprobación final de la versión que será publicada. Y cuarto, aceptar la responsabilidad sobre todos los aspectos del trabajo, garantizando que cualquier duda sobre su precisión o integridad sea investigada y resuelta adecuadamente. Teniendo en cuenta lo anterior, se encuentran definidos los autores de este trabajo.

## **8. Resultados**

Identificamos 134 pacientes pediátricos llevados a cateterismo cardiaco diagnóstico durante el año 2018. Después de excluir 34 pacientes que no contaban con muestras de gases

arteriales suficientes y 39 pacientes a los cuales se les realizó un procedimiento terapéutico no programado, 61 pacientes fueron incluidos (fig.1)

**Figura 1: Flujograma de pacientes**



La tabla 1 muestra las características demográficas de los pacientes elegibles (n=61) el 54,1% son de sexo femenino, el restante son de sexo masculino. La mayoría de los pacientes eran mayores de 1 año (88,5%). Teniendo en cuenta las escalas de riesgo, gran parte de los pacientes fueron categorizados como CRISP 2 (50,8%) y CRISP 1 (42,6%). De igual forma, la mayoría de los pacientes fueron clasificados como ASA 3 (45,9%) y ASA 4 (47,5%). Las cardiopatías más frecuentes fueron ventrículo único 27,8% y defectos septales (CIA o CIV) 22,9%; siendo más frecuente la CIV con 7 pacientes, seguido de CIA con 3 pacientes al igual que el canal AV. La cardiopatía menos frecuente fue trasposición de grandes arterias 3,27% (Tabla 2).

**Tabla 1. Características Demográficas**

<b>n=61</b>	
<b>Edad</b>	3 (1;7)
≥ 1 año	54 (88,5%)
<1 año	7 (11,4%)
<b>Género</b>	
Femenino	33 (54,1%)
Masculino	28 (45,9%)
<b>Peso</b>	14 (9,1;18,2)
<b>Talla</b>	97,8 (±26,9)
<b>Puntaje de CRISP</b>	3 (2;4)
<b>Categoría de CRISP</b>	
CRISP 1	26 (42,6%)
CRISP 2	31 (50,8%)
CRISP 3	4 (6,5%)
<b>Clasificación de ASA</b>	
ASA 2	4 (6,5%)
ASA 3	28 (45,9%)
ASA 4	29 (47,5%)
<b>Uso medicamentos preoperatorios</b>	
Diuréticos	16 (26,2%)
Antihipertensivos	12 (19,6%)
Beta-bloqueadores	3 (4,9%)
<b>Procedimiento</b>	
PAS de Ao	106 (±18)
PAD de Ao	61 (±14)
PAM de Ao	81 (±14)
PAS pulmonar	37 (30;76)

<b>PAD pulmonar</b>	18 (15;23)
<b>PAM pulmonar</b>	27 (23;43)

Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación estándar o n (%).  
 ASA: American Society of Anesthesiologist physical status classification system

**Tabla 2. Distribución  
 Cardiopatías**

<b>n =61</b>	
<b>Cardiopatías</b>	
Ventrículo único	17 (27,8%)
CIA, CIV	14 (22,9%)
DAP	6 (9,8%)
TGA	2 (3,27%)
Canal AV	3 (4,91%)
Otros	6 (9,8%)
HTP	5 (8,1%)
TOF	8 (13,1%)

Los datos se presentan como n (%).  
 CIA: Comunicación auricular, CIV: comunicación ventricular, DAP: ductus arterioso persistente, TGA transposición de grandes arterias, Canal AV: canal auriculoventricular, HTP: hipertensión pulmonar, TOF tetralogía de Fallot

Los medicamentos utilizados para la sedación fueron midazolam (n=60; 98,3%) y Ketamina (n=46; 75,4%), solo 1 paciente (1,6%) fue sedado con Fentanyl + Midazolam + Ketamina. El total de los pacientes sedados con ketamina fue en combinación con midazolam, ningún paciente fue sedado con ketamina en monoterapia. Por el contrario 15 pacientes (24,5%) fueron sedados únicamente con midazolam (Tabla 3).

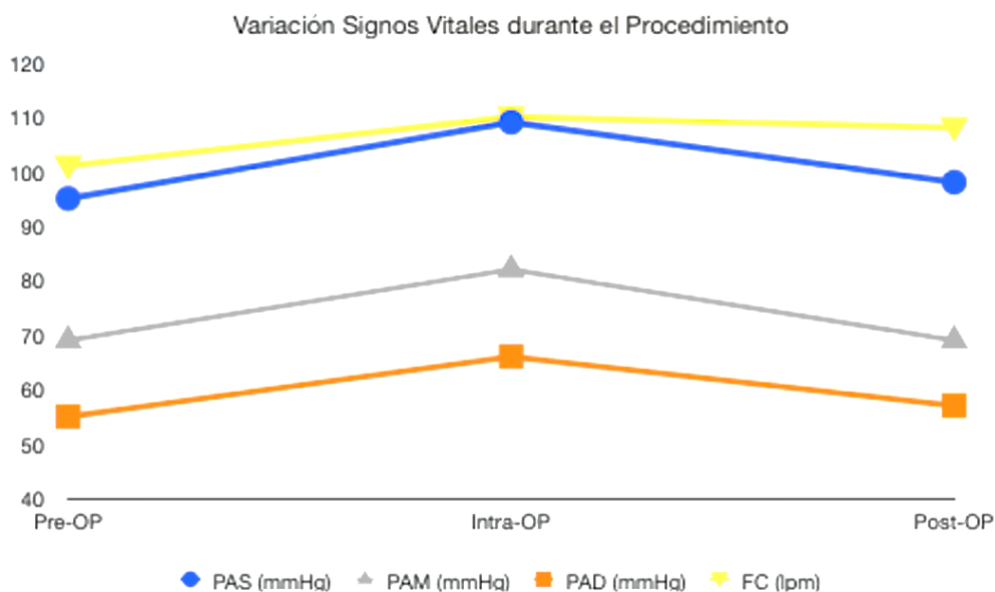
**Tabla 3.**  
**Medicamentos**  
**usados para sedación**

	<b>n=61</b>
Midazolam	15 (24,5%)
Midazolam + Ketamina	46 (75,4%)
Fentanyl + Midazolam + Ketamina	1 (1,6%)

Los datos se presentan como n (%).

En cuanto a las variables hemodinámicas (Gráfica 1) durante el procedimiento se registró por cateterismo una PAM aórtica promedio de 81 mmHg (DE 14 mmHg) que se correlaciona con la PAM registrada por monitoria no invasiva (82 mmHg DE 14 mmHg). La PAS, PAD, y PAM intraoperatorias presentan valores más elevados respecto a los valores preoperatorios y postoperatorios con un incremento en promedio de 12 mmHg. Del mismo modo, la frecuencia cardiaca es más alta durante el procedimiento respecto al valor previo. Teniendo en cuenta la técnica de sedación utilizada, la presión arterial pulmonar media de los pacientes sedados únicamente con midazolam fue más alta que en la combinación midazolam + ketamina (32,8 mmHg vs 39,5 mmHg) y el valor más alto registrado fue en el único paciente sedado con triple terapia (75 mmHg).

**Gráfica 1**



PAS: presión arterial sistólica. PAD: presión arterial diastólica. PAM: presión arterial media.  
OP: operatorio

Teniendo en cuenta el reporte de gases arteriales, encontramos que la PaCO<sub>2</sub> inicial fue de 33,4 mmHg y la PaCO<sub>2</sub> final fue de 34,1 mmHg con una variación entre mediciones de 0,7 mmHg (0,9;1,2) la cual es significativa (P< 0.006). De igual forma, observamos una diferencia estadísticamente significativa entre la PaO<sub>2</sub> inicial y final (P< 0.01) y el pH inicial y final (P< 0.05), sin embargo estas diferencias no son clínicamente relevantes (tabla 3).

**Tabla 3. Gases Arteriales**

pH	
Inicio	7,35 (7,32;7,38)
Fin	7,33 (7,31;7,36)
PaCO <sub>2</sub>	
Inicio	33,4 (30,4;36,3)
Fin	34,1 (31,3;37,5)

<b>PaO2</b>	
<b>Inicio</b>	60,2 (46,5;76,2)
<b>Fin</b>	60 (44,9; 75)
<b>Lactato</b>	
<b>Inicial</b>	1,1 (1;1,2)
<b>Final</b>	1,1 (0,9;1,29)
<b>SO2</b>	
<b>Inicial</b>	87 (77;94)
<b>Final</b>	86 (74;92)

PaO2: presión arterial de o2.

PaCO2: presión arterial de CO2. SO2: saturación de o2

Del total de pacientes incluidos 8 presentaron complicaciones: 3 (4,9%) requirieron UCI posterior al procedimiento, 1 (1,6%) tubo necesidad de ventilación mecánica invasiva, 2 (3,2%) presentaron arritmia, 1 (1,6%) se desaturó y 1 (1,6%) murió. La mitad de estos pacientes fueron categorizados como CRISP 3 y la otra mitad como CRISP 2 según el puntaje de riesgo. Adicionalmente, la mayoría de los pacientes que presentaron complicaciones tenían edad  $\leq$  1 año a excepción de 1 paciente que tenía 8 años (Tabla 4).

**Tabla 4. Complicaciones**

<b>Complicaciones</b>	<b>CRISP 2.</b>	<b>CRISP 3.</b>	<b>Edad</b>
Arritmia	2	0	$\geq$ 1 año
UCI	1	2	1 año
Muerte	1	0	2 meses
VMI	0	1	1 año
Desaturación	0	1	1 año
<b>Total general</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

UCI: unidad de cuidados intensivos. VMI: ventilación mecánica invasiva.

## 9. Conclusiones

### Variación en la PaCO<sub>2</sub>

La sedación por no anestesiólogos es una técnica que sigue siendo ampliamente utilizada en diferentes países para procedimientos de bajo riesgo (13). Aunque en nuestra población se ha dejado de lado esta práctica, hace algunos años era bastante común.

El objetivo general de este estudio fue describir las variaciones de la PaCO<sub>2</sub>, el comportamiento hemodinámico y las técnicas de sedación utilizadas por médicos no anestesiólogos en pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico. Los resultados obtenidos muestran una variación promedio en la PaCO<sub>2</sub> de 0,7 mmHg ( $P < 0.006$ ), lo que, si bien es estadísticamente significativo, no es clínicamente relevante. Este hallazgo resalta la capacidad para mantener una ventilación espontánea apropiada durante la sedación lo cual permite conservar la hemodinamia “habitual” del paciente.

Teniendo en cuenta un estudio previo realizado en nuestra institución, en el que se evaluó la variación de la PaCO<sub>2</sub> en pacientes pediátricos sedados por anestesiólogos para cateterismo diagnóstico, se encontró que dicha variación no era significativa, a pesar de la disminución en las variables hemodinámicas, (frecuencia cardíaca y presión arterial) indicando poca respuesta al estímulo doloroso durante el procedimiento. Esto sugiere que, incluso en un plano profundo de sedación, en el cual la presión arterial y la frecuencia cardíaca tienen a disminuir, las mediciones hemodinámicas relevantes para el estudio no se veían afectadas (17). En nuestro estudio, sin embargo, observamos un aumento en las variables hemodinámicas durante el procedimiento, mientras que la variación en la PaCO<sub>2</sub> no fue clínicamente significativa. Lo anterior podría indicar que pese a la técnica de sedación utilizada en la cual el estímulo doloroso durante el procedimiento tenía un impacto en los signos vitales del paciente, no tenía impacto en la medición de las variables hemodinámicas de interés.

### Medicamentos Utilizados para la Sedación

En este estudio, los medicamentos más utilizados fueron midazolam y ketamina, casi siempre en combinación. Solo un paciente recibió triple farmacoterapia de midazolam, ketamina y fentanilo, mientras que 24,5% de los pacientes fueron sedados únicamente con midazolam.

Este patrón de uso concuerda con la literatura, donde se muestra una preferencia por medicamentos que permitan sedación profunda con preservación de la ventilación espontánea, una característica deseable en los cateterismos cardíacos, ya que minimiza el impacto en la hemodinamia del paciente (7,8). La ketamina no se utilizó en monoterapia pese a su efecto simpaticomimético y de preservación de la ventilación espontánea y se explica por sus conocidos efectos de sialorrea y disforia. La combinación con midazolam ofrece un balance entre sedación, amnesia y estabilidad cardiovascular, lo que explica su amplio uso en esta cohorte.

### **Presion de arteria pulmonar media**

El comportamiento de la presión arterial pulmonar media (PAPm) observado en este estudio refleja la influencia de las técnicas de sedación utilizadas. Los pacientes sedados exclusivamente con midazolam presentaron una PAPm más alta en comparación con aquellos que recibieron la combinación de midazolam y ketamina (39,5 mmHg vs. 32,8 mmHg). Esto podría estar relacionado con algún evento de hipoventilación asociada al uso de midazolam en monoterapia o bien al tipo de cardiopatía congénita del paciente (8).

### **Complicaciones asociadas al cateterismo diagnóstico**

En cuanto a las complicaciones, los hallazgos de este estudio difieren parcialmente de lo reportado en la literatura, donde las complicaciones más frecuentes en procedimientos de cateterismo suelen ser las lesiones vasculares (32,4%) y las arritmias (23%) (8). En este caso, la incidencia de arritmias fue mucho menor (1,6%). Llama la atención la mortalidad observada, ya que, aunque baja (1,6%), supera los rangos reportados (0,2-0,29%) en estudios previos, lo cual podría explicarse por el tamaño de la muestra.

El análisis de los resultados revela que el 13,1% de los pacientes presentaron complicaciones, y la mitad de ellos pertenecía a la categoría CRISP 3 por lo que se puede inferir que los pacientes con puntajes de CRISP más altos están significativamente asociados con un mayor riesgo de complicaciones durante los procedimientos de sedación. Este hallazgo respalda la utilidad del puntaje de CRISP como una herramienta predictiva robusta para evaluar el riesgo de los pacientes antes de realizar el cateterismo cardíaco. Sin embargo, se

puede observar que, en nuestra población, al igual que en la literatura, un considerable porcentaje de pacientes con puntajes de CRISP mayores a 2 fueron sedados por personal no anestesiólogo, lo cual se aparta de las recomendaciones de las guías (13).

Adicional a esto, en nuestro estudio la mayoría de los pacientes con complicaciones tenía una edad mayor o igual a 1 año, contrario a la evidencia que asocia mayores riesgos en lactantes menores de 1 año (18). Este hallazgo podría estar influenciado por factores específicos de la población estudiada, como la distribución de casos y el manejo clínico.

### **Sedación dirigida por no anestesiólogos: fortalezas y oportunidades**

Según la literatura, no hay evidencia sólida que muestre que la sedación por anestesiólogos represente mejores resultados clínicos. Por el contrario, se ha descrito que la sedación por no anestesiólogos se relaciona con menores tiempos de sala, menor estancia hospitalaria y costos reducidos, mientras que la sedación por anestesiólogos se relaciona con mayores complicaciones, como paro cardíaco y mayor soporte hemodinámico, lo cual se debe probablemente a la mayor complejidad de los pacientes al igual que de los procedimientos (2).

Lo anterior plantea una oportunidad para realizar estudios prospectivos o retrospectivos que comparen directamente los desenlaces de la sedación administrada por anestesiólogos versus no anestesiólogos, particularmente en pacientes pediátricos con puntajes CRISP más altos. De igual manera, se podría plantear la estandarización del protocolo de sedación teniendo en evaluando siempre el puntaje de riesgo CRISP de los pacientes.

### **Limitaciones**

Al ser un estudio descriptivo, no permite establecer asociación entre las complicaciones presentadas durante el procedimiento y el operador durante la sedación (anestesiólogo vs no anestesiólogo). De igual forma este estudio no permite justificar si las variaciones en la PaCO<sub>2</sub> fueron netamente relacionadas con la técnica de sedación utilizada o por el contrario si dependen de la cardiopatía de base del paciente, lo cual podría presentar un factor confusor. Finalmente, este estudio no pretende ni podría describir si la sedación por no anestesiólogos se compara a la misma a cargo de anestesiólogos.

## Fortalezas

Nuestro estudio cuenta con una población significativa de pacientes en un contexto donde aún se utiliza la sedación por no anestesiólogos para pacientes de bajo riesgo, por lo cual los resultados encontrados son extrapolables a otros centros con población similar en el contexto local.

## Conclusiones

Las variaciones en la PaCO<sub>2</sub> observadas en este estudio fueron clínicamente irrelevantes a pesar de ser estadísticamente significativas. Las variaciones en las variables hemodinámicas observadas no fueron significativas, sin embargo, llama la atención que todas las mediciones de presión arterial y frecuencia cardiaca fueron más altas en el intraoperatorio que en el pre y post operatorio lo cual sugiere que el control del dolor y el plano de sedación no era el adecuado para el procedimiento. Adicionalmente, observamos que la técnica de sedación utilizada no tuvo un impacto en la ventilación espontánea de los pacientes, puesto que no se evidenció repercusión en la medición de las variables hemodinámicas durante el estudio.

Finalmente, las complicaciones reportadas en este estudio se presentaron en el 13,1% de los casos en su mayoría en pacientes que pertenecían a la categoría CRISP 3, lo que refuerza la utilidad de este puntaje como predictor de riesgo y como punto de corte para determinar el médico a cargo de la sedación.

## 10. Administración del proyecto

### 8.1 Presupuesto

RUBROS	Dedicación (horas/total)	tiempo Costo	FINANCIACIÓN
<b>Coinvestigador</b>			
1	240 horas (hora 85.000)	20.400.000	Propios
<b>Coinvestigador</b>			
2	240 horas (hora 85.000)	20.400.000	Propios

Tablas de recolección de datos	0	Propios
Computador portátil	0	Propios
Software de análisis estadístico Stata	0	Universidad del Rosario
<b>Divulgación</b> <b>Presentación de artículo en revista indexada</b>	0	Propios
<b>Total</b>	<b>81.600.000</b>	

## 8.2 Cronograma

Actividad	2022			2023			2024				2025			
	Oct	Feb	Mar	Abr	Oct	Nov	Dic	Ene	May	Jun	Jul	Ago-Dic	Ene-feb	Mar
Elaboracion del protocolo	■	■												
Presentación al grupo de hempediatria			■											
Presentacion al comité de anestesia				■										
Presentación al comité científico					■	■								
Presentación al comité de ética							■	■						
Tabla de datos									■	■				
Recolección de datos											■			
Análisis de datos												■	■	
Elaboración del trabajo final													■	■
Carta al editor y publicación														■

## 11. Referencias

1. Jayaram N, Kaine S, Divekar AA. Sedation in the Pediatric and Congenital Catheterization Laboratory. *JACC Cardiovasc Interv.* 13 de mayo de 2019;12(9):844-6.
2. O'Byrne ML, Kennedy KF, Steven JM, Hill KD, Chamberlain RC, Millenson ME, et al. Outcomes of Operator-Directed Sedation and Anesthesiologist Care in the Pediatric/Congenital Catheterization Laboratory: A Study Utilizing Data From the IMPACT Registry [Internet]. 2021 [citado 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1936879820322780?via%3Dihub>
3. Coté CJ, Wax DF, Jennings MA, Gorski CL, Kurczak-Klippstein K. Endtidal carbon dioxide monitoring in children with congenital heart disease during sedation for cardiac catheterization by nonanesthesiologists. *Pediatr Anesth.* julio de 2007;17(7):661-6.
4. Instituto Nacional de Salud. Defectos congénitos [Internet]. Instituto Nacional de Salud. [citado 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscadoreventos/SitePages/Evento.aspx?Event=18>
5. Méndez-Durán L, Echeverría-Consuegra R, Pérez-Pérez O, Barbosa-Sarabia V, Contreras-Wilches LM, Cañón-Ferreira K. Prevalencia de cardiopatías congénitas diagnosticadas o tratadas por cateterismo cardíaco en pediatría. *Rev Colomb Cardiol* [Internet]. 2021 [citado 24 de abril de 2023];28(2). Disponible en: [https://www.rccardiologia.com/frame\\_esp.php?id=31](https://www.rccardiologia.com/frame_esp.php?id=31)
6. Wu W, He J, Shao X. Incidence and mortality trend of congenital heart disease at the global, regional, and national level, 1990–2017. *Medicine (Baltimore).* 5 de junio de 2020;99(23):e20593.

7. Mikus M, Welchowski T, Schindler E, Schneider M, Mini N, Vergnat M. Sedation versus General Anesthesia for Cardiac Catheterization in Infants: A Retrospective, Monocentric, Cohort Evaluation. *J Clin Med.* enero de 2021;10(23):5648.
8. Lam JE, Lin EP, Alexy R, Aronson LA. Anesthesia and the pediatric cardiac catheterization suite: a review [Internet]. 2014 [citado 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/pan.12551>
9. Riley, C.M. (2017) ‘Continuous capnography in pediatric intensive care’, *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 29(2), pp. 251–258. doi:10.1016/j.cnc.2017.01.010.
10. Aristizábal-Salazar RE, Calvo-Torres LF, Valencia-Arango LA, Montoya-Cañón M, Barbosa-Gantiva O, Hincapié-Baena V. Equilibrio ácido-base: el mejor enfoque clínico. *Rev Colomb Anestesiol.* 1 de julio de 2015;43(3):219-24.
11. Lin CH, Desai S, Nicolas R, Gauvreau K, Foerster S, Sharma A, et al. Sedation and Anesthesia in Pediatric and Congenital Cardiac Catheterization: A Prospective Multicenter Experience [Internet]. 2015 [citado 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00246-015-1167-8>
12. O Moustafa, G. *et al.* (2016) ‘Diagnostic cardiac catheterization in the pediatric population’, *Current Cardiology Reviews*, 12(2), pp. 155–162. doi:10.2174/1573403x12666160301120955.
13. O’Byrne ML, Millenson ME, Steven JM, Gillespie MJ, Dori Y, Glatz AC, et al. Operator-Directed Procedural Sedation in the Congenital Cardiac  
2 Catheterization Laboratory. *JACC Cardiovasc Interv.* 13 de mayo de 2019;12(9):835-43.
14. Sánchez-Malo MJ, Llorens-Córcoles AM, Fernández Marcote-Martínez B, Alonso-Salas MT, Míguez-Navarro MC. Recomendaciones para profesionales no anestesiólogos en procedimientos de sedoanalgesia. en *Pediatría.* 1 de diciembre de 2022;97(6):422.e1422.e10.

15. Conway A, Rolley J, Page K, Fulbrook P. Clinical practice guidelines for nurse administered procedural sedation and analgesia in the cardiac catheterization laboratory: a modified Delphi study. *J Adv Nurs*. 2014;70(5):1040-53.
16. Borchert E, Lema G, López K, González C, Carvajal R, Canessa R, et al. Analgesia, sedación y anestesia para cateterismo diagnóstico y/o terapéutico en pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas en el Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile: algunas recomendaciones. *Borchert*. 2015;34:48-57.
17. Muñoz, D. Comportamiento en los niveles de CO2 arterial en pacientes pediátricos llevados a cateterismo diagnóstico. Repositorio Universidad de rosario. 2023
18. Gerçekler, E. *et al.* (2022) 'Validation of the Turkish version of the catheterization risk score for Pediatrics', *The Anatolian Journal of Cardiology*, 26(12), pp. 864–871. doi:10.5152/anatoljcardiol.2022.2008.

## **12. Anexos**

*Anexo 1. Formato de recolección de datos*

Tabla extensa no ajustable a formato Word

*Anexo 2. Consentimiento informado*

No aplica