



**U N A M**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

*INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL*

*HOSPITAL GENERAL “DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA “*

*UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD*

*CENTRO MÉDICO NACIONAL “LA RAZA”*

**UTILIDAD DEL DELTA PaCO<sub>2</sub> EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO  
CON SINDROME DE BAJO GASTO CARDIACO POSCARDIOTOMÍA.**

**R-2016-3502-3**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO EN  
MEDICINA CRÍTICA PEDIATRICA**

**PRESENTA**

**Dr. Edwin Daniel Álvarez Mora**

**ASESOR DE TESIS**

**Dr. Arturo Fernández Celorio**



Cd. Mx.

**2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3502  
HOSPITAL GENERAL DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA, D.F. NORTE

FECHA **22/01/2016**

**DR. ARTURO FERNANDEZ CELORIO**

**P R E S E N T E**

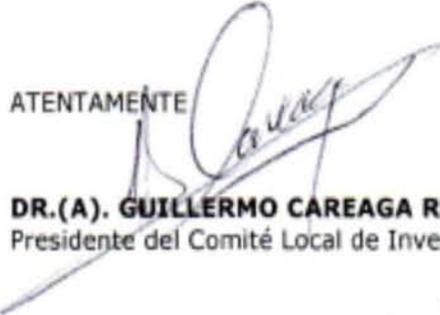
Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

### **UTILIDAD DEL DELTA PaCO2 EN EL PACIENTE PEDIATRICO CON SINDROME DE BAJO GASTO CARDIACO POSCARDIOTOMIA**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2016-3502-3

ATENTAMENTE

  
**DR.(A). GUILLERMO CAREAGA REYNA**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3502

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

DIRECCION DE PRESTACIONES MÉDICAS  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de salud  
Coordinación de Investigación en Salud

---

---

**Dra. Luz Arcelia Campos Navarro**

Directora de Educación e Investigación en Salud  
De la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Gaudencio González Garza  
Centro Médico Nacional La Raza

---

**Dr. Arturo Fernández Celorio**

Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina Crítica Pediátrica y asesor de tesis  
De la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Gaudencio González Garza  
Centro Médico Nacional La Raza

---

**Dr. Arturo Fernández Celorio**

Asesor de Tesis. Médico Adjunto en Medicina Crítica Pediátrica  
De la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Gaudencio González Garza  
Centro Médico Nacional La Raza

---

**Dra. María Magdalena Ramírez González**

Profesor Adjunto del Curso de Especialización en Medicina Crítica Pediátrica  
De la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Gaudencio González Garza  
Centro Médico Nacional La Raza

---

**Dr. Edwin Daniel Álvarez Mora**

Residente de Segundo año del Curso de Especialización en Medicina Crítica Pediátrica  
De la Unidad Médica de Alta Especialidad Dr. Gaudencio González Garza  
Centro Médico Nacional La Raza

**“La madurez del hombre es haber vuelto a encontrar la seriedad con que jugaba cuando era niño”.**

***Friedrich Wilhelm Nietzsche***

## INDICE

I.	RESUMEN	1
II.	ANTECEDENTES	2
III.	JUSTIFICACION	10
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
V.	PREGUNTA DE INVESTIGACION	12
VI.	OBJETIVOS	13
VII.	HIPOTESIS	14
VIII.	MATERIALES Y METODOS	15
IX.	CONSIDERACIONES ETICAS	20
X.	FACTIBILIDAD	21
XI.	RESULTADOS	22
XII.	DISCUSION	28
XIII.	CONCLUSIONES	32
XIV.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	33
XV.	ANEXOS	36

# UTILIDAD DEL DELTA PaCO<sub>2</sub> EN EL PACIENTE PEDIATRICO CON SINDROME DE BAJO GASTO CARDIACO POSCARDIOTOMIA.

*Fernández Celorio A. - Álvarez Mora E.*

## I. RESUMEN

**INTRODUCCION:** El periodo posoperatorio de cardiectomía asocia directamente el síndrome de bajo gasto cardiaco con mortalidad de hasta el 20%. Hasta la fecha hay solo un estudio en modelo pediátrico experimental. La inclusión del Delta CO<sub>2</sub> pudiera mejorar el pronóstico de niños gravemente enfermos con un método poco invasivo, simple y de bajo costo.

**OBJETIVO:** Determinar la utilidad del Delta PaCO<sub>2</sub> como indicador pronóstico de evolución y predictor de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía.

**MATERIALES Y METODOS:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo y prospectivo, en pacientes con diagnóstico de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía que ingresaron a la unidad de terapia intensiva pediátrica del Hospital General Dr. Gaudencio González Garza CMN La Raza, en el periodo comprendido del 01 de Octubre del 2015 al 31 de Enero del 2016. La muestra de selección consecutiva, por conveniencia en base a criterios diagnósticos clínicos de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía, pacientes mayores de 30 días y menores de 16 años de edad, que porten catéter venoso central, se excluyeron aquellos con enfermedad que originaron bajo gasto cardiaco no posquirúrgico. Se determinó el Delta CO<sub>2</sub> a las 0, 8, 12 y 24 horas de ingreso y se hizo el análisis estadístico.

**ANALISIS ESTADISTICO:** Se realizó el análisis de valores predictivos (positivo y negativo) para la evaluación del comportamiento del Delta CO<sub>2</sub> con Síndrome de Bajo Gasto Cardiaco Poscardiotomía y en la necesidad de incrementar la intensidad en la reanimación, concluyendo así la relevancia de la sensibilidad y especificidad de esta prueba diagnóstica en base al Teorema de Bayes y el Teorema de probabilidad total. Se utilizó el programa estadístico SPSS V 21 y Microsoft Office Excel 2013.

**RESULTADOS:** Se estudiaron 64 pacientes, con un total de 256 mediciones de Delta CO<sub>2</sub> en 24 horas. Concluyéndose que un Delta CO<sub>2</sub> mayor de 6mmHg, en pacientes con síndrome de bajo gasto cardiaco tiene una sensibilidad de 0.53, especificidad de 0.99, con un valor predictivo positivo de 0.98 y un AUC mayor de 0.9 calificándolo con muy buena capacidad discriminativa de síndrome de bajo gasto cardiaco. La necesidad de incrementarlas medidas de reanimacion en pacientes con Delta CO<sub>2</sub> mayor de 6mmHg, concluyo con una sensibilidad de 0.40 y especificidad de 0.82, con un valor predictivo positivo de 0.89, con un AUC entre 0.5 a 0.6 calificándolo esta prueba con mala capacidad discriminativa para valorar la necesidad de incremento en medidas de reanimacion.

**CONCLUSIONES:** El Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg nos permite una estimación de encontramos en un estado de bajo gasto cardiaco y de la necesidad de modificar o incrementar la intensidad en medidas de reanimacion guiadas por objetivos, aportando información útil y rápida, mientras se realiza un procedimiento más definitorio. La utilidad más sobresaliente del Delta CO<sub>2</sub> es que en ausencia de monitorización invasiva del gasto cardiaco, esta medición pudiera emplearse para su estimación. Considerando además que es una medición accesible y rápida en unidades de cuidados intensivos. Se requieren de más estudios para definir puntos de corte más precisos en el paciente pediátrico y definir mayor sensibilidad y potencia estadística.

**PALABRAS CLAVE:** Delta de CO<sub>2</sub>, venous-arterial carbon dioxide difference, low cardiac output.

## **UTILIDAD DEL DELTA PaCO<sub>2</sub> EN EL PACIENTE PEDIATRICO CON SINDROME DE BAJO GASTO CARDIACO POSCARDIOTOMIA.**

### **II. ANTECEDENTES**

Gracias al desarrollo de las unidades de cuidados intensivos en los últimos años, existen numerosos equipos y técnicas sofisticados para el monitoreo de pacientes, siendo posible monitorizar oxigenación, ventilación, hemodinámica, metabolismo, perfusión y función celular. <sup>(1, 2)</sup>

Los recursos disponibles como gasometría arterial, capnografía, sensores de pH, pCO<sub>2</sub> y pO<sub>2</sub>, catéteres de arteria pulmonar, presión venosa central, etc. Asociado a índices y parámetros derivados de ellos, que se han propuesto como predictores de mortalidad, evolución, o como formas de monitorizar una respuesta a una terapia específica, o como mecanismos de alerta en pacientes críticos. Todo esto favorece una mejor práctica en las unidades de terapia intensiva actualmente. <sup>(2)</sup>

### **SINDROME DE BAJO GASTO CARDIACO POSCARDIOTOMIA**

El periodo posoperatorio de una intervención cardiaca se considera uno de los más críticos desde el punto de vista de las complicaciones, diagnóstico y tratamiento de éstas. La mortalidad con la circulación extracorpórea se aproxima a 6% y las causas son diversas; en muchas de ellas interviene directamente el síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía (SBGP). <sup>(16)</sup>

El SBGP prolonga el tiempo de monitorización invasiva y ventilación mecánica, un factor que eleva de forma considerable la tasa de infecciones y propicia en buena medida el deterioro de la función renal y de otros órganos, lo cual se refleja en el aumento de la mortalidad, además de que es una causa directa de nuevas complicaciones. <sup>(15, 16)</sup>

La incidencia del SBGP es variable en las distintas series publicadas, desde 4% hasta 15%, con una mortalidad que se aproxima al 20%. <sup>(15)</sup>

El SBGP se distingue por la incapacidad del corazón para mantener un volumen por minuto adecuado para satisfacer las necesidades tisulares de oxígeno y nutrientes en el posoperatorio de una intervención cardiaca, concepto que implica dos factores: el gasto cardiaco y la influencia de los vasos periféricos sobre la resistencia al flujo sanguíneo y la perfusión tisular. El SBGP se considera cuando existe la necesidad de un apoyo inotrópico o un balón de contrapulsación intraaórtica por más de 30 min después del ingreso del paciente a la unidad de cuidados intensivos para mantener un índice cardiaco  $> 2.2$  L/min/m<sup>2</sup>, con una presión capilar pulmonar  $>15$ mmHg durante las primeras 6 horas posoperatorias. Puede deberse a fracaso ventricular izquierdo y/o derecho y asociar o no congestión pulmonar. Puede cursar con presión arterial (PA) normal o baja. <sup>(16, 15)</sup>

El cuadro clínico compatible con SBGP comprendería un cuadro clínico compatible con bajo gasto cardiaco como oliguria (diuresis inferiores a 0,5ml/kg/h), saturación venosa central  $<60\%$  (con saturación arterial normal) y/o lactato  $>3$ mmol/l, sin hipovolemia relativa. Dentro de este grupo también se deben incluir los pacientes que vienen de quirófano con inotrópicos que han de mantenerse para conseguir una situación hemodinámica adecuada. <sup>(15, 16)</sup>

### **Etiología**

Por lo regular, cuando el paciente se somete a una cirugía cardiaca en la que se utiliza la bomba de circulación extracorpórea existe una disminución de la función ventricular posoperatoria que tiene su pico máximo entre las 8 y 12 horas posteriores al procedimiento; la función ventricular se recupera de modo gradual a partir de las 24 horas y se normaliza hasta el séptimo día. Existen diversos mecanismos que pueden afectar la función ventricular luego de una intervención cardiovascular, entre ellos la mala protección miocárdica, el daño por reperfusión, infarto perioperatorio, el miocardio aturdido y la isquemia miocárdica. Una vez establecido el daño, las principales causas que conducen a un síndrome de bajo gasto cardiaco en el posoperatorio se señalan a continuación. (Tabla 1). <sup>(15, 16)</sup>

**Tabla 1.**

<b>Precarga Disminuida</b>	<b>Poscarga Aumentada</b>	<b>Disminución de la Contractilidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemorragia.</li> <li>• Poliuria.</li> <li>• Respuesta inflamatoria (fuga al tercer espacio).</li> <li>• Pérdida de líquidos diferentes a la sangre.</li> <li>• Ventilación con presión positiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vasoconstricción (Hipotermia).</li> <li>• Hipertensión arterial sistémica.</li> <li>• Hipertensión arterial pulmonar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala protección miocárdica.</li> <li>• Oclusión de un puente.</li> <li>• Revascularización incompleta.</li> <li>• Lesión vascular.</li> <li>• Espasmo coronario.</li> <li>• Lesión inducida por la cardioplegía.</li> <li>• Activación de la cascada inflamatoria.</li> </ul>
<b>Mecánicas</b>	<b>Arritmias</b>	<b>Embolismo Pulmonar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taponamiento.</li> <li>• Defecto residual (ej. CIV residual).</li> <li>• Restricción (ej. Estenosis pulmonar residual, Estenosis de la anastomosis del injerto).</li> <li>• Disfunción protésica.</li> <li>• Lesión no corregida.</li> <li>• Neumotórax a tensión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibrilación auricular.</li> <li>• Ritmo nodal.</li> <li>• Arritmias ventriculares.</li> <li>• Bradicardia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estasis venosa.</li> <li>• Daño endotelial.</li> <li>• Alteraciones de la coagulación.</li> <li>• Presencia inadvertida de aire y cuerpos extraños.</li> <li>• Defecto septal.</li> </ul>

### **Predictores preoperatorios**

Los estudios dirigidos de manera específica a la búsqueda de predictores preoperatorios de SBGP han identificado en orden de importancia los siguientes factores: Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo menor de 30%, reintervención, operación de urgencia, género femenino, enfermedad del tronco coronario izquierdo. El género femenino se ha vinculado con mayor morbilidad y mortalidad; en realidad, se han postulado algunas teorías sobre vasos coronarios de pequeño calibre susceptibles de trombosis en el perioperatorio.

(1, 15, 16)

### **Predictores posoperatorios**

La hiperlactatemia sérica es un predictor posoperatorio temprano de disfunción ventricular y aducen que la recuperación tardía del metabolismo miocárdico aeróbico normal puede afectar de modo adverso los resultados del procedimiento cardiaco. La hiperlactatemia se ha reconocido como marcador de falla circulatoria y su gravedad se ha vinculado con incremento de la mortalidad luego de una operación cardiaca. <sup>(15, 16)</sup>

### **Manifestaciones clínicas**

Las manifestaciones clínicas dependen en esencia de los signos de hipoperfusión sistémica. El paciente muestra datos de diaforesis, palidez de tegumentos, llenado capilar retardado, acidosis metabólica y datos de hipoperfusión renal con oliguria o incluso anuria, que en muchos casos precede al incremento de la creatinina. Cuando este síndrome se presenta en los días siguientes a la extubación, a los datos renales y acidobásicos se suman signos claros de disfunción neurológica (desorientación, bradipsiquia, delirio, letargo.) y estimulación adrenérgica (taquicardia, diaforesis, ansiedad). <sup>(15, 16)</sup>

### **Diagnóstico**

El abordaje diagnóstico debe encaminarse a confirmarlo mediante un monitoreo hemodinámico invasivo y determinar así el tipo de disfunción ventricular que presenta el paciente. <sup>(15)</sup> El diagnóstico se establece con base en mediciones de las presiones de llenado de las cavidades derechas (PVC) e izquierdas (PCP) y en la medición directa del gasto cardiaco por termodilución mediante un catéter de flotación pulmonar (Figura 1). La pCO<sub>2</sub> obtenida de un catéter venoso central, medida en vena cava superior, ha mostrado una buena correlación con su determinación en sangre venosa mixta, evitando la instalación de un catéter en arteria pulmonar. Con esta información es posible determinar a partir de criterios hemodinámicos si el SBGP es efecto de la disfunción ventricular izquierda (Tabla 2.) falla derecha (Tabla 3) o falla biventricular (Tabla 4) y establecer un manejo adecuado. <sup>(15)</sup>

**Tabla 2.**

---

<b>Criterios Diagnósticos de SBGP por disfunción ventricular izquierda</b>
- Datos clínicos y paraclínicos de hipoperfusión sistémica
- Índice cardiaco < 2.2 L/min/m <sup>2</sup>
Presiones de llenado en cavidades izquierdas incrementadas
- PCP > 18 mmHg
Presiones de llenado en cavidades derechas normales o disminuidas
- PVC < 15 mmHg

---

**Tabla 3.**

---

<b>Criterios Diagnósticos de SBGP por disfunción ventricular derecha</b>
- Datos clínicos y paraclínicos de hipoperfusión sistémica
- Índice cardiaco < 2.2 L/min/m <sup>2</sup>
Presiones de llenado en cavidades izquierdas normales o disminuidas
- PCP < 18 mmHg
Presiones de llenado en cavidades derechas incrementadas
- PVC > 15 mmHg

---

**Tabla 4.**

---

<b>Criterios de SBGP secundario a falla biventricular.</b>
- Datos clínicos y paraclínicos de hipoperfusión sistémica
- Índice cardiaco < 2.2 L/min/m <sup>2</sup>
Presiones de llenado en cavidades izquierdas incrementadas
- PCP > 18 mmHg
Presiones de llenado en cavidades derechas incrementadas
- PVC > 15 mmHg

---

### **Tratamiento**

El tratamiento del SBGP sigue los principios generales del tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda, aunque existen evidentes diferencias. El SBGP es casi siempre un estado transitorio que tiende a mostrar mejoría después de 48 a 72 horas de la operación si no existe daño permanente y si se trata de forma adecuada. De manera arbitraria es posible establecer diferentes medidas de manejo del SBGP: <sup>(15, 16)</sup>

1. Tratamiento del entorno metabólico posoperatorio.
2. Optimización de los determinantes del gasto cardiaco.
3. Apoyo inotrópico.
4. Dispositivos de asistencia ventricular.

La  $\Delta$ PCO<sub>2</sub> parece que pueda ser un buen marcador de correcta microcirculación y por tanto indicador pronóstico en la evolución del paciente posoperado en cirugía cardiaca. <sup>(1, 12)</sup>

## DELTA de pCO<sub>2</sub>

En adultos hay algunas determinaciones donde una Delta PaCO<sub>2</sub> >6 mmHg en las primeras 24 horas de pacientes postquirúrgicos se correlaciona con un mal pronóstico y muestra la necesidad de una mayor intensidad de reanimación.<sup>(3)</sup>

Un Delta arterio - venoso CO<sub>2</sub> amplio puede explicarse por:

- Aumento de la pCO<sub>2</sub> venosa secundaria a disminución de gasto cardiaco condicionando por hipoperfusión tisular;
- Aumento en la producción de CO<sub>2</sub> secundario a la amortiguación de iones hidrógeno por exceso de bicarbonato
- Aumento en la producción de CO<sub>2</sub>.<sup>(6,13)</sup>

Según estudios realizados anteriormente se ha visto que se pueden dar saturaciones venosas superiores al 70% y una Delta PaCO<sub>2</sub> >6mmHg; de manera que el suministro de oxígeno puede estar aparentemente adaptado a la capacidad de extracción de O<sub>2</sub> del tejido, aunque la perfusión del mismo siga siendo insuficiente como para depurar el CO<sub>2</sub> acumulado y produciendo así alteraciones en el metabolismo. Dado que el incremento de CO<sub>2</sub> del tejido durante la hipoperfusión también es acompañado por un aumento en el CO<sub>2</sub> venoso, podemos argumentar que centrarse exclusivamente en el valor de ScvO<sub>2</sub> mayor de 70%, puede ser insuficiente para guiar la terapia en el poscardiotomía, mientras que el Delta PaCO<sub>2</sub> es un parámetro que puede reconocer al paciente que aún no ha sido reanimado adecuadamente.<sup>(5, 6, 7, 8)</sup>

La medición de GC en pediatría, es poco habitual dado que los métodos son invasivos y pudieran presentar dificultades técnicas (termodilución), poca precisión (principio de Fick directo) o requerir de un alto nivel de entrenamiento (ecocardiografía). Se han propuesto técnicas alternativas para estimar la suficiencia del gasto cardiaco, destacando la diferencia venosa central-arterial de pCO<sub>2</sub> (DVACO<sub>2</sub>) por su fácil aplicabilidad.<sup>(6, 22,23)</sup>

La relación entre gasto cardiaco y DVACO<sub>2</sub> deriva del principio de Fick indirecto:

$$GC = VCO_2 / (CvCO_2 - CaCO_2)$$

Donde VCO<sub>2</sub> es la producción de CO<sub>2</sub>, CaCO<sub>2</sub> y CvCO<sub>2</sub> corresponden al contenido arterial y venoso central de CO<sub>2</sub>, respectivamente. El principio de Fick afirma que el flujo de la

difusión de una sustancia es proporcional a la gradiente de la concentración en esa dirección. Aplicando el principio de Fick al gasto cardiaco, éste puede ser calculado por la razón entre la  $VCO_2$  y la diferencia entre el contenido arterial y venoso de  $CO_2$ .<sup>(6, 14, 15)</sup> Con una  $VCO_2$  constante, una elevación de la  $DVACO_2$  representa una condición de falla circulatoria con flujo sistémico reducido, reflejando un barrido tisular de  $CO_2$  deficiente.<sup>(6, 17, 18, 19)</sup>

Existe información insuficiente en pacientes pediátricos respecto a la capacidad de la  $DVACO_2$  para detectar estados de hipodébito.<sup>(6,21)</sup>

En estudios experimentales en los que el gasto cardíaco fue gradualmente reducido, bajo condiciones de  $VO_2$  y  $VCO_2$  estable. Se observó un aumento de Delta  $PCO_2$  junto con la disminución del gasto cardíaco. A la inversa, un alto gasto cardíaco y por lo tanto un alto flujo sanguíneo venoso aumenta la tasa de depuración de  $CO_2$  y da lugar a una disminución de un Delta  $PCO_2$ .<sup>(12, 15, 17, 20)</sup>

Hasta la fecha se ha realizado un estudio en modelo pediátrico experimental en Chile en el 2012 donde se concluyó que existe una correlación significativa entre la diferencia venoarterial de  $CO_2$  y el gasto cardiaco ante variadas condiciones de flujo circulatorio (gasto cardiaco entre 1,62-7,44 L/min/m<sup>2</sup>) y que una  $DVACO_2$  menor a 8,9mmHg logra descartar un gasto cardiaco menor que 2,5 L/min/m<sup>2</sup>. Con un valor predictivo negativo de 0,96 reflejando que bajo este punto de corte se descarta con muy buena fiabilidad un estado de hipodébito. Considerando que en este modelo experimental, la  $DVACO_2$  obtenida de la circulación venosa central se correlacionó en forma inversa con el gasto cardiaco, siendo 8,9mmHg el mejor punto de corte para descartar un estado de bajo GC, bajo este valor la presencia de hipodébito es muy improbable. Y acentúa la utilidad en ausencia de monitorización invasiva de GC, concluyendo que esta medición pudiera emplearse para su estimación, más aún si consideramos su fácil acceso en cuidados intensivos.<sup>(11, 12,14)</sup>

### **Utilidad del Delta $pCO_2$**

Los estudios han concluido resultados favorables en lo que respecta a la utilidad de incorporar el Delta  $pCO_2$  en la detección de un estado de hipodébito con un método poco invasivo, simple y de bajo costo. Los resultados hasta el momento han sido alentadores, se han documentado para mortalidad una sensibilidad del 100% (IC 95%) y una especificidad del 95% (IC 95%). Futuros estudios debieran dilucidar si la inclusión de la  $DVACO_2$  en

algoritmos de tratamiento y resucitación guiada por objetivos pudiera complementar la información aportada por la saturación venosa central de oxígeno y mejorar el pronóstico de niños gravemente enfermos. (4, 9,10)

### III. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, el catéter de arteria pulmonar es menos utilizado que en el pasado en los pacientes críticos. Desde un catéter venoso central, la saturación de oxígeno en sangre venosa central (ScvO<sub>2</sub>) se utiliza con frecuencia como un sustituto de SvO<sub>2</sub>. El ScvO<sub>2</sub> se ha propuesto como un objetivo relevante en la fase temprana de la reanimación hemodinámica. También se ha propuesto utilizar la diferencia entre PcvCO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub>. De acuerdo con ello, un buen acuerdo se informó de una serie de 83 pacientes en estado crítico. Valle'e y colaboradores estudiaron 50 pacientes con un ScvO<sub>2</sub> superior al 70%, y encontró que 50% de ellos tenía un PcvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> >6mmHg. En estos pacientes, el lactato tendía a tener una mayor producción y el gasto cardíaco tendió a ser menor que en pacientes con un PcvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> < 6mmHg. El análisis de los datos de este estudio sugiere que la presencia de un ScvO<sub>2</sub> >70% con un PcvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> >6mmHg revela un inadecuado estado hemodinámico y persistente y que el aumento del gasto cardíaco podría ser una buena opción terapéutica. Los autores concluyeron que ScvO<sub>2</sub> puede no ser suficiente para guiar la terapia y que cuando se alcanza el valor objetivo ScvO<sub>2</sub> 70%, la presencia de un PcvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> >6mmHg podría ser una herramienta útil para identificar a los pacientes que aún permanecen inadecuadamente reanimados. Estos hallazgos no pueden extrapolarse a niños gravemente enfermos dadas las marcadas diferencias que existen entre la respuesta hemodinámica de pacientes pediátricos y adultos. Es por esto que se pretende realizar este estudio y contribuir a la determinación de la utilidad y el análisis de este parámetro de bajo gasto cardíaco. <sup>(22, 15, 17)</sup>

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El presente trabajo pretende promover una herramienta más para el monitoreo hemodinámico, y considerar al Delta pCO<sub>2</sub> como un parámetro hemodinámico de utilidad en la determinación de bajo gasto cardiaco, especialmente en el paciente pediátrico en estado crítico que representa un reto y que reúne una serie de dificultades técnicas para un monitoreo preciso de este rubro, asociado a falta de material adecuado y el alto costo que representa.

La determinación de Delta pCO<sub>2</sub> ha tenido resultados alentadores en estudios realizados en el paciente adulto y hasta el momento en un modelo experimental pediátrico, este trabajo pretende hacer las determinaciones ahora en pacientes pediátricos específicamente con síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía clínico.

La meta es aportar avances en la conclusión de un valor de cohorte del Delta pCO<sub>2</sub> en el paciente pediátrico y determinar la mortalidad asociada y la evolución hacia las complicaciones hemodinámicas en base a esto.

Si los resultados son factibles en un futuro podría considerarse al Delta pCO<sub>2</sub> como un parámetro fidedigno de bajo gasto cardiaco e incluirse en algoritmos de diagnóstico y tratamiento.

## **V. PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuál es la utilidad del Delta PaCO<sub>2</sub> en el paciente pediátrico con síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía?

## **VI. OBJETIVOS**

Determinar la utilidad del Delta PaCO<sub>2</sub> en el paciente pediátrico con síndrome de bajo gasto cardíaco poscardiotomía.

## **VII. HIPOTESIS**

La determinación de Delta PaCO<sub>2</sub> es útil como indicador pronóstico y predictor de síndrome de bajo gasto cardiaco e hipodébito en los pacientes con síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía.

## **VIII. MATERIALES Y METODOS**

### **A. Tipo de estudio**

Estudio observacional, descriptivo, prospectivo.

### **B. Universo de trabajo**

El universo de trabajo consistió en los pacientes con diagnóstico de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía que ingresaron a la unidad de terapia intensiva pediátrica del Hospital General Dr. Gaudencio González Garza CMN La Raza, en el periodo comprendido del 01 de Octubre del 2015 al 31 de Enero del 2016.

### **C. Tipo de muestra**

Muestra no probabilística de selección consecutiva, selección por conveniencia en base a criterios diagnósticos clínicos de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía en los pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos pediátricos.

### **D. Criterios de inclusión**

- ✓ Género masculino y femenino.
- ✓ Pacientes mayores de 30 días y menores de 16 años de edad.
- ✓ Diagnóstico clínico de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía.
- ✓ Portador de catéter venoso central permeable.

### **E. Criterios de exclusión**

- ✓ Otras enfermedades que originen bajo gasto cardiaco no postquirúrgico como estados de choque no cardiogénico.

### **F. Criterios de eliminación**

- ✓ Pacientes que se ingresaron y no se determinó delta pCO<sub>2</sub>.
- ✓ Pacientes que perdieron permeabilidad de catéter venoso central en el periodo de determinación de pCO<sub>2</sub>.
- ✓ Pacientes que fallecieron antes de completar las determinaciones de pCO<sub>2</sub>.

## G. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION	INDICADOR
Genero	Condición biológica que distingue a las personas en masculino o femenino.	Se identificara por características clínicas de genitales.	Cualitativo Dicotomía	Masculino Femenino
Edad	Años o meses cumplidos que tiene una persona desde la fecha de nacimiento.	Sera dividida en rangos etarios por meses	Cuantitativa Continua nominal	1-48 meses 48-96 meses 96-144 meses 144-192 meses
Peso	Cuerpo o sustancia por unidad de volumen.	Se identificara según sea referida en nota medica de ingreso	Cuantitativa nominal	Kilogramos
Talla	Estatura o altura de una persona.	Se identificara según sea referida en nota medica	Cuantitativa nominal	Centímetros
Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía	Incapacidad del corazón para mantener un volumen por minuto adecuado para satisfacer las necesidades tisulares de oxígeno y nutrientes en el posoperatorio de una intervención cardíaca. Índice cardíaco (IC) medido $< 2,2 \text{ L/min/m}^2$ , sin hipovolemia relativa asociada. Puede deberse a fracaso ventricular izquierdo y/o derecho y asociar o no congestión pulmonar. Puede cursar con presión arterial (PA) normal o baja.	Se identificara al ingreso del paciente de acuerdo a los criterios clínicos y paraclínicos de hipoperfusión sistémica: Diaforesis, palidez tegumentaria, llenado capilar retardado, acidosis metabólica, oliguria, anuria, hiperazoemia, hipotensión, hipotermia, hiperlactatemia	Cualitativa Dicotómica	Presente o ausente
Delta de pCO <sub>2</sub>	Parámetro de gasto cardíaco que consiste en el Diferencial arterial y venosa central de pCO <sub>2</sub> medido por gasometría $\Delta pCO_2 = PaCO_2 - PvcCO_2$ .	Se tomara muestra sanguínea arterial y venosa central y se analizara en gasómetro, determinando el pCO <sub>2</sub> de cada muestra en las horas 0, 8, 12, y 24 de ingreso	Cuantitativa ordinal	Milímetros de mercurio
PIM 3. Índice pediátrico de mortalidad (Anexo 2)	Método de evaluación de Riesgo de muerte en el paciente pediátrico basado en datos	Se realizara PIM 3 a los pacientes seleccionados en la	Cuantitativo ordinal	Puntos y porcentaje

	<p>recogidos dentro de la primera hora de contacto. PIM3 es un modelo actualizado construido utilizando un conjunto de datos más grande que anteriores métodos. Los datos de PIM se recogen dentro de la primera hora de ingreso, lo que evita el sesgo potencial de los efectos del tratamiento después de la admisión, y ofrece la utilidad práctica en la asignación de los niños a ensayos clínicos poco después de la admisión a Cuidados intensivos.</p>	<p>primera hora de ingreso</p>		
--	--	--------------------------------	--	--

## H. DESARROLLO DEL PROYECTO

### *Al ingreso del paciente*

- Se identificaron y se documentaron los datos del paciente en hoja de recolección de datos (Iniciales de nombre, numero de seguridad social, genero, edad, diagnostico).
- Se realizó el diagnóstico de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía de acuerdo a los criterios mencionados a excepción de la determinación directa de gasto cardiaco.
- Se calculó Índice Pediátrico de Mortalidad PIM 3 para valoración de riesgo de mortalidad
- Se obtuvieron muestras sanguíneas de catéter venoso central las cuales se identificaron como hora 0.
- Se obtuvieron muestras sanguíneas arteriales que se identificaron como hora 0.
- Se procesaron ambas muestras en Gasómetro GEM Premier 3000 y se registraron resultados de PaCO<sub>2</sub>.
- Se empleó la fórmula para la determinación de PaCO<sub>2</sub> (PvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub>) y se registró en hoja de recolección de datos.

### ***A las 8 horas de estancia del paciente***

- Se obtuvieron muestras sanguíneas de catéter venoso central las cuales se identificaron como hora 8.
- Se obtuvieron muestras sanguíneas arteriales que se identificaron como hora 8.
- Se procesaron ambas muestras en Gasómetro GEM Premier 3000 y se registraron resultados de PaCO<sub>2</sub> en hoja de recolección de datos.
- Se empleó la fórmula para la determinación de PaCO<sub>2</sub> (PvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub>) y se registraron resultados en hoja de recolección de datos.

### ***A las 12 horas de estancia del paciente***

- Se obtuvieron muestras sanguíneas de catéter venoso central la cual se identificó como hora 12.
- Se obtuvieron muestras sanguíneas arteriales que se identificaron como hora 12.
- Se procesaron ambas muestras en Gasómetro GEM Premier 3000 y se registraron resultados de PaCO<sub>2</sub> en hoja de recolección de datos.
- Se empleó la fórmula para la determinación de PaCO<sub>2</sub> (PvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub>) y se registraron en hoja de recolección de datos.

### ***A las 24 horas de estancia del paciente***

- Se obtuvieron muestras sanguíneas de catéter venoso central las cuales se identificaron como hora 24.
- Se obtuvieron muestras sanguíneas arteriales que se identificaron como hora 24.
- Se procesaron ambas muestras en Gasómetro GEM Premier 3000 y se registraron resultados de PaCO<sub>2</sub> en hoja de recolección de datos.
- Se empleó la fórmula para la determinación de PaCO<sub>2</sub> (PvCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub>) y se registraron resultados en hoja de recolección de datos.

Se realizó un estudio prospectivo, se midieron las variables en una sola ocasión. Se tomaron muestras sanguíneas para determinación de gasometría arterial y de catéter venoso central en las horas 0, 8, 12, 24. En los pacientes con diagnóstico de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía que ingresaron a la unidad de terapia intensiva pediátrica. Se calculó el PIM 3 mediante programa electrónico en la primera hora de ingreso.

Se vaciaron los datos en una hoja específica de recolección (anexo 1). Y se capturaron en una base electrónica de datos del programa Excel versión 2013. Se realizó el análisis global mediante la aplicación de estadística básicamente no paramétrica, a partir de un programa estadístico SPSS V21.

#### **I. Diseño estadístico**

Se utilizó estadística descriptiva, para las variables cuantitativas con medidas de tendencia central y dispersión, se utilizó media, moda, mediana, y rango. Se realizó el análisis de valores predictivos (positivo y negativo) para la evaluación del comportamiento del Delta CO2 con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía y en la necesidad de incrementar la intensidad en la reanimación, concluyendo así la relevancia de la sensibilidad y especificidad de esta prueba diagnóstica en base al Teorema de Bayes y el Teorema de probabilidad total. Se utilizó el programa estadístico SPSS V 21 y Microsoft Office Excel 2013.

#### **J. Tamaño de muestra.**

Se utilizó el 95% de utilidad en pacientes con síndrome de bajo gasto cardíaco postcardiotomía, como predictor, con estos antecedentes se utilizó una muestra de 32 pacientes calculado para muestra de un estudio descriptivo de una variable continua con nivel de confianza del 95% y una amplitud estandarizada del intervalo de confianza del 0.7. (Apéndice 13. D Hulley S. Diseño de la Investigación clínica).

## **IX. CONSIDERACIONES ETICAS**

El presente estudio se apegó al Manual de Buenas Prácticas Clínicas y se inscribió dentro de la Normativa en relación a la investigación en seres humanos de la Coordinación de Investigación en Salud, así como a las disposiciones contenidas en el Código Sanitario en materia de Investigación, acordes a la Declaración de Helsinki y a sus adecuaciones posteriores (Hong Kong y Tokio).

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, artículo 17: se considera riesgo mínimo.

Se asegura el anonimato de las pacientes en las publicaciones.

Hoja de consentimiento informado anexo 3.

## **X. FACTIBILIDAD**

El estudio es factible pues se cuenta con los recursos humanos y materiales necesarios. La unidad de cuidados intensivos pediátricos cuenta con gasómetro GEM 3000, disponible para el procesamiento de gasometrías venosas centrales y arteriales. Los recursos financieros fueron cubiertos en parte por la institución por el acceso a sus bases de datos y uso de equipo de cómputo, el resto fue cubierto por el investigador.

## XI. RESULTADOS

Se estudiaron un total de 64 pacientes de los cuales 32 cumplían criterios diagnósticos de síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía, y 32 sin criterios de bajo gasto cardiaco, que fueron hospitalizados en la Unidad de cuidados intensivos pediátricos, en el periodo comprendido del 01 de Octubre del 2015 al 31 de Enero del 2016.

### Genero

De los 32 pacientes con SBGCP el género más frecuente fue el masculino con 17 pacientes (53.1%) del género femenino se estudiaron 15 pacientes (46.9%). De los 32 pacientes sin SBGCP el género más frecuente fue el femenino con 19 pacientes (59.4%) del género masculino se estudiaron 13 pacientes (40.6%).

Ver Grafica en anexo 4.

PACIENTES CON SBGCP			PACIENTES SIN SBGCP		
Genero	Frecuencia	Porcentaje	Genero	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	17	53,1	Masculino	13	40,6
Femenino	15	46,9	Femenino	19	59,4
Total	32	100,0	Total	32	100,0

### Edad

Las edades de los pacientes con SBGC estudiados comprendieron desde los 2 meses a las 180 meses, siendo las más frecuentes los 15, 39, 68, y 78 meses. Las edades de los pacientes sin SGBC desde 1 a los 180 meses, siendo las más frecuentes los 120 meses, 8 y 12 meses.

Ver Grafica en anexo 4.

## Diagnósticos

Los pacientes con SBGC concluyeron diagnósticos como CIA 18.8%, CIV 15.5%, Coartación aortica 4 pacientes 12.5%. Los diagnósticos de los pacientes sin SBGCP más frecuentes concluyeron Neumonía 18.8%, Craneotomía por meduloblastoma y plastia diafragmática 6.3%.

Ver Grafica en anexo 4.

## Delta CO2 en hora 0

Los deltas CO2 de la hora 0 en pacientes con SBGCP oscilaron desde 2 hasta 17mmHg, el 93.8% por encima de 6mmHg registrándose los valores de más frecuencia 11mmHg en 28.1%, 8mmHg 18.8%, 12mmHg 15.6%. Los deltas de CO2 en la hora 0 de los pacientes sin SBGCP que se registraron oscilaron desde 1 hasta 5mmHg, registrándose los valores con más frecuencia 2mmHg en 40.6%.

Ver Grafica en anexo 4.

PACIENTES CON SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
2	1	3,1
6	1	3,1
7	1	3,1
8	6	18,8
9	3	9,4
10	2	6,3
11	9	28,1
12	5	15,6
14	2	6,3
15	1	3,1
17	1	3,1
Total	32	100,0

PACIENTES SIN SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
1	4	12,5
2	13	40,6
3	7	21,9
4	5	15,6
5	3	9,4
Total	32	100,0

### Delta CO2 en hora 8

En los pacientes con SBGCP los Delta de CO2 en la hora 8 oscilaron de 4 a 16mmHg, el 75% por arriba de 6mmHg. En los pacientes sin SBGCP oscilaron de 1 a 6mmHg.

Ver Grafica en anexo 4.

PACIENTES CON SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
4	1	3,1
5	3	9,4
6	4	12,5
7	8	25,0
8	6	18,8
9	5	15,6
10	1	3,1
12	2	6,3
13	1	3,1
16	1	3,1
Total	32	100,0

PACIENTES SIN SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
1	5	15,6
2	8	25,0
3	6	18,8
4	4	12,5
5	8	25,0
6	1	3,1
Total	32	100,0

### Delta CO2 en hora 12

Los Delta de CO2 calculadas en la hora 12 en pacientes con SBGCP oscilaron de 3 a 16mmHg, 34.2% de estos sobre 6mmHg. En los pacientes sin SBGCP oscilaron de 1 a 6mmHg, siendo los valores más frecuentemente reportados 3mmHg con 10 pacientes 31.3%.

Ver Grafica en anexo 4.

PACIENTES CON SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
3	2	6,3
4	6	18,8
5	6	18,8
6	7	21,9
7	4	12,5
8	4	12,5
9	1	3,1
14	1	3,1
16	1	3,1
Total	32	100,0

PACIENTES SIN SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
1	4	12,5
2	5	15,6
3	10	31,3
4	5	15,6
5	5	15,6
6	3	9,4
Total	32	100,0

### Delta CO2 en la hora 24

Los Delta CO2 calculadas en la hora 24 de los pacientes con SBGCP oscilaron de 1 a 14mmHg 9.4% de estos con valor mayor a 6mmHg. En los pacientes sin SBGCP oscilaron de 1 a 5mmHg.

Ver Grafica en anexo 4.

PACIENTES CON SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
1	5	15,6
2	5	15,6
3	8	25,0
4	5	15,6
5	4	12,5
6	2	6,3
8	2	6,3
14	1	3,1
Total	32	100,0

PACIENTES SIN SBGCP		
Delta CO2	Frecuencia	Porcentaje
1	3	9,4
2	7	21,9
3	13	40,6
4	7	21,9
5	2	6,3
Total	32	100,0

### Pacientes que presentaron la necesidad de aumentar la intensidad en la reanimación.

Los pacientes en algún momento se vieron en necesidad de incrementar la intensidad en la reanimación; en los pacientes con SBGC se dio la predominancia fue en 75% de los casos, en diferencia a los pacientes sin SBGCP donde solo se presentó en 18.7% de los casos.

Ver Grafica en anexo 4.

PACIENTES CON SBGC		
Incremento en reanimación	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	75,0
No	8	25,0
Total	32	100,0

PACIENTES SIN SBGC		
Incremento en reanimación	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	18,7
No	26	81,3
Total	32	100,0

## Mortalidad

En los pacientes con SBGCP se calculó la mortalidad estimada al ingreso por PIM 3, oscilando con valores porcentuales entre 0.38 a 6.4. En los pacientes sin SBGCP se calcularon valores porcentuales entre 0.33 a 3.5%. No se registraron defunciones en este estudio.

Ver Grafica en anexo 4.

Se realizaron un total de 256 mediciones de Delta CO<sub>2</sub>. En base a estadística probabilística se realizó el cálculo de valores predictivos para los test diagnósticos, conforme lo establece el Teorema de Bayes y el Teorema de la probabilidad total. Se concluyó como medición el Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg como punto de corte para considerar casos positivos para Síndrome de bajo gasto cardiaco y para los sucesos necesarios de incrementar intensidad en medidas de reanimación.

### Análisis del Delta >6mmHg en SBGC

1. VP. Verdaderos Positivos. Pacientes con SBGC con Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg
2. FN. Falsos Negativos. Pacientes con SBGC con Delta CO<sub>2</sub> <6mmHg
3. VN. Verdaderos Negativos. Pacientes sin SBGC con Delta CO<sub>2</sub> <6mmHg
4. FP. Falsos Positivos. Pacientes sin SBGC con Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg

DELTA CO <sub>2</sub>			
	<b>Verdaderos positivos</b>	<b>Falsos positivos</b>	
<b>TEST +</b>	<b>68</b>	<b>1</b>	
<b>TEST -</b>	<b>Falsos negativos</b>	<b>Verdaderos negativos</b>	
	<b>60</b>	<b>127</b>	
<b>VP/VP+FN</b>	<b>Sensibilidad= 0.53</b>	<b>VN/FP+VN</b>	<b>Especificidad=0.99</b>
<b>Valor Predictivo Positivo =0.98</b>		<b>Valor Predictivo Negativo= 0.67</b>	

Ver grafica en Anexo 4.

**Análisis de Delta CO2 >6mmHg con necesidad de incrementar medidas de reanimación**

1. VP. Verdaderos Positivos. Pacientes con incremento en medidas de reanimación con Delta CO2 >6mmHg
2. FN. Falsos Negativos. Pacientes con incremento en medidas de reanimación con Delta CO2 <6mmHg
3. VN. Verdaderos Negativos. Pacientes sin incremento en medidas de reanimación con Delta CO2 <6mmHg
4. FP. Falsos Positivos. Pacientes sin incremento en medidas de reanimación con Delta CO2 >6mmHg

<b>DELTA CO2</b>			
	<b>Verdaderos positivos</b>	<b>Falsos positivos</b>	
<b>TEST +</b>	<b>53</b>	<b>6</b>	
<b>TEST -</b>	<b>Falsos negativos</b>	<b>Verdaderos negativos</b>	
	<b>77</b>	<b>28</b>	
<b>VP/VP+FN Sensibilidad= 0.40</b>		<b>VN/FP+VN Especificidad= 0.82</b>	
<b>Valor Predictivo Positivo= 0.89</b>		<b>Valor Predictivo Negativo= 0.26</b>	

**Ver Grafica en anexo 4.**

## XII. DISCUSION

Se trata de un estudio observacional, descriptivo, prospectivo, donde se estudiaron a 64 pacientes divididos en 2 grupos, 32 de estos pacientes afectos de cardiopatías congénitas variadas, que fueron sometidos a corrección de la afección por cardiotoromía, precisando del apoyo de circulación extracorpórea, se utilizaron los criterios clínicos de hipoperfusión tisular para estimar síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía. Otros 32 pacientes con patología variada sin criterios clínicos de síndrome de bajo gasto cardiaco. Se estimó la mortalidad al ingreso mediante el índice pediátrico de mortalidad 3 (PIM 3). Se analizaron muestras de gasometrías arteriales y venosas en las primeras 24 horas de estancia y se calcularon las Delta de CO<sub>2</sub> en las horas 0, 8,12 y 24 de estancia, con un total de 256 mediciones.

En el grupo de pacientes con SBGCP 53.1% de los pacientes fueron del género masculino y 46.9% pacientes de género femenino, la selección de pacientes, fue por conveniencia, se reporta en la literatura médica que el género femenino se ha vinculado a mayor mortalidad y morbilidad <sup>(1, 15,16)</sup>. En el grupo de pacientes sin SBGCP 40.6% fueron masculinos y 59.4% de género femenino.

Respecto a la edad de los pacientes oscilaron desde 1 mes hasta los 15 años. Hasta el momento no hay estudios en relación a la edad como factor de riesgo asociado a SBGCP, mortalidad o morbilidad concomitante.

Los diagnósticos estudiados en el grupo de pacientes con SBGCP incluyeron cardiopatías congénitas variadas como comunicación interatrial en 18.8% de los pacientes, comunicación interventricular en 15.6% de los pacientes, coartación aortica en 12.5% de los pacientes, atresia pulmonar con comunicación interventricular y tetralogía de Fallot en 6.3% de los pacientes respectivamente. Se reportaron otras de menor frecuencia como comunicación anómala total de venas pulmonares, estenosis aortica, canal atrioventricular, atresia tricuspídea, y aneurisma de la aorta correspondiendo 3.1% de la muestra por patología. Hasta el momento en la literatura médica no ha reportado de manera precisa la utilidad o la asociación del Delta CO<sub>2</sub> con las cardiopatías congénitas. En el grupo de pacientes sin SBGCP se reportaron patologías de frecuente ingreso en las unidades de

cuidados intensivos pediátricos predominando las neumonías en un 18.8% de los casos, craneotomías y plastias diafragmáticas en un 6.3% de los casos respectivamente.

Respecto a los registros de la presión parcial arterial y venosa de dióxido de carbono, que si bien, no es de prioridad la discusión, los valores obtenidos se encuentran adaptados al manejo ventilatorio y condiciones particulares de cada paciente. Los pacientes con SBGCP reportaron una PaCO<sub>2</sub> media de 35.25mmHg a la hora 0, 36.8mmHg a la hora 8, 38.75mmHg a la hora 12 y de 36.2mmHg a la hora 24. La PvCO<sub>2</sub> media de estos fue de 44.75mmHg a la hora 0, 43.7mmHg a la hora 8, 43.59mmHg a la hora 12 y 39.5mmHg a la hora 24. Coincide el descenso discreto y paulatino conforme progresan las horas. En los pacientes sin SBGCP se reportaron PaCO<sub>2</sub> media de 35.3mmHg a la hora 0, 38.44mmHg a la hora 8, 37.88mmHg a la hora 12 y 39mmHg a la hora 24. Las PvCO<sub>2</sub> medias de estos pacientes reportaron 38mmHg a la hora 0, 41.59mmHg a la hora 8, 41.16mmHg a la hora 12 y 41.94mmHg a la hora 24. En este grupo no hay modificación de los valores conforme progresan las horas.

El cálculo del Delta CO<sub>2</sub> en los pacientes con SBGCP se reportó desde un mínimo de 1 mmHg hasta un máximo de 17mmHg. Se identificó una tendencia de decremento en los valores conforme progresan las horas que puede asociarse al soporte terapéutico incluyendo el hemodinámico que se otorgó a los pacientes con fines de dar manejo al SBGCP, que haciendo referencia a lo publicado se reporta el pico máximo de este fenómeno entre las 8 y 12 horas de evolución<sup>(15,16)</sup>, lo cual no tiene mayor coincidencia tomando en cuenta los valores decrecientes reportados, haciendo hincapié que estos valores se modifican por la terapéutica empleada y guiada por objetivos. Aquí lo interesante es que tomando en cuenta que no se ha establecido un valor como punto de corte y que lo reportado en la literatura hasta el momento es que un Delta CO<sub>2</sub> mayor a 6mmHg se correlaciona a mal pronóstico y muestra la necesidad de mayor intensidad en la reanimación<sup>(3)</sup> y que en otro estudio modelo pediátrico único hasta la fecha se concluye como punto de corte un Delta CO<sub>2</sub> mayor de 8.9mmHg<sup>(6)</sup> y en nuestro estudio se corrobora el incremento del Delta CO<sub>2</sub> en el paciente con SBGCP que fue mayor a 6mmHg en el 96.9% de los pacientes a la hora 0, 87.5% en la hora 8, 56.1% en la hora 12 y 15.7% en la hora 24. Nótese el decremento paulatino. Y respecto al incremento del Delta CO<sub>2</sub> mayor a 8.9mmHg este se dio en el 71.8% de los pacientes a la hora 0, 31.2% a la hora 8, 9.3% a la hora 12 y 3.1% a la hora 24. Nótese nuevamente el decremento paulatino que hace

coincidencia a la literatura que reporta que la recuperación del SBGCP por lo regular inicia a las 24 horas y puede remitir incluso a los 7 días. <sup>(15,16)</sup>

Por último se utilizó la estadística probabilística para establecer el cálculo de valores predictivos conforme a lo establecido en el Teorema de Bayes y el Teorema de la Probabilidad Total. Se utilizó como medición un Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg como punto de corte para considerar casos positivos para Síndrome de bajo gasto cardiaco y para los sucesos necesarios de incrementar intensidad en medidas de reanimación. Se agruparon los casos verdaderos positivos definidos como aquellos pacientes que presentaron SBGC con un Delta CO<sub>2</sub> mayor a 6mmHg, los casos verdaderos negativos como aquellos pacientes sin SBGC con Delta CO<sub>2</sub> menor a 6mmHg, los casos de falsos negativos como aquellos pacientes con SBGC pero con Delta CO<sub>2</sub> menor a 6mmHg, y los casos falsos positivos como aquellos pacientes sin SBGC con Delta CO<sub>2</sub> mayor de 6mmHg. Se concluyó una sensibilidad 0.53 lo que explica que un 53% de los pacientes tuvieron un Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg en un síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía. Se obtuvo una especificidad de 0.99, lo que explica que un 99% de los pacientes tuvieron un Delta <6mmHg sin síndrome de bajo gasto cardiaco. Ahora midiendo la eficacia de este test diagnóstico se analizaron los valores predictivos con evolución en función de la variación de la prevalencia. Concluyendo un valor predictivo positivo de 0.98 lo que indica que un 98% de los pacientes tiene la probabilidad de tener un SBGCP con un Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg. El valor predictivo negativo concluyo en 0.67, lo que indica que 67% de los pacientes con un Delta CO<sub>2</sub> menor de 6mmHg tiene la probabilidad de no tener un SBGCP. Se realizó curva ROC estimando un área bajo la curva mayor a 0.9 calificándose que el test se encuentra con una muy buena capacidad discriminativa diagnóstica. Comparando a la literatura tan un solo en un modelo experimental pediátrico que ha concluido una relación significativa entre la Delta CO<sub>2</sub> y el gasto cardiaco con un valor predictivo negativo de 0.96 reflejando que hay buena fiabilidad a un estado de bajo gasto cardiaco. <sup>(6)</sup> Si bien nuestro estudio reporta menor potencia estadística, radica en la precisión de medición de gasto cardiaca con método directo que se hizo en las referencias bibliográficas versus la identificación clínica de bajo gasto cardiaco que se tuvieron que hacer.

Se analizó la necesidad de incrementar la intensidad en reanimación en los pacientes con Delta mayor a 6mmHg, agrupando a los casos como verdaderos positivos a los pacientes que requirieron incremento en medidas de reanimación con un Delta CO<sub>2</sub> mayor a 6mmHg,

los casos verdaderos negativos aquellos que no ameritaron incremento en medidas de reanimación con Delta CO<sub>2</sub> menor de 6mmHg, Falsos negativos aquellos pacientes que requirieron incremento en medidas de reanimación con Delta CO<sub>2</sub> menor de 6mmHg y por ultimo falsos positivos como aquellos pacientes que no ameritaron incremento en medidas de reanimacion con Delta CO<sub>2</sub> mayor de 6mmHg. Se concluyó una sensibilidad de 0.40 lo que explica que 40% de los pacientes tuvieron un Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg y que requirieron de algún incremento en la intensidad de reanimacion, se obtuvo la especificidad 0.82 que explica que 82% de los pacientes obtuvieron un Delta <6mmHg y no requirieron de incrementar la intensidad en medidas de reanimacion. Se midió la eficacia de este test diagnostico analizando los valores predictivos. Concluyéndose un valor predictivo positivo de 0.89 lo que concluye que un 89% de los pacientes con un Delta CO<sub>2</sub> mayor de 6mmHg tiene la probabilidad de requerir un incremento en la intensidad de reanimacion. Un valor predictivo negativo de 0.26 lo que indica que hay un 26% de probabilidad de incrementar la intensidad en medidas de reanimacion en pacientes con Delta CO<sub>2</sub> menor de 6mmHg. Se realizó curva ROC obteniendo un área bajo la curva entre 0.5 a 0.6 calificándose el test con mala capacidad discriminativa diagnostica. No hay hasta el momento estudios que evalúen la capacidad de discriminación del Delta CO<sub>2</sub> en respuesta a las medidas de reanimacion.

### **XIII. CONCLUSIONES**

El Delta CO<sub>2</sub> >6mmHg nos permite una estimación de encontrarnos en un estado de bajo gasto cardiaco y de la necesidad de modificar o incrementar la intensidad en medidas de reanimacion guiadas por objetivos, aportando información útil y rápida, mientras se realiza un procedimiento más definitorio, en caso de ser necesario.

La utilidad más sobresaliente del Delta CO<sub>2</sub> es que en ausencia de monitorización invasiva del gasto cardiaco, esta medición pudiera emplearse para su estimación. Considerando además que es una medición accesible y rápida en unidades de cuidados intensivos

Se requieren de más estudios para definir puntos de corte más precisos en el paciente pediátrico y definir mayor sensibilidad y potencia estadística.

#### **XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Armendariz C, Belzunegui T. Estudio sobre la utilidad de la determinación de la diferencia arterio-venosa de CO<sub>2</sub> en la predicción de la evolución del shock séptico en la unidad de cuidados intensivos. Pamplona. Septiembre (2012).
2. Eliezer B, Marilyn H, Pinsky M. The Interface between monitoring and physiology at the Bedside. *Crit Care Clin* 31 (2015) 1–24.
3. Cuschieri J, Rivers E, Donnino M, Katilius M, Jacobsen G, Nguyen H, et al. Central venous-arterial carbon dioxide difference as an indicator of cardiac index. *Intensive Care Med* (2005) 31:818–822.
4. Dellinger R, Levy M, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Steven O, et al. Campaña para sobrevivir a la sepsis: recomendaciones internacionales para el tratamiento de sepsis grave y choque septicémico, 2012. *Critical Care Medicine*; Volumen 41; Número 2; Febrero de (2013).
5. Diaz del Castillo A, Perez Cely J. Correlacion entre el Delta CO<sub>2</sub>/Diferencia arterio venosa con índice cardiaco en paciente en postoperatorio en cirugía cardiaca. Universidad de La Sabana (2011).
6. Diaz F, Donoso A, Carvajal C, Salomon T, Torres M, Erranz B, et al. Diferencia veno-arterial de dióxido de carbono como predictor de gasto cardiaco disminuido en modelo pediátrico experimental. *Rev Med Chile* (2012) 140: 39-44.
7. Dres M, Monnet X, Teboul J. Hemodynamic management of cardiovascular failure by using PCO<sub>2</sub> venous-arterial difference. *J Clin Monit Comput* (2012) 26:367–374.
8. Dueñas C, García del Rio C, Valdelamar R. Utilidad clínica de la diferencia arteriovenosa de pH y de CO<sub>2</sub> en pacientes críticos. *Rev Colomb Neumol*. Vol 6. Septiembre (1994).

9. Futier E, Robin E, Jabaudon M, Guerin R, Petit A, Bazin J, et al. Central venous O<sub>2</sub> saturation and venous-to arterial CO<sub>2</sub> difference as complementary tools for goal-directed therapy during high-risk surgery. *Critical Care* (2010), 14:R193.
10. Hernández A, López H, Etulain J, Olvera C, Aguirre J, Franco J. Delta de dióxido de carbono para valorar perfusión tisular como predictor de mortalidad en choque séptico. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2011;25(2):66-70.
11. López H, Sandoval A, Salinas C, Poblano M, Sánchez C, Aguirre J, Franco J. Delta arterial-venoso de la presión de CO<sub>2</sub> ( $\Delta$ PCO<sub>2</sub>) como indicador de reanimación y mortalidad en cuidados postquirúrgicos cardiovasculares. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* (2010) 24(1):13-17.
12. Magder S. Invasive Hemodynamic Monitoring. *Crit Care Clin* 31 (2015) 67–87.
13. Mallat J, Lazkani A, Malcolm L, Florent P, Mehdi M, Gaelle G, et al. Repeatability of Blood Gas Parameters, PCO<sub>2</sub> Gap, and PCO<sub>2</sub> Gap to Arterial-to-Venous Oxygen Content Difference in Critically Ill Adult Patients. *Medicine*; January (2015) Volume 94, Number 3.
14. Mesquida J, Saludes P, Gruartmoner G, Espinal C, Torrents E, Baigorri F et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference combined with arterial-to-venous oxygen content difference is associated with lactate evolution in the hemodynamic resuscitation process in early septic shock. *Critical Care* (2015) 19:126.
15. Pérez J, Martín J, Carrasco M, De la Cal López M, Hinojosa R, Sagredo M, et al. Guías de práctica clínica para el manejo del síndrome de bajo gasto cardiaco en el postoperatorio de cirugía cardíaca. *Med Intensiva*. (2012);36(4):277-287.
16. Reyes M, Carrillo J, Hernández M, Amaro J, Herrera E, López D, et al. Síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía. *Arch Cardiol Mex* (2011);81(Supl. 2):30-40.

17. Van Beest P, Lont M, Holman N, Bert L, Kuiper M, Boerma E. Central venous-arterial pCO<sub>2</sub> difference as a tool in resuscitation of septic patients. *Intensive Care Med* (2013) 39:1034–1039.
18. Troškot R, Simurina T, Zizak M, Majstorovic K, Marinac I, Mrakovcic S. Prognostic Value of Venoarterial Carbon Dioxide Gradient in Patients with Severe Sepsis and Septic Shock. *Croat Med J.* (2010); 51: 501-8.
19. Ruokonen E, Soini H, Parviainen I, Kosonen P, Takala J. Venoarterial CO<sub>2</sub> Gradient after cardiac surgery: Relation to systemic and regional perfusion and oxygen transport. *Shock*; (1997) vol 8, No. 5, pp. 335-340.
20. Teboul J, Monnet X. Assessing Global Perfusion During Sepsis: SvO<sub>2</sub>, Venoarterial PCO<sub>2</sub> Gap or Both?. *Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine* (2015).
21. Valencia E. Perfusión en Cuidados Intensivos. *Revista Colombiana de Anestesiología* (2002) vol. XXX, núm. 3.
22. Valle´e F, Vallet B, Mathe O, Parraguette J, Mari A, Silva S, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference: an additional target for goal-directed therapy in septic shock? *Intensive Care Med* (2008).
23. Wei D, Da-Wei L, Xiao-Ting W, Yun L, Wen-Zhao C, Xiang Z. Combining central venous-to-arterial partial pressure of carbon dioxide difference and central venous oxygen saturation to guide resuscitation in septic shock. *Journal of Critical Care* 28 (2013) 1110.e1–1110.e3.

**XV. ANEXOS**

**A. Anexo 1. Hoja de Recolección de datos**

<b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA</b>			
<b>Nombre:</b>			
<b>NSS:</b>		<b>Fecha de Ingreso:</b>	
<b>Edad:</b>	<b>Género:</b> M F	<b>Peso:</b>	<b>Talla:</b>
<b>PIM 3</b>		<b>Riesgo de Mortalidad Estimada:</b>	
<b>PvCO2 Hora 0</b>	<b>PaCO2 Hora 0</b>	<b>Delta pCO2</b>	
<b>PvCo2 Hora 8</b>	<b>PaCO2 Hora 8</b>	<b>Delta pCO2</b>	
<b>PvCO2 Hora 12</b>	<b>PaCO2 Hora 12</b>	<b>Delta pCO2</b>	
<b>PvCO2 Hora 24</b>	<b>PaCO2 Hora 24</b>	<b>Delta pCO2</b>	
<b>UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA PEDIATRICA</b>			

## B. Anexo 2 Índice Pediátrico de Mortalidad PIM 3

PARAMETROS	PUNTOS
1. Presión arterial sistólica	Si desconocido=120 Si PCR=0 Si Shock o TA baja no puede ser medida=30
2. Pupilas ambas fijas a la luz	0. no o no sabe 1. si >3mm y ambas fijas a la luz
3. (100x $\text{FiO}_2$ )/ $\text{PaO}_2$ mmHg	Si $\text{FiO}_2$ o $\text{paO}_2$ desconocido (100x $\text{FiO}_2$ )/ $\text{PaO}_2$ =0.23
4. Absoluto exceso de bases mmol/L	En valor absoluto EB desconocido=0
5. Ventilación mecánica en cualquier momento durante primera hora UCIP	0. No 1. Si
6. Ingreso programado en UCIP	0. No 1. Si
7. Ingreso en UCIP para recuperación de cirugía o procedimiento	0. No 1. Si recuperación de un procedimiento con Bypass Cardíaco 2. Si recuperación de un procedimiento sin Bypass Cardíaco 3. Si recuperación de un procedimiento no Cardíaco
8. Diagnóstico de bajo riesgo	0. No ninguno o dudoso 1. Si a. Asma es la principal razón para el ingreso en la UCIP b. Bronquiolitis es la principal razón para el ingreso en la UCIP c. Crup es la principal razón para el ingreso en la UCIP d. Apnea obstructiva del sueño es la principal razón para el ingreso en la UCIP e. Cetoácidos diabética es la principal razón para el ingreso en la UCIP f. Convulsión es la principal razón del ingreso en CIP
9. Diagnóstico de alto riesgo	0. Ninguno o dudoso 1. Si a. Hemorragia cerebral espontánea b. Miocardiopatía o miocarditis c. Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico d. Enterocolitis necrotizante es la razón principal de ingreso en CIP e. Enfermedad neurodegenerativa
10. Diagnóstico de muy alto riesgo	0. Ninguno 1. Si a. Parada cardíaca previa a su ingreso en CIP b. Inmunodeficiencia combinada grave c. Leucemia o linfoma después de la primera inducción d. Receptor de trasplante de médula ósea. Fallo hepático es la razón principal de su ingreso en CIP

### Coeficientes de multiplicación PIM 3

Variable	Pediatric Index of Mortality 3 Model Derived From Entire Sample (n = 53,112)		
	Coefficients	Odds Ratio	p
Pupils fixed to light? (Yes/No)	3.8233 (3.4581–4.1885)	45.7554 (31.7561–65.926)	< 0.001
Elective admission (Yes/No)	-0.5378 (-0.7234 to -0.3522)	0.584 (0.4851–0.7031)	< 0.001
Mechanical ventilation in the first hour (Yes/No)	0.9763 (0.8234–1.1293)	2.6547 (2.2783–3.0934)	< 0.001
Absolute value of base excess (mmol/L)	0.0671 (0.0576–0.0766)	1.0694 (1.0593–1.0797)	< 0.001
SBP at admission (mmHg)	-0.0431 (-0.0524 to -0.0338)	0.9578 (0.949–0.9668)	< 0.001
SBP <sup>2</sup> /1,000	0.1716 (0.1248–0.2183)	1.1872 (1.1329–1.244)	< 0.001
100 × FiO <sub>2</sub> /Pao <sub>2</sub> (mmHg)	0.4214 (0.3313–0.5115)	1.5241 (1.3928–1.6678)	< 0.001
Recovery post procedure?			
Yes, recovery from a bypass cardiac procedure	-1.2246 (-1.4915 to -0.9576)	0.2939 (0.225–0.3838)	< 0.001
Yes, recovery from a non-bypass cardiac procedure	-0.8762 (-1.2418 to -0.5106)	0.4164 (0.2889–0.6001)	< 0.001
Yes, recovery from a noncardiac procedure	-1.5164 (-1.7998 to -1.233)	0.2195 (0.1653–0.2914)	< 0.001
Very high-risk diagnosis (Yes/No)	1.6225 (1.4706–1.7744)	5.0657 (4.3517–5.8968)	< 0.001
High-risk diagnosis (Yes/No)	1.0725 (0.9071–1.238)	2.9228 (2.4771–3.4487)	< 0.001
Low-risk diagnosis (Yes/No)	-2.1766 (-2.4825 to -1.8708)	0.1134 (0.0835–0.154)	< 0.001
Constant	-1.7928 (-2.2763 to -1.3093)	0.1665 (0.1027–0.27)	< 0.001

**Probabilidad de muerte =  $\text{Exp}(-\text{Resultado}) / (1 + \text{Exp}(-\text{Resultado}))$**

**C. ANEXO 3. CONSENTIMIENTO INFORMADO**



**DIRECCION DE PRESTACIONES MÉDICAS  
HOSPITAL GENERAL UMAE “ DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA”  
CENTRO MEDICO NACIONAL “LA RAZA”  
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACION DE PROTOCOLO  
DE INVESTIGACION**

Nombre del estudio \_\_\_\_\_  
Lugar y fecha \_\_\_\_\_  
Número de registro \_\_\_\_\_  
Justificación y objetivo de estudio \_\_\_\_\_  
Procedimientos \_\_\_\_\_  
Posibles riesgos y molestias \_\_\_\_\_  
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio \_\_\_\_\_  
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento \_\_\_\_\_  
Participación o retiro \_\_\_\_\_  
Privacidad y confidencialidad \_\_\_\_\_  
En caso de colección de material biológico (si aplica)  
 No autorizo que se tome muestra  
 Si autorizo que se tome muestra solo para este estudio  
 Si autorizo que se tome muestra para este estudio y estudios futuros  
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes \_\_\_\_\_  
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:  
Investigador responsable \_\_\_\_\_  
Colaboradores \_\_\_\_\_

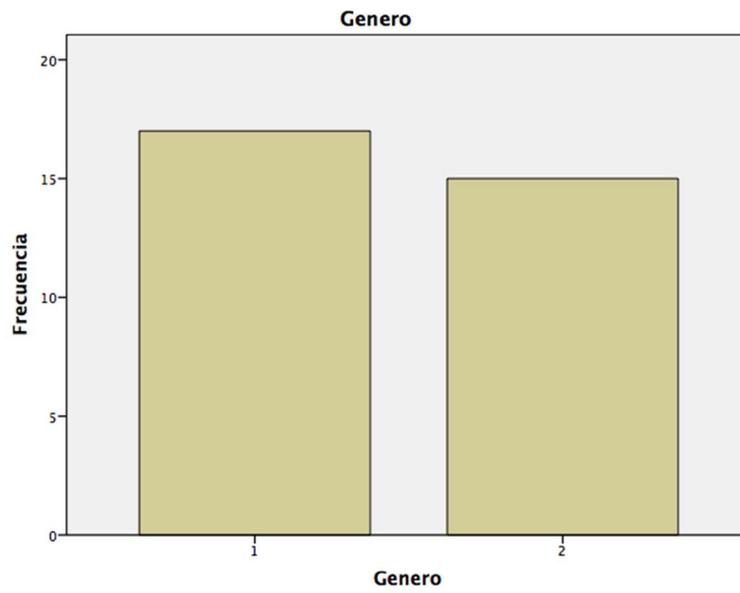
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a:  
Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso  
Bloque “B” de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono  
(55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

México D. F., a \_\_\_\_\_ 2015

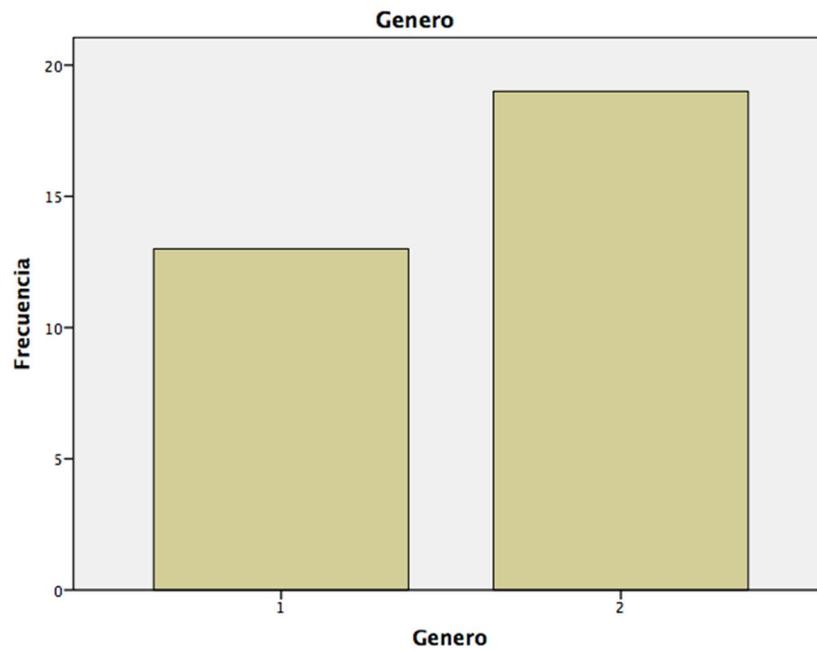
_____	Dr. Arturo Fernández Celorio
NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL	_____
	NOMBRE Y FIRMA DEL MEDICO RESPONSABLE
	Dr. Edwin Daniel Álvarez Mora
_____	_____
NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO	NOMBRE Y FIRMA DEL RESIDENTE

## D. ANEXO 4. GRAFICAS

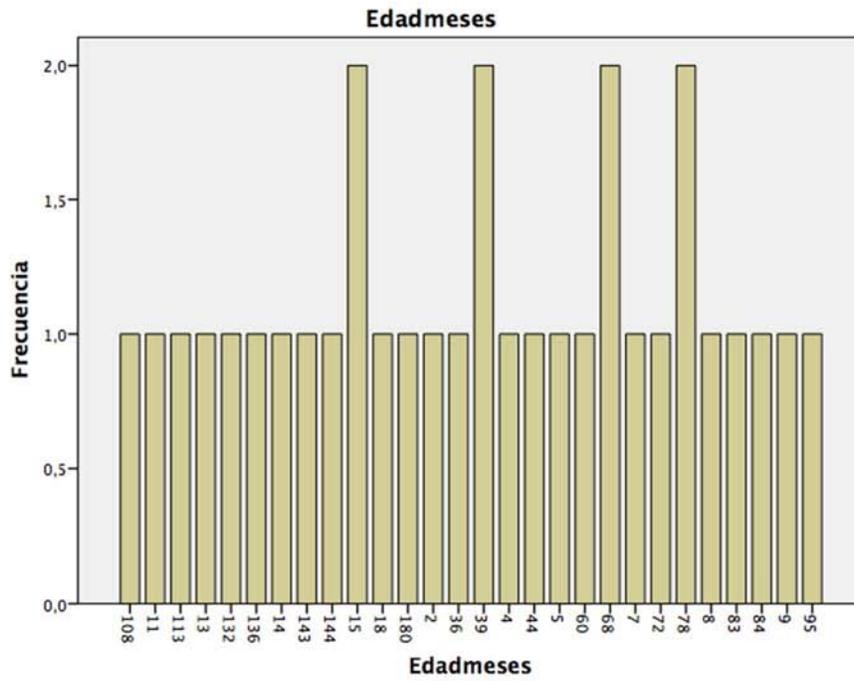
### Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



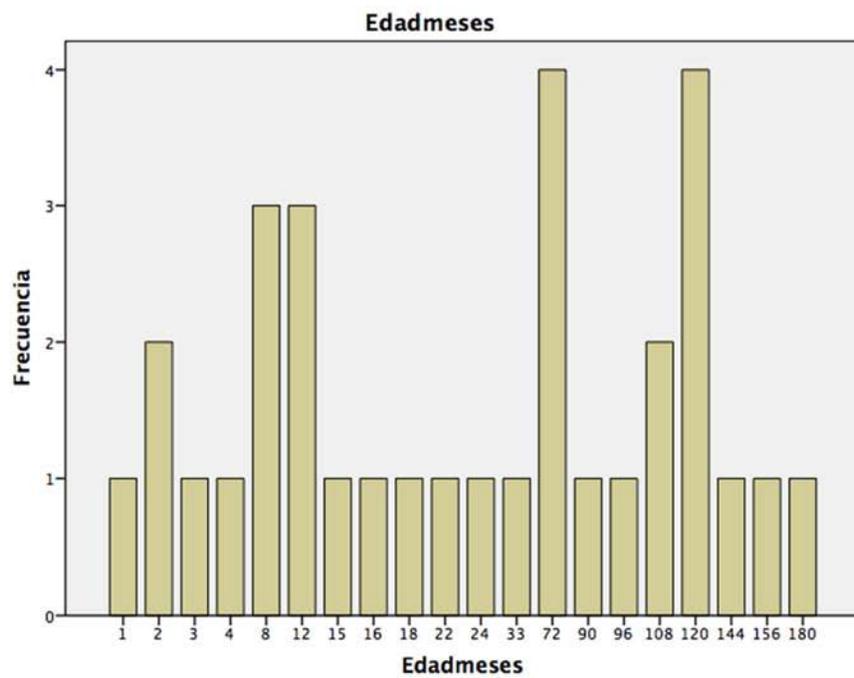
### Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



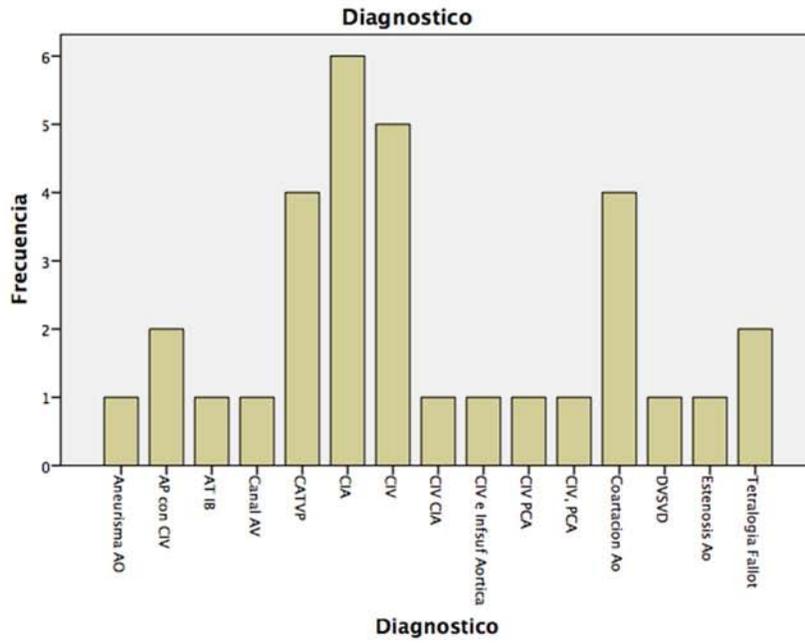
### Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



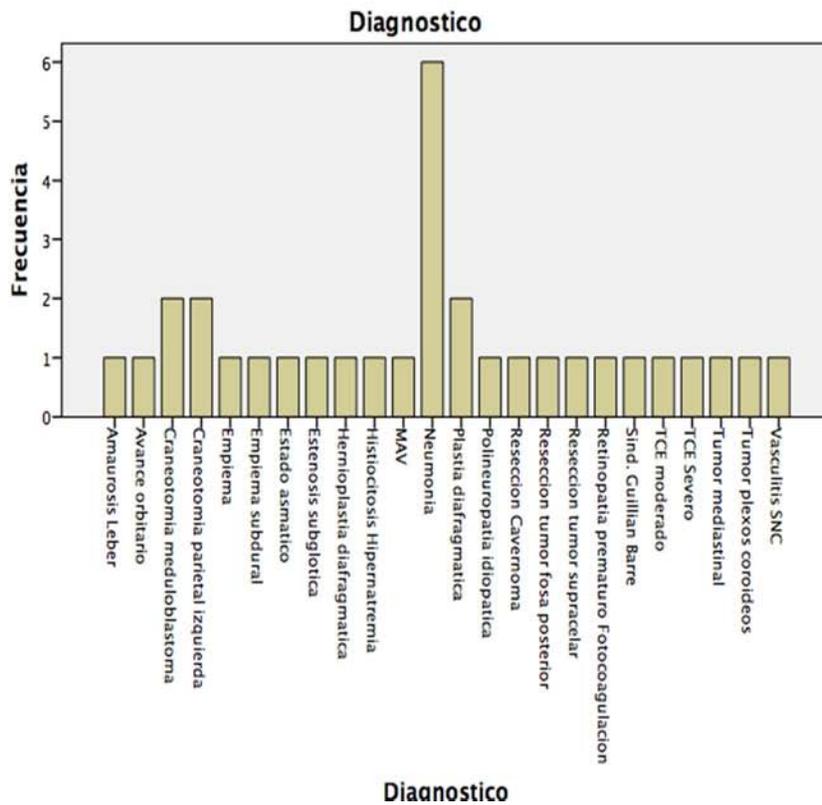
### Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



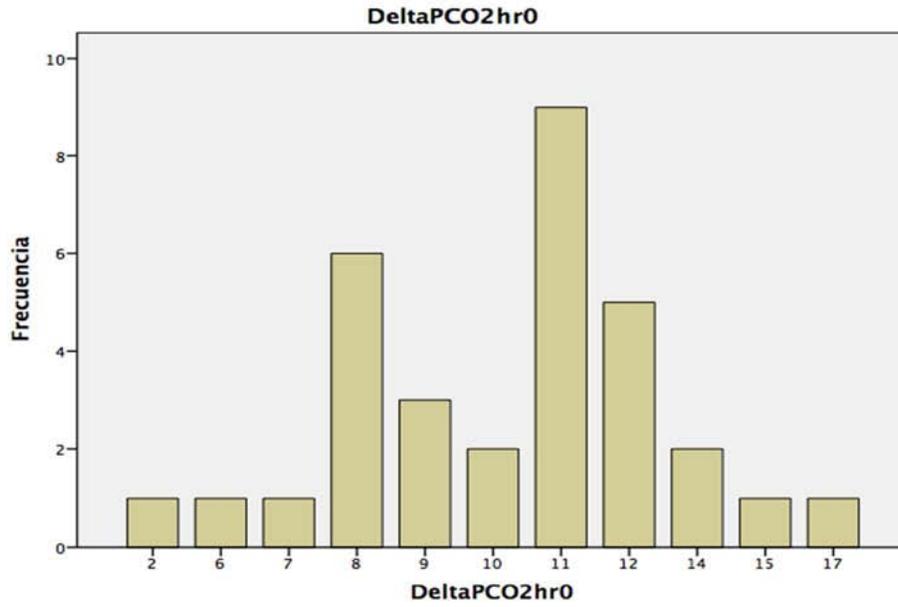
## Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía



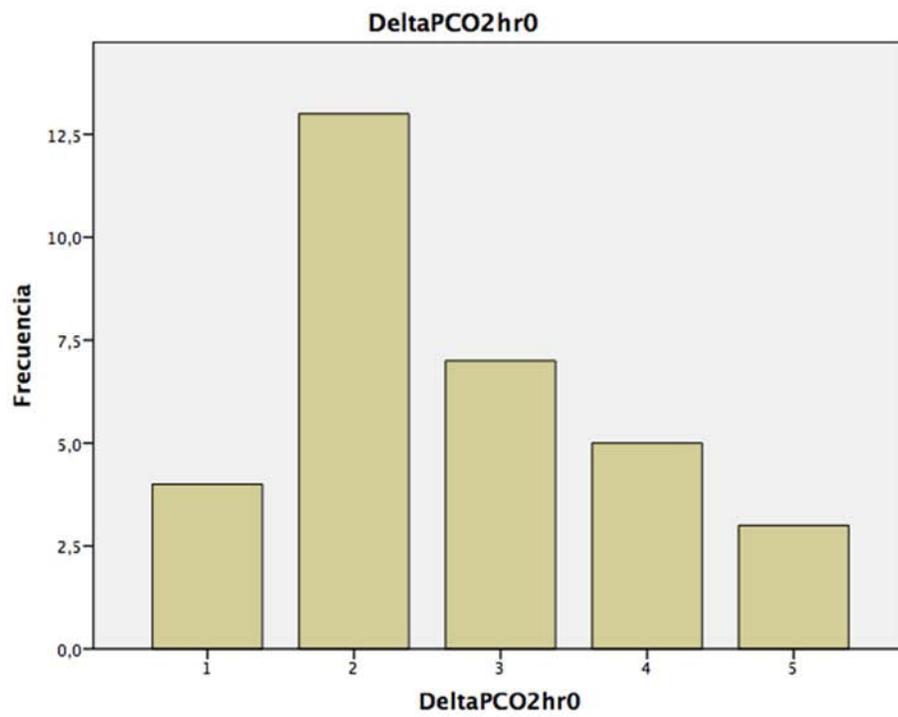
## Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía



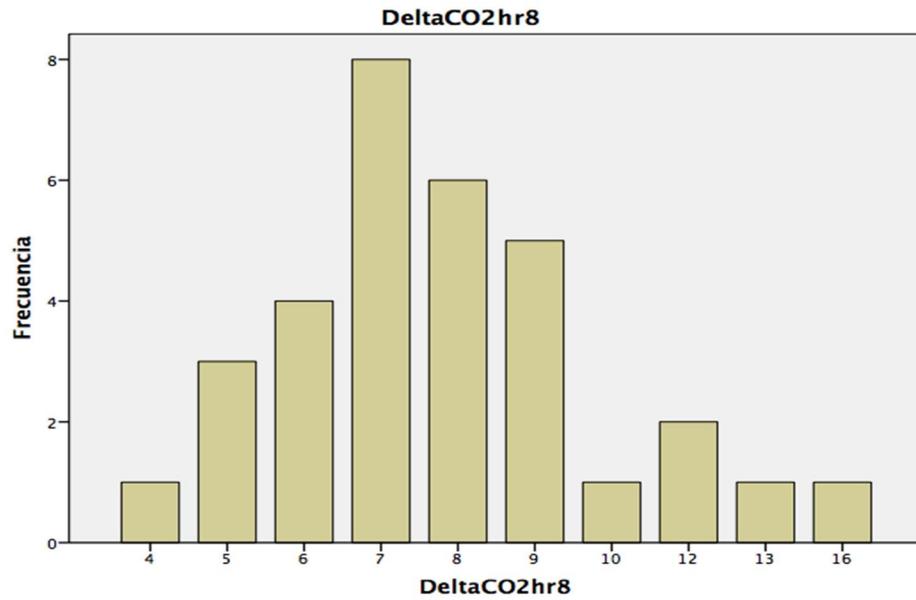
### Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía



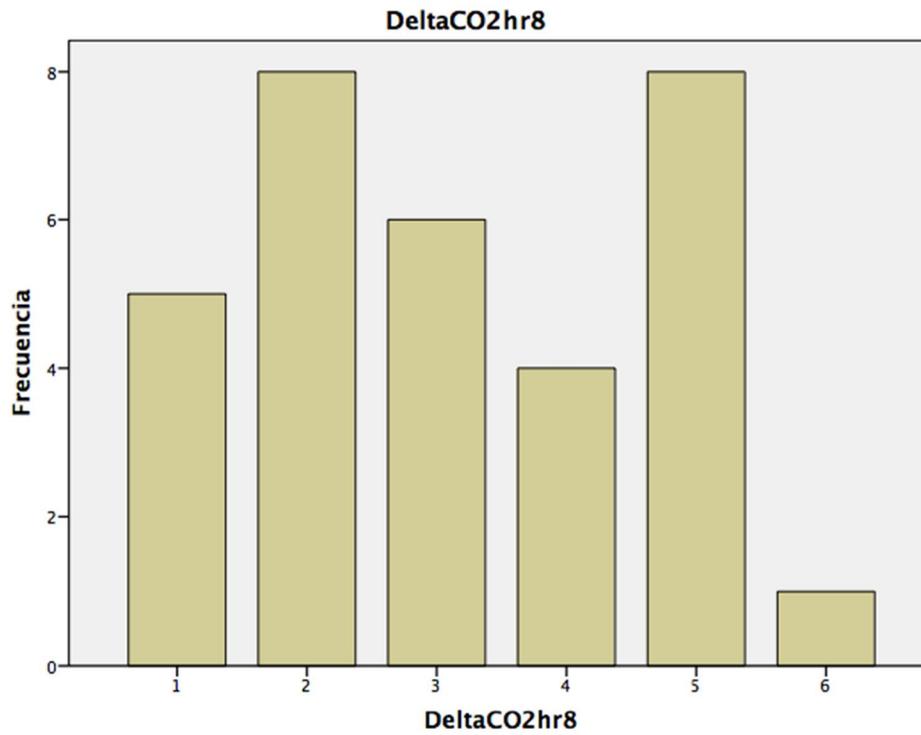
### Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía



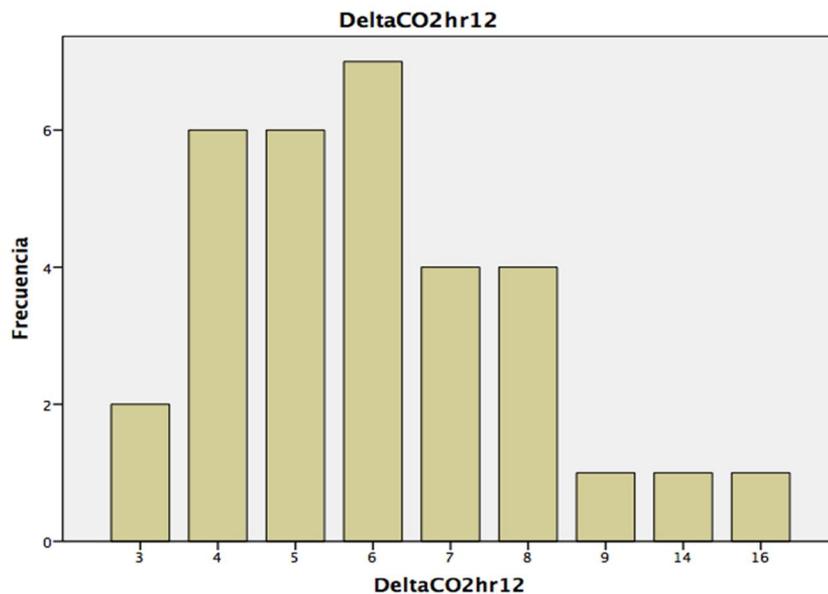
### Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



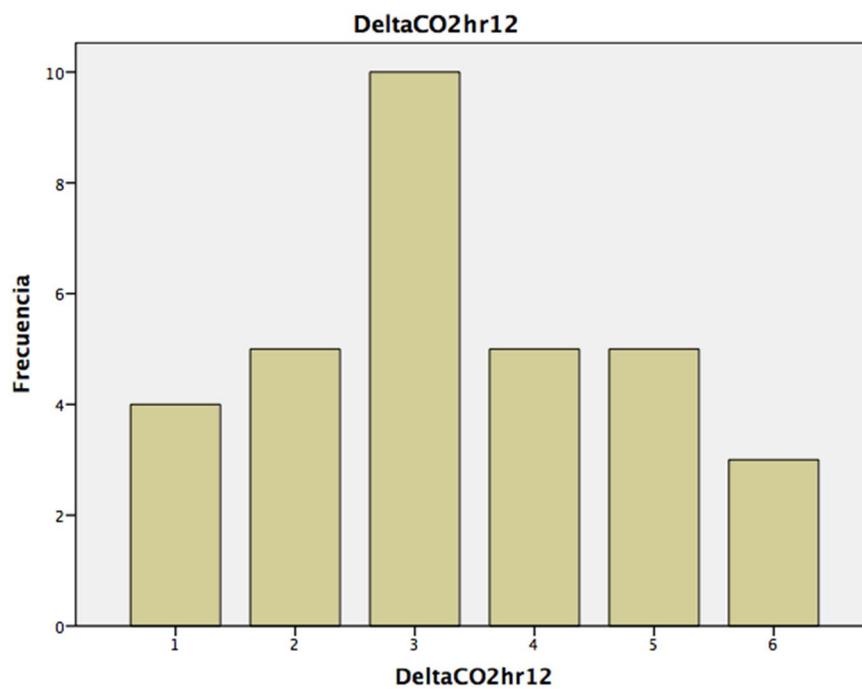
### Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



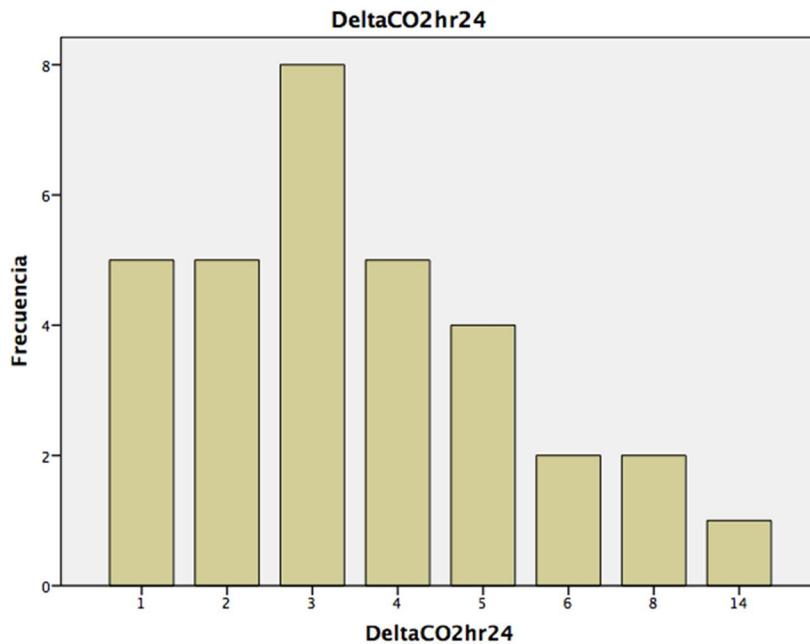
### Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía



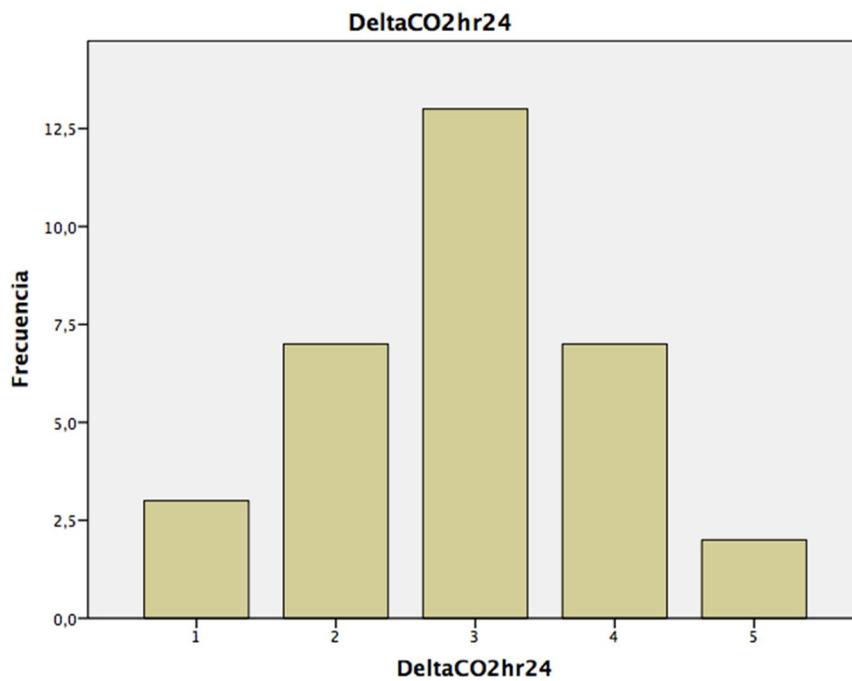
### Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía



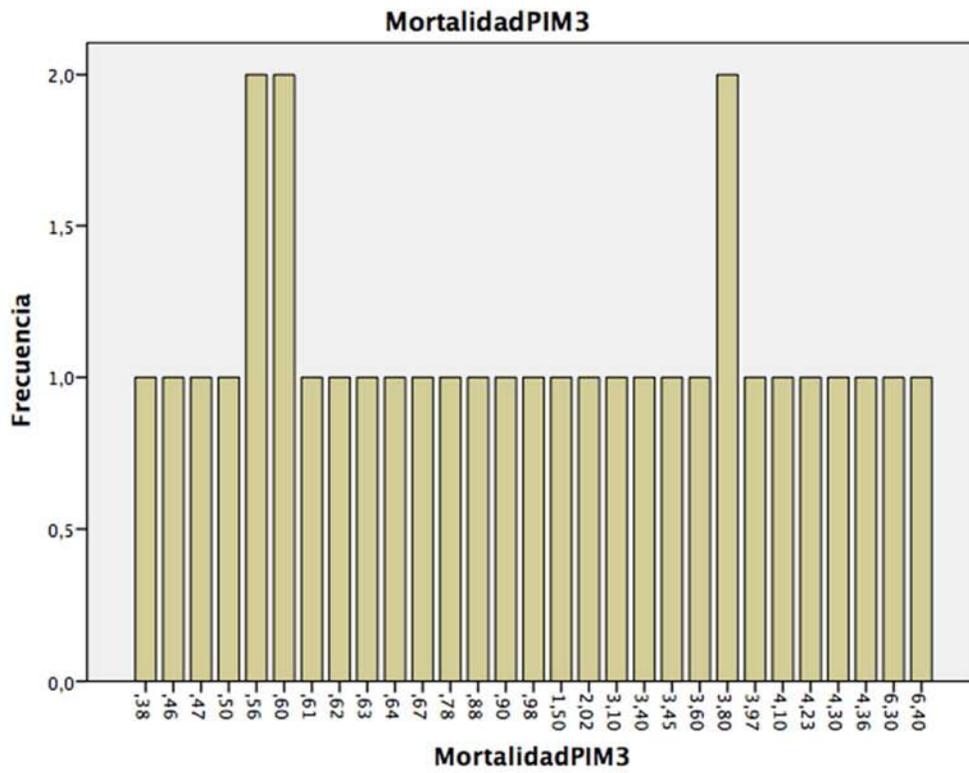
### Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



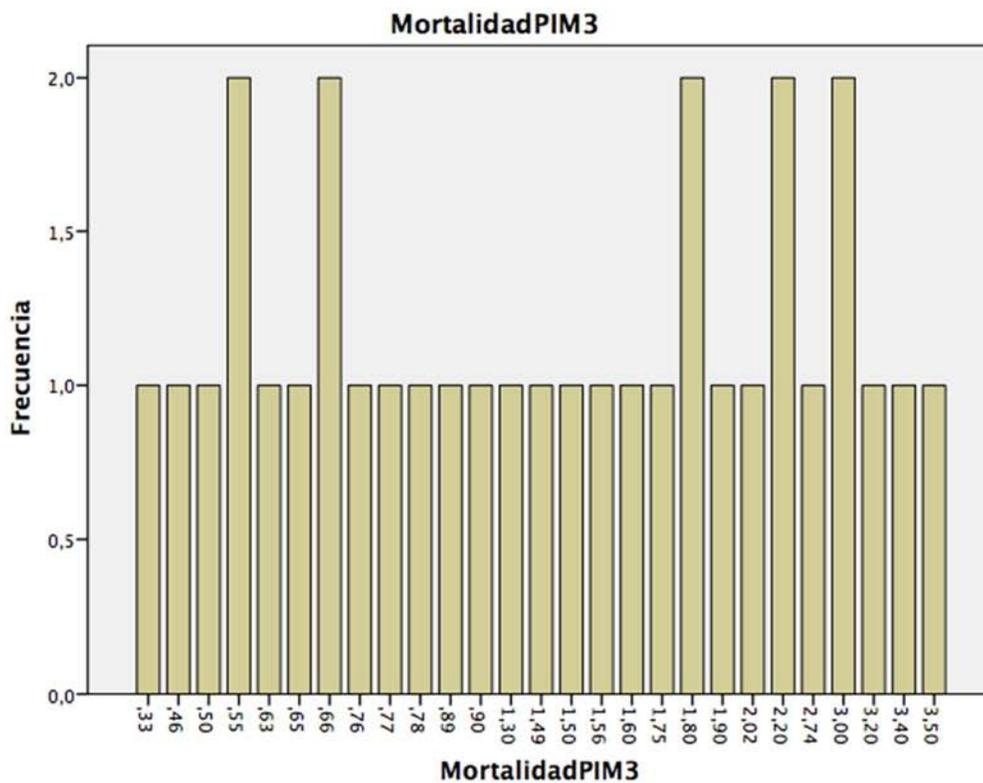
### Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Poscardiotomía



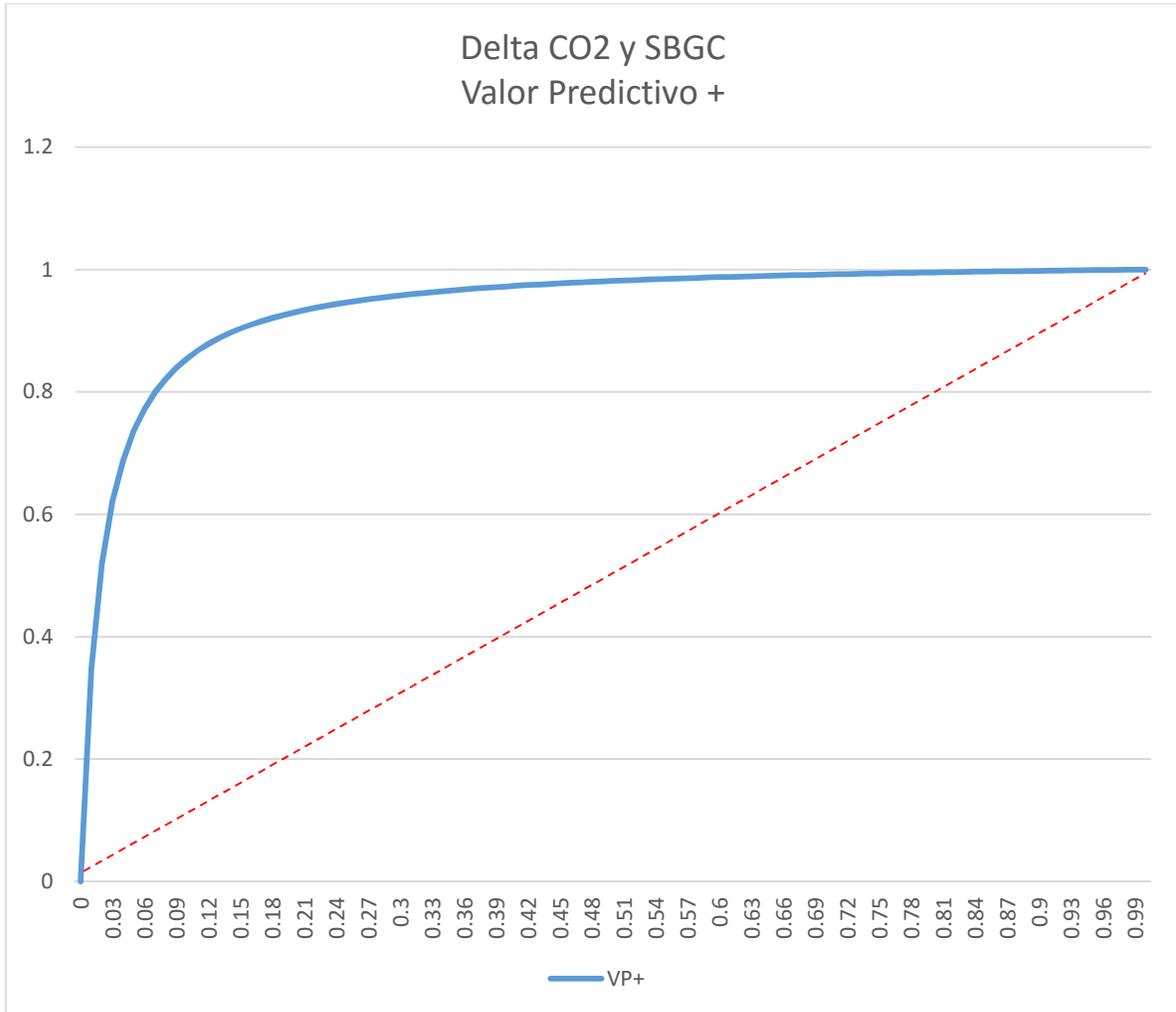
**Pacientes con Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía**

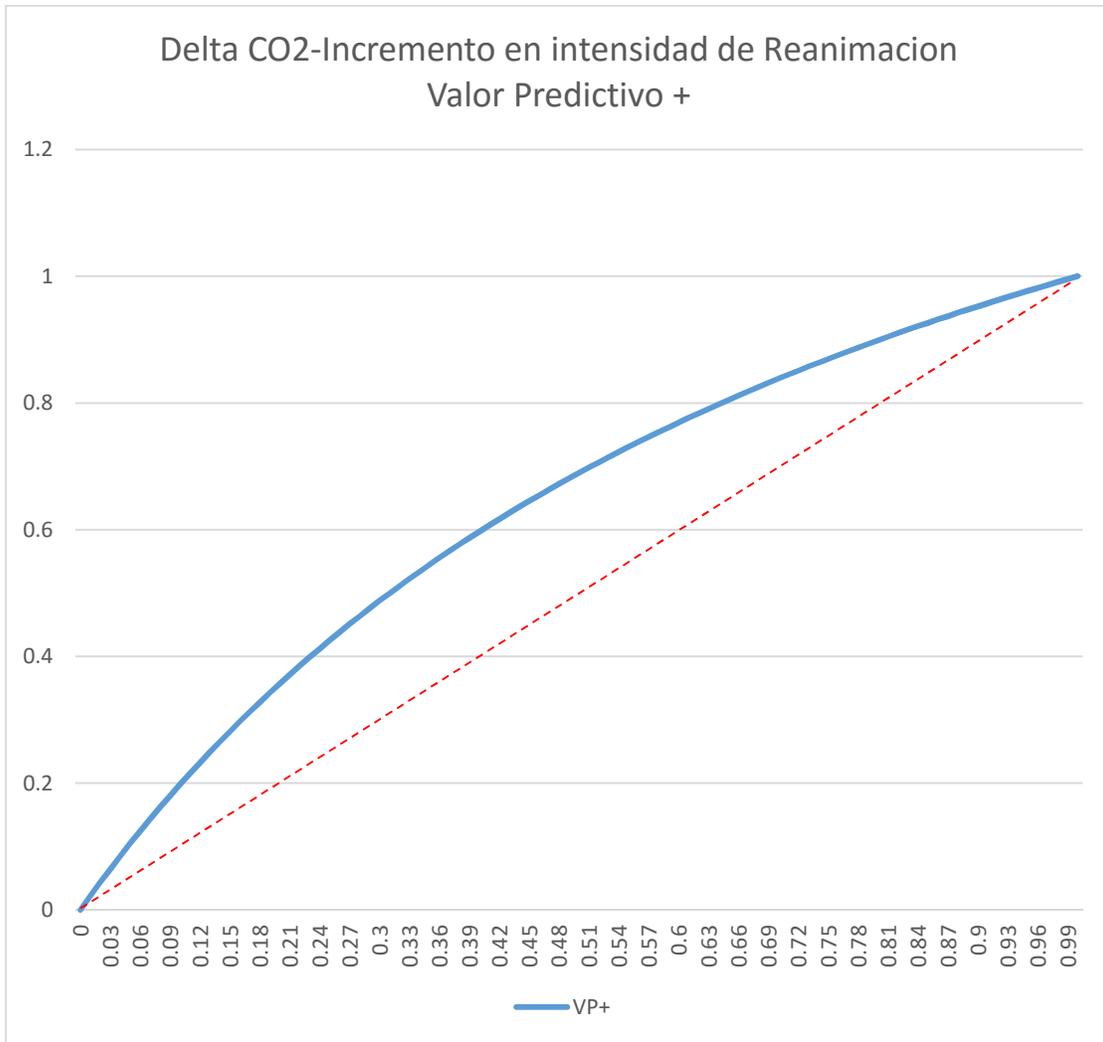


**Pacientes sin Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco Postcardiotomía**



### CURVAS ROC





**PRESENTADA POR**

***Edwin Daniel Álvarez Mora***

Médico Residente de Segundo Grado de la Especialidad Medicina Crítica Pediátrica  
UMAE Hospital General Dr. Gaudencio González Garza CMN “La Raza”  
Matricula 99168782  
Tel. Celular: 5564858537  
Correo electrónico: paediatricsdan@gmail.com

**INVESTIGADOR RESPONSABLE Y ASESOR DE TESIS**

***Dr. Arturo Fernández Celorio***

Médico Pediatra, Medicina Crítica Pediátrica.  
Adscrito al servicio de Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica  
UMAE Hospital General Dr. Gaudencio González Garza CMN “La Raza”  
Matricula: 11490519  
Tel celular: 5554375679  
Correo electrónico: arturo\_md1@hotmail.com