

**CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES CON HIPERLACTATEMIA
POSOPERATORIA SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDIOVASCULAR CON
CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA**

Por:

**MAURICIO ORTIZ IZQUIERDO
ALEX FABIÁN MUÑOZ CHILITO**

Estudiantes de perfusión y circulación extracorpórea

**ASESOR METODOLÓGICO
LUIS FRANCISCO OCHOA**

Situación de salud del grupo Observatorio de la Salud Pública

**UNIVERSIDAD CES
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
PERFUSIÓN Y CIRCULACION EXTRACORPÓREA
Medellín julio de 2013**

FICHA TECNICA INSTITUCIONAL


UNIVERSIDAD CES
Un Compromiso con la Excelencia
 Oficina de Planeación
 y Autoevaluación

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Cód: FT-0200-48
 Mod: 28/01/2011
 Versión: 01

Para elaborar la ficha técnica, siga las instrucciones consignadas como comentarios en cada uno de los campos. Para ver el comentario ubique el cursor sobre triángulo rojo que aparece en el campo.

1. DATOS DEL PROYECTO																					
Título del proyecto		FACTORES ASOCIADOS A HIPERLACTATEMIA POSOPERATORIA EN PACIENTES SOMETIDOS A GRUGÍA CARDIOVASCULAR CON CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA: ESTUDIO																			
Grupo de investigación que presenta el proyecto		Situación de salud del grupo Observatorio de la Salud Pública						Línea de investigación													
Lugar de ejecución del proyecto		Medellín, clínica CardioVID						Palabras clave													
Valor del proyecto (\$)								Hiperlactatemia, Circulación													
Tipo de proyecto		Investigación básica		x		Investigación aplicada		5 meses													
		Desarrollo tecnológico o experimental																			
2. DATOS DE LOS PARTICIPANTES DEL PROYECTO																					
Tipo de investigador	Tipo de vinculación	Nombre del participante			Institución		Grupo de investigación		Línea de investigación	Correo electrónico	Teléfono										
Investigador principal	Estudiante	Mauricio Ortiz Izquierdo			Universidad CES					ortizm@gmail.com	3,174E+09										
Investigador principal	Estudiante	Alex Fabián Muñoz Chilito			Universidad CES					amunoz@unice.edu.co	3,125E+09										
Nombre del responsable del proyecto										Alex Muñoz Ch y Mauricio Ortiz I											
3. DATOS SOBRE FINANCIACIÓN DEL PROYECTO																					
Costo financiado (\$)		Costo por financiar (\$)																			
Entidades a la que se solicita financiación		Monto solicitado (\$)																			
4. INFORMACIÓN PARA SER DILIGENCIADA POR EL COMITÉ DE INVESTIGACIONES																					
Fecha de recepción del proyecto		0		4		0		4		2		0		1		3		Código del proyecto		Acta90Proy770	
5. DECISIÓN DEL COMITÉ OPERATIVO DE INVESTIGACIÓN																					
Decisión		Fecha										Número de acta		Firma							
Proyecto devuelto para corregir		D		D		M		M		A		A		A		A					
Proyecto aprobado		D		D		M		M		A		A		A		A					
Proyecto enviado al Comité Institucional de Investigación		D		D		M		M		A		A		A		A					
Proyecto enviado al Comité Institucional de Ética		D		D		M		M		A		A		A		A					
OBSERVACIONES																					

RESÚMEN

Desde su descubrimiento el lactato ha estado asociado a procesos de metabolismo anaerobio y estrés hemodinámico, situaciones que son comunes durante los procedimientos donde se utiliza la circulación extracorpórea (CEC), y el cual se puede usar como un marcador de primera mano para guiar las intervenciones de determinadas terapias durante CEC.

Los niveles elevados del lactato se han relacionado como un marcador de mal pronóstico, principalmente en el posoperatorio de cirugía cardíaca, factor que contribuye de una manera importante en el aumento de las tasas de morbilidad y de alto costo hospitalario, donde la estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) secundario a la necesidad de ventilación mecánica prolongada e inestabilidad hemodinámica son los resultados de esta noxa.

Durante la CEC hay un evidente cambio en múltiples variables fisiológicas que son importantes para evaluar el resultado final de una población que manifieste un incremento en los niveles de lactato sérico.

El propósito de este estudio es describir las diferentes características y cambios en las variables fisiológicas de nuestra población objeto durante la CEC que pueden estar implicadas en el aumento del lactato durante la cirugía con CEC.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El ácido láctico fue descrito por primera vez por Karl Wilhem Scheele en 1.780 en la leche agria, posteriormente se realizó una medición en muestras de sangre post-mortem de dos mujeres jóvenes que fallecieron por cuadros puerperales, documentando la presencia de lactato en las mismas (1).

Varias décadas después se descubrió la relación directa entre su incremento y la disminución del aporte de oxígeno a los tejidos (2), hecho que se documentó posteriormente cuando se realizaron experimentos bajo ejercicio extremo, en condiciones de baja presión de oxígeno y en aquellas situaciones en donde estaba comprometido el gasto cardiaco (3).

En los últimos años una gran cantidad de pruebas han demostrado causalidad entre la elevación del lactato sérico y los malos resultados en los pacientes críticamente enfermos, reflejados en el aumento de la morbi-mortalidad (4), por lo cual es de vital importancia la medición del lactato basal, así como en el post-operatorio del paciente cardiovascular, ya que es una población vulnerable, generalmente con patologías asociadas que aumentan el riesgo de isquemia de ciertos órganos como el riñón, el cerebro, los pulmones y el corazón, estructuras que sufren cambios bruscos durante la CEC debido a la alteración de la fisiología normal durante su uso.

Normalmente la producción del lactato es de 1.500 mmol/día, resultado del balance entre su producción (músculo esquelético, piel, intestino y glóbulos rojos) y su aclaramiento (hepático y renal) (5).

El valor del lactato normal en población sana está entre 0,5 y 2 mmol/L, los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, se puede considerar un lactato normal hasta 3 mmol/L (6), debido a los fenómenos a los que se exponen durante el procedimiento y que producen alteraciones en el metabolismo.

La CEC ha sido la piedra angular para el desarrollo de la cirugía cardiaca desde su aparición en mayo de 1.953 cuando el Dr Gibbon Jr, inventó la máquina de circulación extracorpórea (6). En los años siguientes se dio paso a nuevas técnicas y procedimientos que mejoraron considerablemente la sobrevida de pacientes que cursaban con enfermedades cardiacas congénitas o degenerativas que antes se consideraban intratables ya que no existía la posibilidad de un abordaje quirúrgico seguro.

A pesar de los refinamientos en la técnica y el tratamiento quirúrgico de la enfermedad cardiovascular, la CEC estimula una gran respuesta inflamatoria sistémica que afecta directamente la función normal de ciertos órganos,

alterando su metabolismo celular, modificando los valores normales de muchas sustancias entre ellas el lactato; estos eventos comprometen la entrega de oxígeno (DO_2) por hipoperfusión tisular obligando al organismo a obtener sustratos de alta energía como el adenosin trifosfato (ATP), a partir del metabolismo anaerobio, promoviendo la conversión de piruvato a lactato, lo que conlleva a hiperlactatemia si este ciclo se repite una y otra vez (5).

Se han documentado estados de hiperlactatemia aún sin aparentes signos clínicos de pobre oxigenación en los tejidos (7). Dependiendo de la etiología de la alteración la hiperlactatemia se clasifica en 2 tipos: A y B (8), la primera asociada a baja tensión de oxígeno, cuando la mayoría del piruvato tisular se convierte en lactato, secundario a condiciones de bajo débito cardiaco, la segunda ocurre por elevación del lactato de 4 a 24 horas post-operatorias en condiciones donde el gasto cardiaco y la entrega de oxígeno están conservadas (9).

Durante el acto quirúrgico tanto el gasto cardiaco como el intercambio gaseoso son controlados y mantenidos por el flujo de la máquina de circulación extracorpórea, situación que depende de una serie de variables que deben ser controladas y anticipadas oportunamente por el perfusionista (hipotermia, hemodilución, hipo-hipertensión, uso de fármacos vasoactivos, profundidad anestésica, relajantes, sedantes etc.) que afectarán de una u otra manera el valor del lactato.

La hiperlactatemia puede presentarse durante y después de la cirugía cardiaca con CEC, aspecto que contribuye al aumento de las complicaciones post-operatorias como la insuficiencia renal, alteraciones respiratorias, neurológicas e inestabilidad hemodinámica que llevan a un desequilibrio del estado ácido-base; los pacientes con hiperlactatemia requieren mayor tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos, mayor tiempo de ventilación mecánica, presentan mayor inestabilidad hemodinámica, mayor incidencia de infecciones, con aumento en los costos institucionales para el mantenimiento de este tipo de complicaciones que en muchos casos puede ser fatal(10).

Es por esto que se hace necesario describir las variables que se observaron en nuestra población estudio y que pudieron contribuir al aumento del lactato; aunque es un evento que se ha descrito por otros grupos quirúrgicos, en nuestro entorno, principalmente en la clínica CardioVID no se ha realizado un abordaje de este particular desde el campo de perfusión.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que el lactato es un factor que se utiliza como seguimiento de resultados en la evaluación de intervenciones realizadas en pacientes de cirugía cardiovascular es de vital importancia determinar qué factores dentro del proceso de CEC pueden contribuir al aumento del lactato; ya que actualmente no se cuenta con literatura suficiente dentro de este campo (CEC), nuestro interés fue motivado en describir que variables están implicadas en el aumento del lactato.

Se propone este estudio para conocer los principales factores asociados al aumento del lactato en pacientes adultos sometidos a cirugía cardiovascular en la clínica CardioVID, con el objetivo de describir el comportamiento de las posibles variables identificadas que se ven afectadas durante el acto quirúrgico, hallazgos que pueden ser utilizados en futuras investigaciones en este campo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las características demográficas, clínicas e intraoperatorias de los pacientes que presentaron hiperlactatemia post-operatoria en cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea durante el año 2.012 en la clínica CardioVID de Medellín?

MARCO TEÓRICO

El interés de identificar tempranamente los marcadores de mal pronóstico para predecir los efectos adversos después de la cirugía cardíaca, está estimulado por el establecimiento del riesgo para la mortalidad asociada con este tipo de procedimientos. La asociación entre indicadores de severidad y mortalidad en el post-operatorio de cirugía cardíaca han sido reportados, pero su poder predictivo ha sido no concluyente (11).

Inicialmente el lactato se consideró como un producto de desecho, hoy en día los efectos relacionados con su elevación son universalmente reconocidos como indeseables (9), múltiples investigaciones han centrado su interés en los posibles efectos y aspectos relacionados con su elevación en la etapa posoperatoria.

En años recientes se ha documentado gran evidencia en cuanto a la elevación de lactato, los malos resultados y el pobre pronóstico en los pacientes críticamente enfermos (12,13).

La cirugía cardíaca es un procedimiento considerado como un trauma mayor pero que se realiza bajo unas condiciones relativamente controladas, que producen cambios dinámicos en el lactato durante todo el periodo perioperatorio y que a menudo está asociado a resultados adversos (9).

La CEC extracorpórea proporciona el mantenimiento del intercambio gaseoso y la circulación durante la cirugía cardíaca, permite al cirujano operar en un corazón inmóvil a determinadas temperaturas (normotermia, hipotermia), facilitando así la cirugía en un ambiente isquémico (14). Después de la cirugía cardíaca con CEC el aumento del lactato es relativamente común, los principales factores que conducen a disoxia orgánica durante la CEC son el grado de la hemodilución y la DO_2 en tejidos periféricos. El concepto de DO_2 crítico se basa en la suposición de que cuando un paciente está perfundido por debajo del valor crítico (280 ml/min/m^2) el consumo de oxígeno (VO_2) se hace dependiente de la entrega y la producción de energía está parcialmente suministrada por la glucólisis anaerobia (15).

El lactato es un subproducto de la glicólisis anaerobia, la glucosa sufre una serie de reacciones para producir piruvato y energía en forma de ATP, a su vez, el piruvato citoplasmático se somete a fosforilación oxidativa en la mitocondria (ciclo de Cori), convirtiéndose a lactato, proceso que ocurre en ausencia de oxígeno (16).

El lactato es un anión fuerte, que reduce la diferencia de exceso de bases y su acumulación es causa de acidosis metabólica, este efecto es independiente de si la producción de lactato ocurre en un ambiente de oxígeno normal o bajo (tipo A o tipo B).

Los valores normales de lactato sérico en personas que no están sometidas a estrés están alrededor de 0,5 a 1 mmO/L. La hiperlactatemia es el aumento del lactato en sangre; en los pacientes críticamente enfermos se esperan valores

normales menores a 2 mmO/L, en los pacientes en post-operatorio de cirugía cardiovascular con CEC este valor esperado puede ser de hasta 3 mmO/L.

En condiciones normales la relación Lactato/Piruvato sérico está aproximadamente 10:1, en condiciones de hipoxia la mayoría del piruvato celular se convierte en lactato y ocurre hiperlactatemia, que se clasifica como tipo A (17); sin embargo la hiperlactatemia puede ocurrir en presencia de oxígeno, en este escenario la relación Lactato/Piruvato permanece cerca de lo normal, que se clasifica como tipo B (17,18).

La hiperlactatemia tipo B a su vez se divide en 3 subtipos; tipo 1 corresponde a enfermedades de base, tipo 2 relacionado con toxinas y medicamentos y tipo 3 relacionado con errores innatos del metabolismo. (Tabla 1)(5)

CAUSAS DE ACIDOSIS LACTICA TIPO B
TIPO B1 - Enfermedades de base Falla renal Falla hepática Diabetes mellitus Neoplasia Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica VIH
TIPO B2 - Drogas y toxinas Acetaminofén Alcoholes (etanol, metanol, dietilenglicol, isopropanol y propilenglicol) Análogos antirretrovirales . Zidovudina, didanosina, lamivudina Agonistas B adrenérgicos . epinefrina, ritodrina y terbutalina Biguanidas . fenformina, metformina Cocaína y metanfetaminas Compuestos cianógenicos . cianuro, nitrilos alifáticos y nitroprusiato Dietileter fluoracil Halotano Hierro Isoniazida Linezolid Acido nalidixico Niacina Propofol Salicilatos Azucares y alcoholes azucarados . fructosa, sorbitol y xilitol Sulfazalacina Nutrición parenteral total Acido valproico Déficit de vitaminas- tiamina y botina
TIPO B3 - Errores innatos del metabolismo Déficit de glucosa 6 fosfatasa (enfermedad de Von Gierke) Deficit de fructosa 1,6 difosfatasa Deficiencia de piruvato carboxilasa Síndrome de kearns- Sayre Síndrome de Pearson

Debido a estos fenómenos se puede explicar la aparición de acidosis láctica y la hiperlactatemia en otros escenarios como:

- Inducida por medicamentos (Nitroprusiato, metformina, adrenalina, entre otros.) (19)
- Deficiencia de tiamina (20,21)
- Neoplasias (22)
- Ejercicio extremo

El lactato tiene un comportamiento bimodal, puede ocurrir un aumento al inicio (inmediata) o durante la CEC y 4 a 24 horas después del procedimiento quirúrgico (tardía) cuando el paciente se encuentra en la unidad de cuidado intensivo (UCI).

La hiperlactatemia inmediata (tipo A) se presenta en un 10 a 20% de los pacientes que son sometidos a cirugía cardíaca con CEC, mientras que la tardía (tipo B) está presente entre el 14 y 20% (20,21). (Tabla 2) (9)

CAUSAS DE HIPERLACTATEMIA Y ACIDOSIS LACTICA EN PACIENTES QUE SON SOMETIDOS A CIRUGIA CARDIACA	
COMUNES	Estado de bajo gasto Shock cardiogenico Shock distributivo (sepsis, estado de shock post-CEC) Relacionadas con drogas (adrenalina, salbutamol) Hiperlactatemia tardía
NO COMUNES	Falla hepática Hipoxia severa Anemia severa Falla renal Hemolisis severa Volúmenes de transfusión grandes Remplazo con soluciones lactosadas Relacionados con medicamentos: propofol y nitroprusiato de sodio Pancreatitis

A pesar de la protección miocárdica brinda durante CEC la isquemia miocárdica puede ocurrir en los pacientes llevados a cirugía cardíaca, la cual tiene unos efectos clínicos que se manifiestan como inestabilidad hemodinámica, arritmias, necesidad de inotrópicos, dificultad en el destete de CEC, uso de balón de contrapulsación aórtica (BCIAo) y asistencia ventricular, efectos que son más acentuados a medida que los niveles de lactato sérico aumentan (11).

Existen múltiples factores que contribuyen al inicio temprano de la elevación del lactato en el posoperatorio de cirugía cardíaca con CEC, conduciendo al desarrollo e instauración de las complicaciones como ventilación mecánica prolongada, disfunción renal, hepática y mayor tiempo de estancia en UCI, lo

que aumenta considerablemente la morbi-mortalidad de los pacientes en UCI (9,18,23) (Tabla 3) (9)

FACTORES IMPLICADOS EN LA EVOLUCION DE INICIO TEMPRANO DE HIPERLACTATEMIA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGIA CARDIACA
Factores
<p>Hipoxia tisular</p> <p>Deterioro de la oxigenacion tisular debido a edema capilar como consecuencia del flujo no pulsatil</p> <p>Elevacion de catecolaminas endogenas estimulantes de la gluconeogenesis y glicolisis</p> <p>Administracion de catecolaminas exogenas</p> <p>Activacion del eje hipotalamo-pituitario</p> <p>Hiperglicemia</p> <p>Inflamacion sistematica y trombosis microvascular</p> <p>Contenido de los liquidos del primado de CEC</p> <p>Carga de lactato de transfusion de globulos rojos almacenados</p> <p>Polimorfismos geneticos que alteran la respuesta a citoquinas al circuito extracorporeo</p> <p>Bajos flujos en CEC</p> <p>Hemodilucion</p> <p>Tiempo prolongado en CEC</p> <p>Baja entrega de oxigeno en CEC</p> <p>Creatinina serica elevada</p> <p>Endocarditis activa en el momento de la cirugia</p>

Hay discrepancias en cuanto a la interpretación de lactato en posoperatorios de cirugía cardiaca debido a un factor importante que se debe tener en cuenta como es la disminución del flujo sanguíneo en tejidos como el intestino, pues se ha observado aumento de las concentraciones de lactato en la mucosa del intestino grueso en pacientes sometidos a CEC (9), ya que la integridad del lecho esplénico está alterado, la misma observación se debe analizar en aquellos procedimientos que requieren técnicas específicas que alteran la oxigenación tisular como es el caso de la cirugía mínimamente invasiva, donde por requerimientos de la técnica se debe colapsar un pulmón para facilitar el procedimiento esto sumado a la canulación periférica incrementa los niveles de lactato secundario a alteraciones de la oxigenación tisular del tejido aislado, en este caso el pulmón y la extremidad donde se realiza la canulación periférica.

Las mediciones de las concentraciones de lactato en sangre son útiles para detectar hipoxia tisular, sin embargo, la hiperlactatemia puede deberse a causas distintas de la hipoxia tisular, en particular los procesos inflamatorios como es el caso del contacto de la sangre con superficies no endoteliales (circuito CEC), infusión de medicamentos vasoactivos, causas metabólicas por enfermedades de base etc, por eso algunos autores afirman que las mediciones de lactato sérico no siempre puede ser estar indicada debido a que por el solo hecho de estar sometido a situaciones de estrés hemodinámico, sus valores pueden estar elevados (24), aunque este argumento puede utilizarse

para justificar los niveles de lactato mas elevados en el postoperatorio de cirugía cardiaca con CEC.

OBJETIVO GENERAL

Describir las características demográficas, clínicas e intraoperatorias de los pacientes que presentaron hiperlactatemia post-operatoria de cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea durante el año 2.012 en la clínica CardioVID de Medellín.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las principales variables sociodemográficas en los pacientes que presentaron hiperlactatemia en post-operatorio de cirugía cardiovascular.
- Describir cuáles fueron las variables en circulación extracorpórea que pudieron contribuir a la hiperlactatemia post-operatoria.
- Describir cuales fueron las variables que al inicio de la CEC y antes del despinzamiento aórtico contribuyeron al aumento del lactato post-operatorio.
- Enunciar posibles estrategias terapéuticas intraoperatorias utilizadas para mejorar el aclaramiento del lactato.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

ENFOQUE METODOLÓGICO

Tipo de estudio

Estudio descriptivo retrospectivo transversal, utilizando fuentes secundarias de información (registros de perfusión de la clínica CardioVID), definiendo 2 grupos poblacionales a partir de la medición de lactato basal, uno con hiperlactatemia post-operatoria y otro sin esta característica.

POBLACIÓN

Pacientes adultos sometidos a cirugía cardiovascular con CEC, tomados de los registros de perfusión de la clínica CardioVID de Medellín, entre enero de 2.012 y diciembre de 2.012.

MUESTRA

No se tomará muestra, se trabajará por censo, dado que se trabajará con el total de registros que cumplan con los criterios de inclusión para el estudio.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes adultos mayores de 18 años que fueron llevados a cirugía cardiovascular con CEC.
- Pacientes con valores basales de lactato pre-quirúrgico hasta 3 mmO/L.
- Pacientes sometidos a revascularización coronaria con CEC.
- Pacientes sometidos a procedimientos valvulares únicos (cambio de válvula mitral, cambio de válvula aórtica, plastia mitral ó tricuspídea).
- Pacientes sometidos a procedimientos combinados, incluyendo o no la aorta ascendente.
- Pacientes sometidos a trasplante cardiaco.

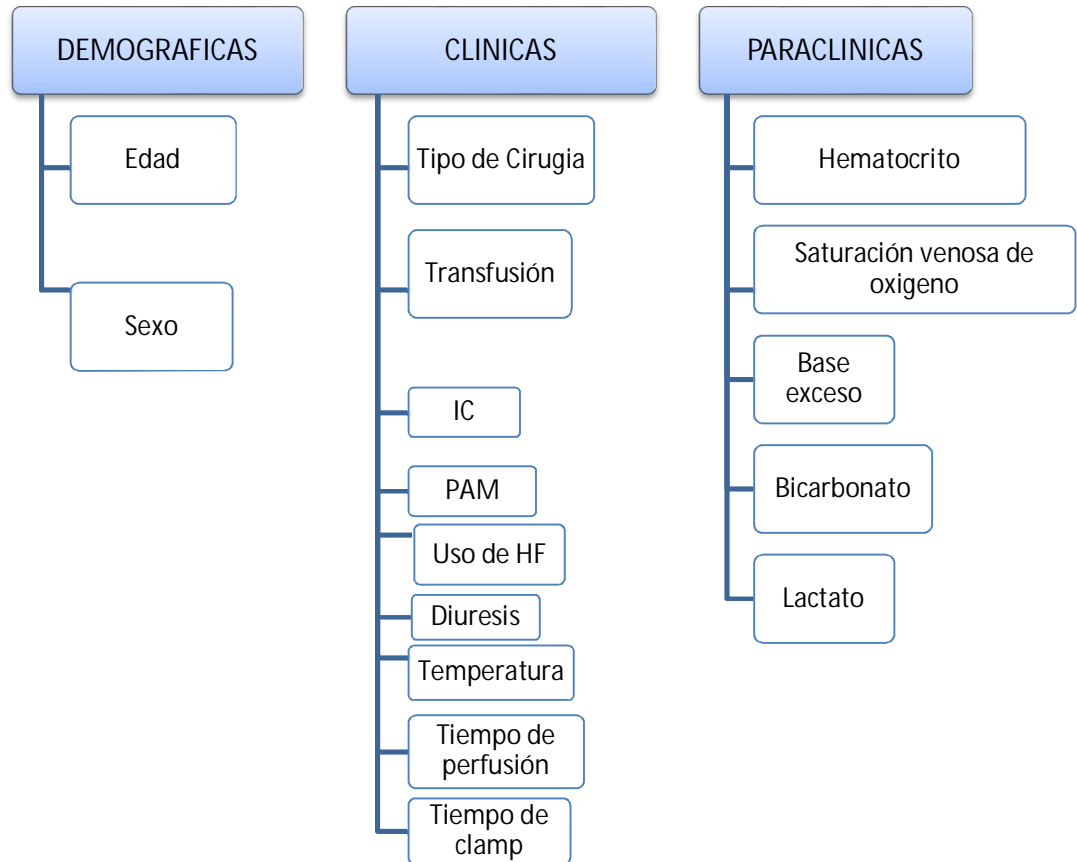
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes pediátricos.
- Pacientes con falla hepática y/o renal terminal.
- Trasplante pulmonar.
- Pacientes con valores de lactato basal mayor de 3 mmO/L.

VARIABLES

- Edad
- Género
- Peso
- Talla
- Superficie corporal

- Tiempo de pinzamiento
- Tiempo de perfusión
- Abordaje quirúrgico (MICS . convencional)
- Tipo de procedimiento
- Presión arterial media
- Índice cardíaco
- Saturación venosa de oxígeno
- Temperatura
- Resistencia vascular sistémica
- Bicarbonato
- Base exceso
- Hemoglobina
- Hematocrito
- Diuresis en CEC
- Uso de Hemofiltro
- Balance final de líquidos
- Transfusión de glóbulos rojos
- Lactato



VARIABLE	DEFINICIÓN	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CATEGORÍAS O VALORES
Edad	Número de años cumplidos en el momento del evento en estudio	Cuantitativa - discreta	Razón	Años	
Sexo	Género	Cualitativa	Nominal - dicotómica	0	1. Femenino 2. Masculino
Peso	Masa corporal del paciente	Cuantitativa - discreta	Razón	Kilogramos	
Talla	Altura del paciente	Cuantitativa - continua	Razón	Metros	
Superficie corporal	Cálculo de la superficie del cuerpo humano	Cuantitativa - continua	Razón	Metro ²	
Índice de masa corporal	Asociación entre peso y talla del paciente	Cuantitativa - continua	Razón	Kg /m ²	
Tipo de cirugía	Intervención realizada y registrada en los registros de perfusión	Cualitativa	Nominal – policotómica	0	1. Revascularización miocárdica 2. Cambio valvular 3. Trasplante cardíaco 4. Cirugía combinada 5. Otros
Abordaje quirúrgico	Cirugía convencional por esternotomía o cirugía mínimamente invasiva por mini-toracotomía	Cuantitativa - discreta	Nominal	0	1. MICS 2. Convencional
Tiempo de perfusión	Duración de la circulación extracorpórea	Cuantitativa - discreta	Razón	Minutos	0
Tiempo de pinzamiento	Tiempo transcurrido entre pinzamiento de la aorta y la liberación del mismo	Cuantitativa - discreta	Razón	Minutos	0
Hb pre-operatoria	Valor de la hemoglobina antes del procedimiento	Cuantitativa - discreta	Razón	mg/dL	0
Hb post-operatoria	Valor de la hemoglobina después del procedimiento	Cuantitativa - discreta	Razón	mg/dL	0
Hto pre-operatorio	Valor del hematocrito antes del procedimiento	Cuantitativa - discreta	Razón	Porcentaje	0
Hto en CEC	Valor del hematocrito inicial en CEC	Cuantitativa - discreta	Razón	Porcentaje	0
Hto post-operatorio	Valor del hematocrito después del procedimiento	Cuantitativa - discreta	Razón	Porcentaje	0
Resistencias vasculares sistémicas	Resistencia que tiene que vencer el ventrículo izquierdo para expulsar el volumen sistólico	Cuantitativo - discreta	Razón	Dinas/sg/cm ⁵	0
Saturación venosa en CEC	Valor de la saturación venosa obtenido del monitoreo en línea	Cuantitativo - continua	Razón	Porcentaje	0
Temperatura en CEC	Valor de la temperatura nasofaríngea más baja registrada en CEC	Cuantitativo - continua	Razón	Grados centígrados	1. Normotermia 2. Hipotermia leve 3. Hipotermia moderada 4. Hipotermia profunda
Índice cardíaco	Valor del gasto cardíaco ajustado a la superficie corporal.	Cuantitativa - continua	Razón	Litros /minuto/m ²	0

Presión arterial media en CEC	Valor de la presión arterial media registrada durante CEC	Cuantitativo - discreta	Razón	mmHg	0
Exceso de bases pre-operatorio	Valor del exceso de bases registrado antes de la CEC	Cuantitativa - continua	Razón	mEq/L	0
Exceso de bases post-operatorio	Valor del exceso de bases registrado después de la CEC	Cuantitativa - continua	Razón	mEq/L	0
Bicarbonato pre-operatorio	Valor del bicarbonato registrado antes de CEC	Cuantitativa - continua	Razón	mEq/L	0
Bicarbonato post-operatorio	Valor del bicarbonato registrado después de CEC	Cuantitativa - continua	Razón	mEq/L	0
Transfusión de glóbulos rojos en CEC	Administración de glóbulos rojos de sangre homóloga durante CEC	Cualitativa	Nominal - dicotómica	0	1. Si 2. No
Hemofiltración	Uso de filtro por el cual se realiza la remoción de diferentes partículas durante CEC	Cualitativa	Nominal - dicotómica	0	1. Si 2. No
Balance de líquidos al final de CEC	Sumatoria de líquidos administrado y líquidos eliminados al final de la CEC	Cuantitativa	Razón	Mililitros	0
Diuresis en CEC	Valor de la orina obtenida durante CEC	Cuantitativa	Razón	Mililitros	0
Lactato inicial	Valor del lactato al inicio de CEC	Cuantitativa - continua	Razón	mmol/l	0
Lactato final	Valor del lactato al final de CEC	Cuantitativa - continua	Razón	mmol/l	0

INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTRUCTIVO DEL FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Mediante la elaboración de un formato que contiene las 34 variables consideradas en este estudio, se obtendrá la información de los registros de perfusión para su posterior análisis.

Se contara con un día para la aplicación de prueba piloto sobre el instructivo, con el fin de identificar dudas, complicaciones durante su diligenciamiento, tiempo promedio de aplicación y limitaciones. Para ello se deben diligenciar cinco (5) casos en el formato. Posteriormente se realizaran los ajustes pertinentes para obtener un instrumento final.

Luego de la prueba piloto y correcciones del instructivo se contarán con dos (2) semanas para la recolección de información, que estará a cargo de los investigadores (uno revisará la base de datos y el otro registrará los datos en el instructivo).

Casilla (1). **Historia Clínica:** registrar el número de historia del caso que aparece en el registro de perfusión.

Casilla (2). **Edad:** registrar el número de años cumplidos a la fecha del procedimiento y que aparece en el registro de perfusión, solo mayores de 18 años y que cumplan con los criterios de inclusión.

Casilla (3). **Sexo:** Registrar 1 si es femenino ó 2 si es masculino, solo se puede registrar una de estas opciones.

Casilla (4). **Peso:** Registrar la masa corporal del paciente en kilogramos, en números enteros, sin utilizar comas ni puntos.

Casilla (5). **Talla:** Registrar la altura del paciente en metros, utilizando números decimales, Ej: 1,8 metros

Casilla (6). **IMC:** Registrar la relación obtenida entre peso y talla del paciente, utilizando números decimales, Ej: 27,5 Kg/m²

Casilla (7). **Superficie corporal:** Registrar el valor en metros cuadrados, utilizando números decimales, separados por una coma.

Casilla (8). **Tiempo de perfusión:** Registrar el tiempo en minutos, valor que aparece en el registro de perfusión en la casilla correspondiente a este ítem.

Casilla (9). **Tiempo de pinzamiento:** Registrar el tiempo en minutos, valor que aparece en el registro de perfusión en la casilla correspondiente a este ítem.

Casilla (10). **Abordaje:** Escribir el número 1 si corresponde a cirugía convencional (por esternotomía) o 2 si el procedimiento es mínimamente invasivo (MICS . mini-toracotomía).

Casilla (11). **Tipo de procedimiento:** Escribir el número correspondiente, asignado a cada procedimiento realizado a cada paciente así:

1. Se señalara cuando en el procedimiento este registrado RVM sin importar el número de puentes realizados, también se puede encontrar esta categoría nombrada como Bypass.
2. Se señalara cuando el procedimiento registrado mencione ~~%~~cambio, reemplazo de válvula por válvula biológica o mecánica, sin importar si es válvula mitral, aortica, tricúspide, solo podrá seleccionarse esta categoría cuando corresponde a una sola válvula, no se podrá registrar cuando este acompañada de otros procedimientos.
3. Cuando el procedimiento correspondiente aparece como ~~%~~trasplante cardiaco+
4. Cuando el procedimiento registrado corresponde a mas de un procedimiento en el mismo tiempo quirúrgico, ej: cambio valvular mas revascularización miocárdica, plastia valvular más cirugía de maze etcõ
5. Cuando el procedimiento registrado no cumple con las definiciones antes mencionadas.

Casilla (12). **PAM1:** registrar el primer valor de la PAM al inicio del procedimiento mientras se encontraba en CEC, en números enteros, sin utilizar puntos ni comas.

Casilla (13). **PAM2:** registrar el último valor de la PAM antes del despinzamiento, en números enteros, sin utilizar puntos ni comas.

Casilla (14). **IC1:** registrar el valor del índice cardiaco correspondiente al flujo registrado al inicio del procedimiento, en números enteros, sin utilizar puntos ni comas.

Casilla (15). **IC2:** registrar el valor del índice cardiaco correspondiente al flujo registrado antes del despinzamiento, en números enteros, sin utilizar puntos ni comas.

Casilla (16). **Saturación Venosa de Oxígeno:** registrar el menor valor de la SVO2 durante todo el procedimiento, en números enteros, sin puntos ni comas.

Casilla (17). **Temperatura durante CEC:** registrar **1** si el paciente está en normotermia ($> 35^{\circ}\text{C}$), **2** si el paciente está en hipotermia leve (entre 32°C y 35°C), **3** si el paciente está en hipotermia moderada (entre 26°C y $< 32^{\circ}\text{C}$), **4** si el paciente está en hipotermia profunda ($< 26^{\circ}\text{C}$), utilizar números decimales, separados por una coma.

Casilla (18). **RVS1:** registrar el primer valor de la RVS al inicio del procedimiento mientras se encontraba en CEC, en números enteros, sin utilizar puntos ni comas.

Casilla (19). **RVS2:** registrar el valor de la RVS antes del despinzamiento, en números enteros, sin utilizar puntos ni comas.

Casilla (20). **Valor de bicarbonato pre-operatorio:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **antes** del inicio de la CEC, utilizar números decimales cuando el número no sea entero, separados por una coma, Ej: 21,3

Casilla (21). **Valor de bicarbonato post-operatorio:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **después** de terminada la CEC, utilizar números decimales cuando el número no sea entero, separados por una coma, Ej: 21,3

Casilla (22). **Valor de base exceso pre-operatorio:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **antes** del inicio de la CEC, utilizar valores negativos cuando corresponda, igualmente utilizar números decimales cuando el valor no sea un número entero, ej: (-) 3,5

Casilla (23). **Valor de base exceso post-operatorio:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **después** de terminada la CEC, utilizar valores negativos cuando corresponda, igualmente utilizar números decimales cuando el valor no sea un número entero, ej: (-) 3,5

Casilla (24). **Valor de hematocrito pre-operatorio:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **antes** del inicio de la CEC, utilizar números enteros.

Casilla (25). **Valor de hematocrito en CEC:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma

casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **al inicio** de la CEC, utilizar números enteros.

Casilla (26). **Valor de hematocrito post-operatorio:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **después** de terminada la CEC, utilizar números enteros.

Casilla (27). **Valor de hemoglobina pre-operatoria:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **antes** del inicio de la CEC, utilizar números decimales cuando el valor no sea un número entero, ej: 13,2.

Casilla (28). **Valor de hemoglobina post-operatoria:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente en el registro de perfusión, aparece en la misma casilla donde se reportan los gases arteriales tomados **después** de terminada la CEC, utilizar números decimales cuando el valor no sea un número entero, ej: 13,2.

Casilla (29). **Diuresis durante CEC:** registrar en mililitros la diuresis del paciente durante CEC, valor tomado del registro de perfusión en la casilla correspondiente a este ítem, utilizar números enteros.

Casilla (30). **Uso de Hemofiltro:** registrar 1 si se usa dispositivo de hemofiltración durante CEC, ó 2 si no se utiliza.

Casilla (31). **Balance final de líquidos en CEC:** registrar el valor obtenido de la casilla correspondiente, ó calcularlo según el registro de líquidos administrados y eliminados durante CEC.

Casilla (32). **Transfusión de glóbulos rojos durante CEC:** registrar 1 si se transfundió durante CEC ó 2 si no se realizó transfusión de glóbulos rojos empaquetados durante CEC.

Casilla (33). **Lactato inicial:** registrar el valor del lactato pre-quirúrgico. (Debe ser menor de 3 mmOm/L), utilizar decimales, separados por una coma, Ej; 1,48

Casilla (34). **Lactato final:** registrar el valor del lactato pos-quirúrgico. utilizar decimales, separados por una coma, Ej; 1,48

FUENTES DE INFORMACIÓN

Se obtendrán los datos para el presente estudio a partir de una fuente secundaria, que corresponde a los registros de perfusión de la Clínica CardioVID de Medellín, estos contienen información de todos los procedimientos quirúrgicos cardiovasculares realizados que requirieron el empleo de circulación extracorpórea. Se revisarán los registros correspondientes al periodo comprendido entre enero 1 de 2.012 hasta diciembre 31 del mismo año.

CONSIDERACIONES ETICAS

De acuerdo con la Resolución No. 08430 (04/octubre del 1993), por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, se tendrán en cuenta en este trabajo de investigación el Artículo No.11, parágrafo a), donde se clasifican las investigaciones en salud, que para tal fin corresponde a investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta+.

De acuerdo a la Declaración de Helsinki de la Asociación Medica Mundial se considera los siguientes párrafos, pertinentes a este estudio:

Numeral 9. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos+.

Numeral 11. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación+.

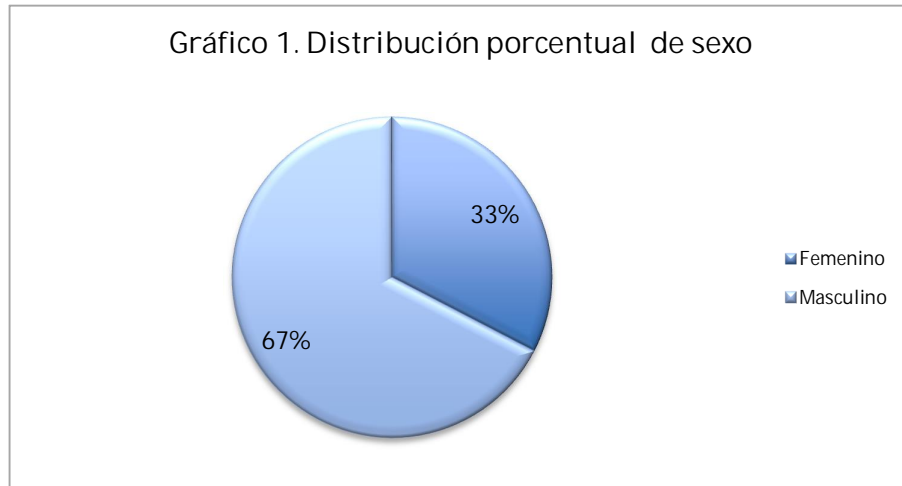
Numeral 23. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física, mental y social.

Numeral 30. Los autores, directores y editores todos tienen obligaciones éticas con respecto a la publicación de los resultados de su investigación. Los autores tienen el deber de tener a la disposición del público los resultados de su investigación en seres humanos y son responsables de la integridad y exactitud de sus informes. Deben aceptar las normas éticas de entrega de información. Se deben publicar tanto los resultados negativos e inconclusos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiamiento, afiliaciones institucionales y conflictos de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a

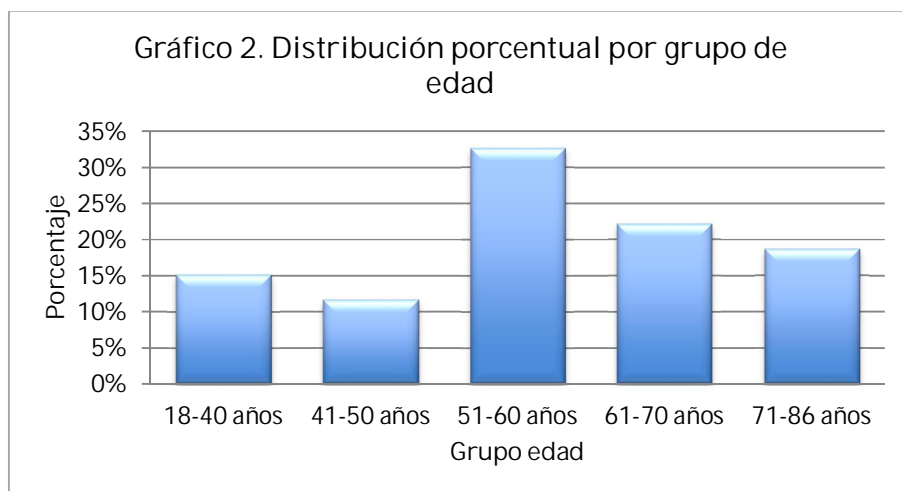
los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

RESULTADOS

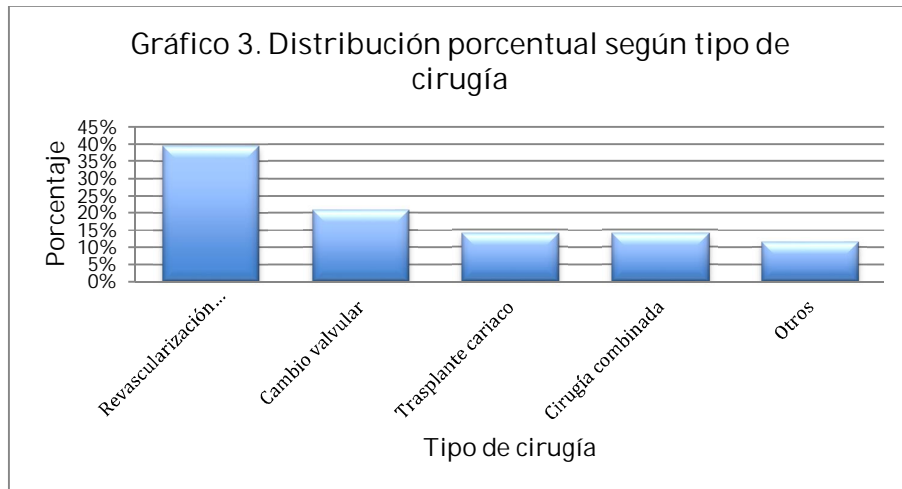
En el año 2012, el 67,4% de las personas que fueron sometidas a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea, en la clínica CardioVID de Medellín, fueron de género masculino.



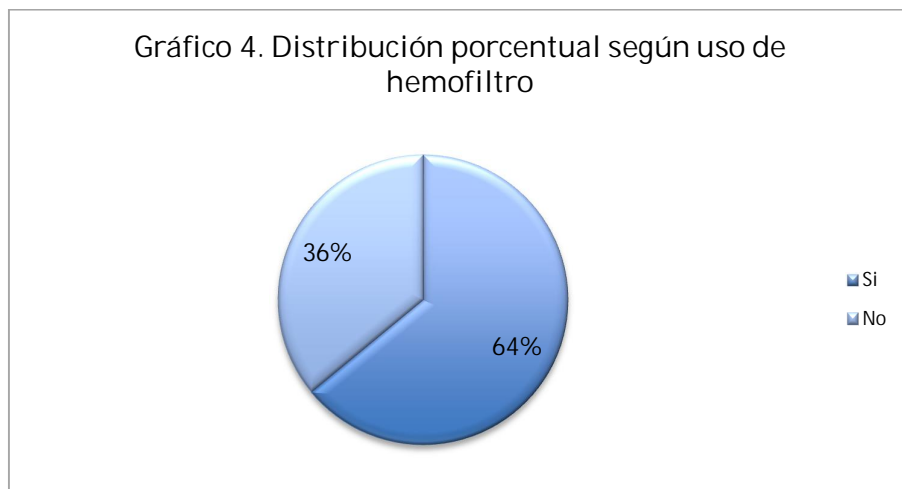
El 32,6% de las personas que fueron sometidas a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea, en la clínica CardioVID de Medellín, tenían edades de 51 a 60 años.



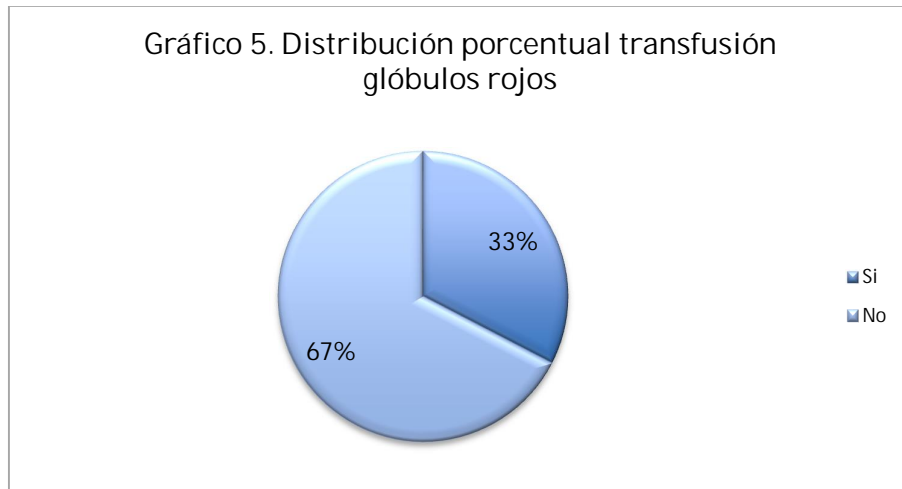
La intervención que mas se realizó en el año 2.012 fue la revascularización miocárdica con un 39,5%.



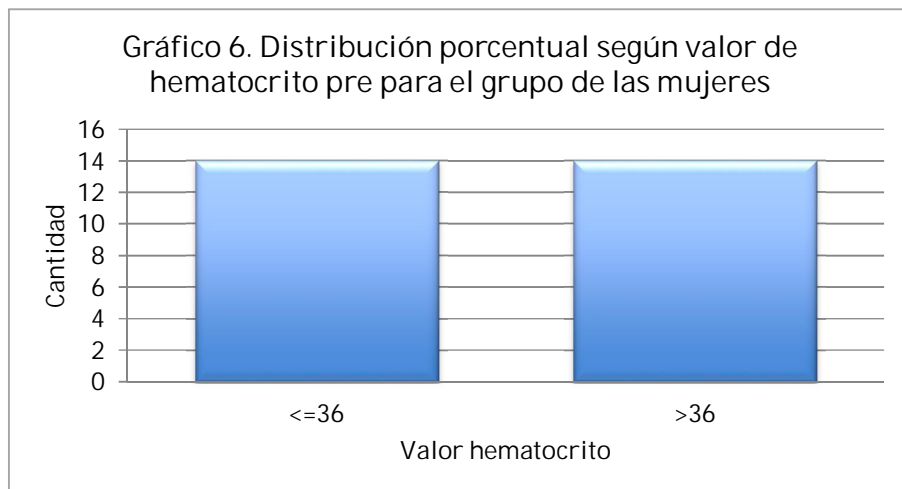
En el año 2012, el 64,0% de las intervenciones quirúrgicas realizadas en la clínica CardioVID de Medellín, hizo uso de la hemofiltración, por medio del cual se realiza la remoción de diferentes partículas durante la Circulación Extracorpórea (CEC).



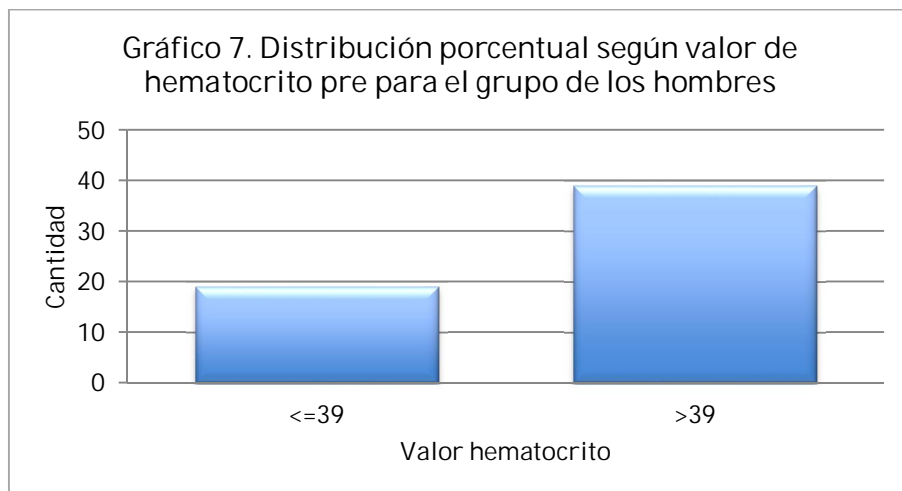
Con respecto a la transfusión de glóbulos rojos empaquetados, se encontró que el 67,4% de los pacientes intervenidos no fueron transfundidos.



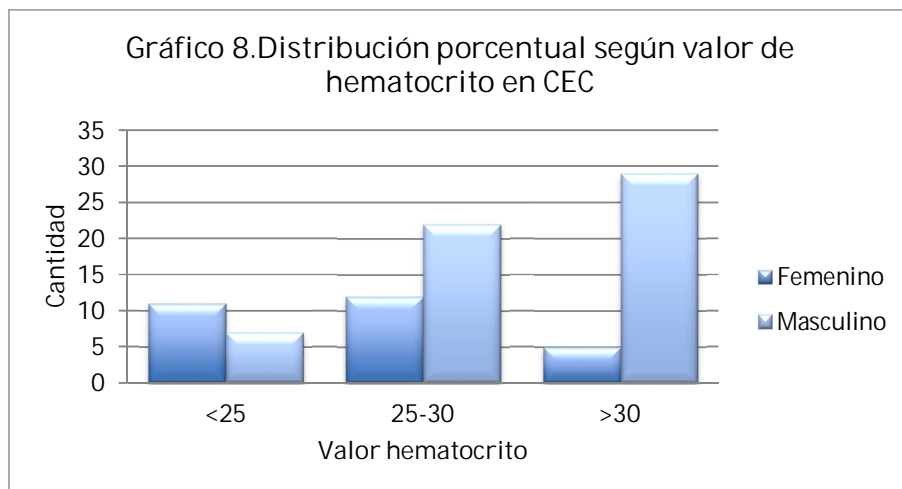
El 50% de las mujeres que fueron sometidas a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea, presentaron un valor de hematocrito pre-bypass menor o igual a 36%.



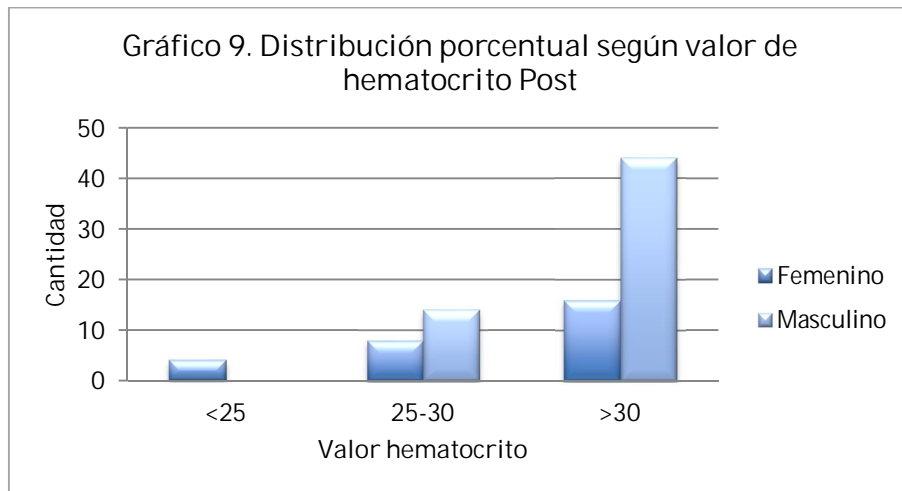
El 67,24% de los hombres que fueron sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea, presentaron un valor de hematocrito pre-bypass mayor a 39%.



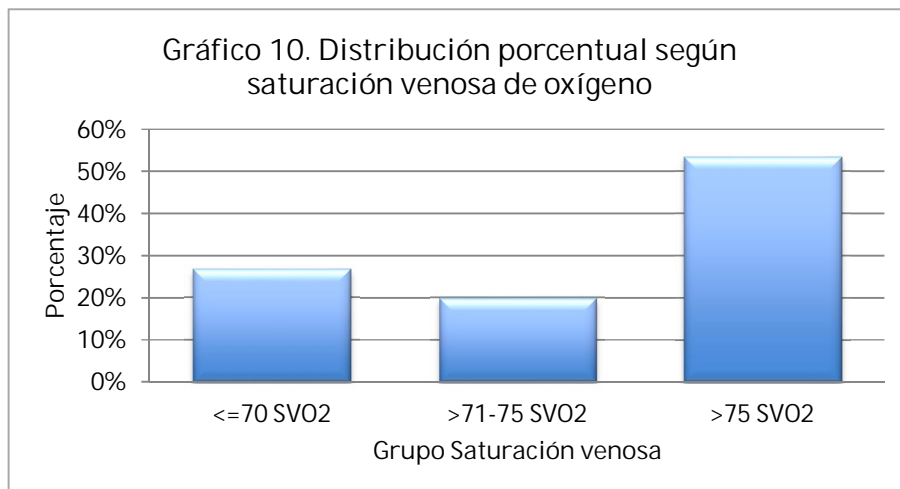
El 42,85% de las mujeres, presentaron un valor de hematocrito diluido entre 25% a 30%; respecto a los hombres, el 50% presentaron un valor de hematocrito diluido mayor a 30%.



El 57,14% de las mujeres presentaron un valor de hematocrito post-bypass mayor a 30; respecto a los hombres, el 75,86% presentaron un valor de hematocrito post . bypass mayor a 30%.



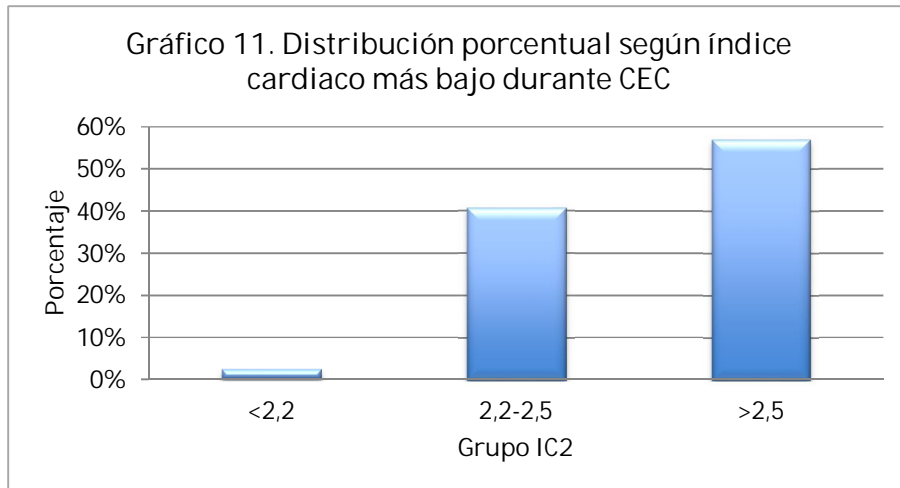
El 53,5% de los pacientes, mantuvieron una Saturación Venosa de Oxígeno (SVO₂) entre 76% a 89 %.



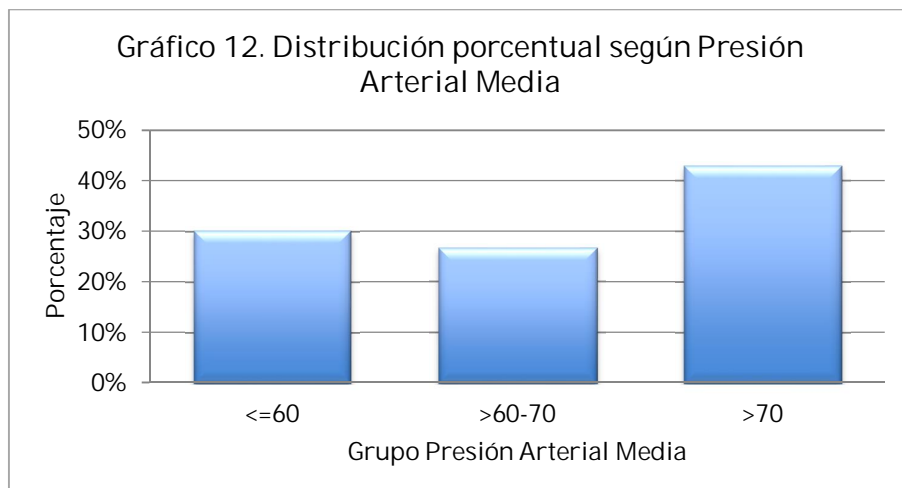
El 57% de los pacientes se manejaron con un índice cardiaco mayor a 2,5

Tabla 1. Distribución porcentual según índice cardiaco más bajo durante CEC.

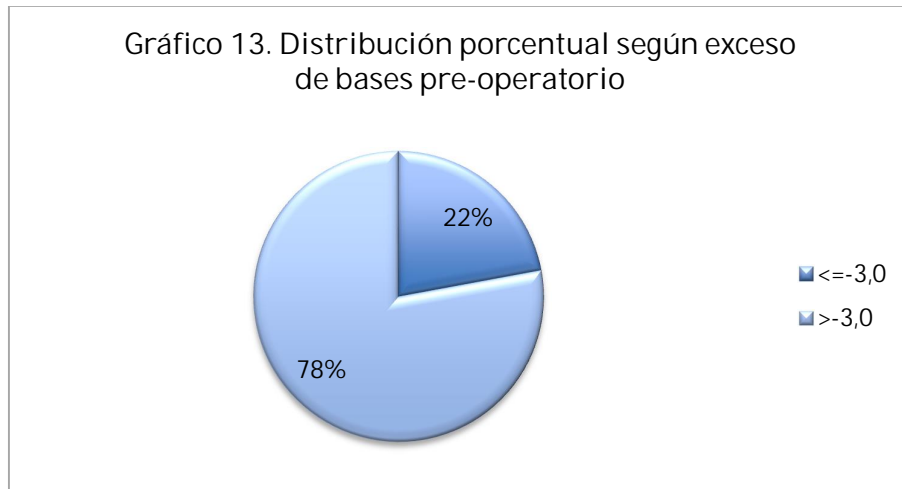
Grupo IC2	Frecuencia	Porcentaje
<2,2	2	2,3%
2,2-2,5	35	40,7%
>2,5	49	57,0%
Total	86	100%



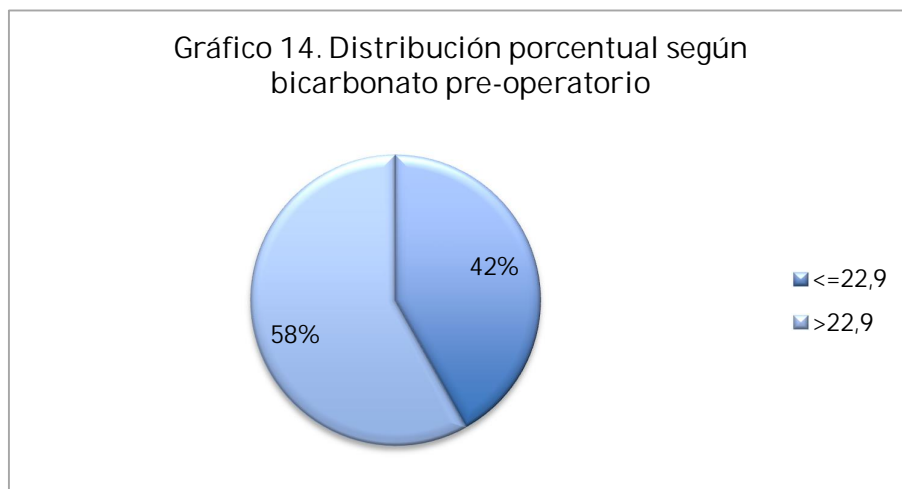
El 43% de los pacientes, tuvieron una presión arterial media (PAM2) mayor a 70 mmHg.



El 77,9% de los pacientes, presentaron un exceso de bases pre operatorio menor a (.)3.



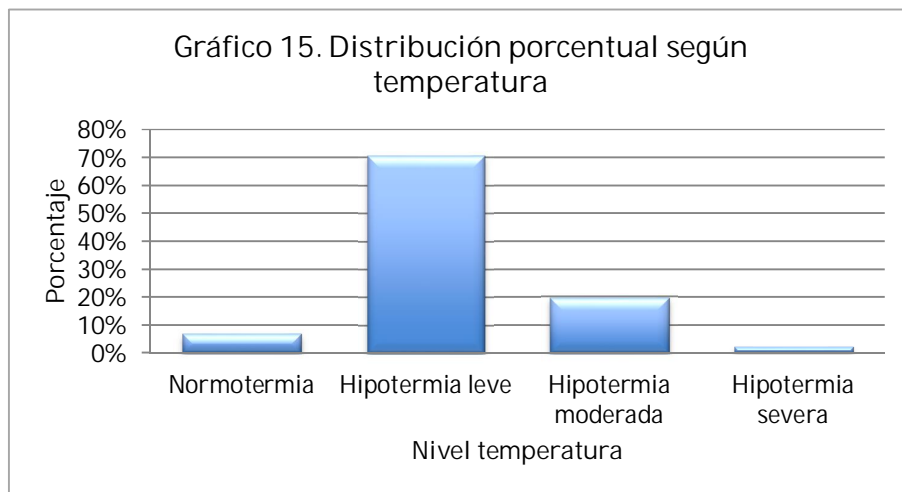
El nivel de bicarbonato pre-operatorio en los pacientes fue mayor de 22,9 en el 58.1% de los casos.



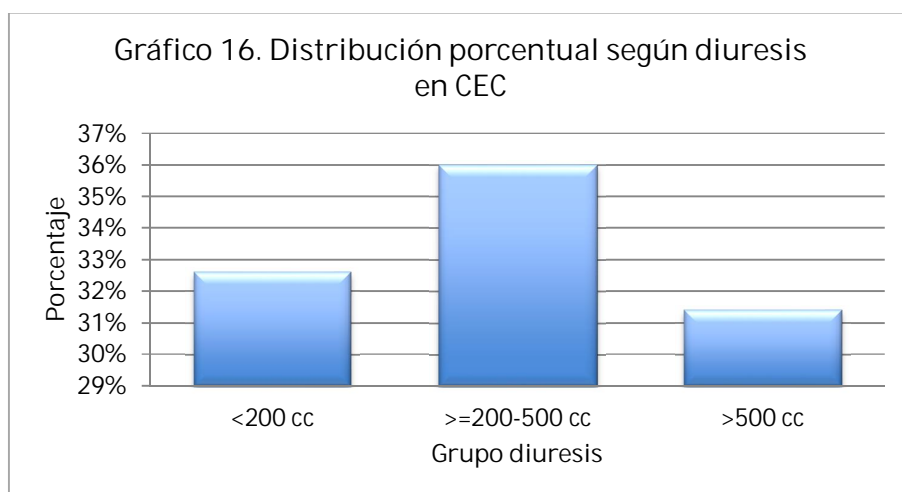
El 70,9% de los pacientes se manejaron con hipotermia leve (<35-32 °C).

Tabla 2. Distribución porcentual según temperatura.

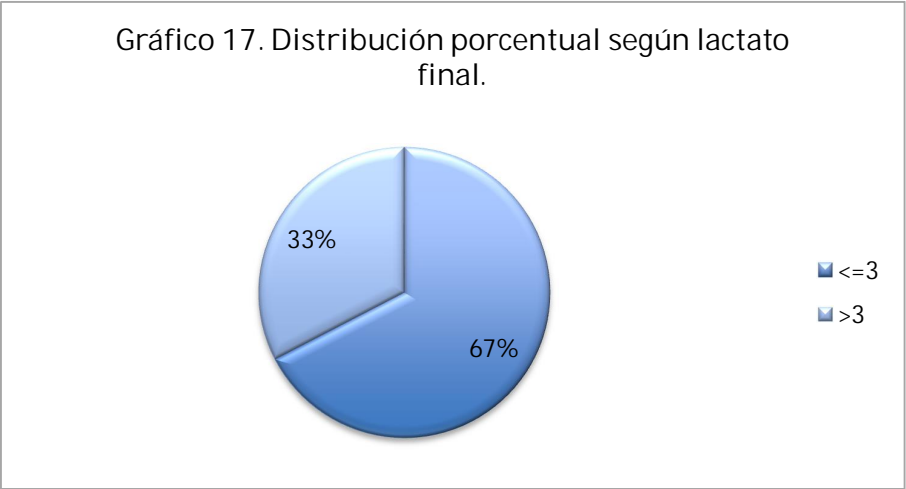
Temperatura	Frecuencia	Porcentaje
Normotermia	6	7,0%
Hipotermia leve	61	70,9%
Hipotermia moderada	17	19,8%
Hipotermia severa	2	2,3%
Total	86	100%



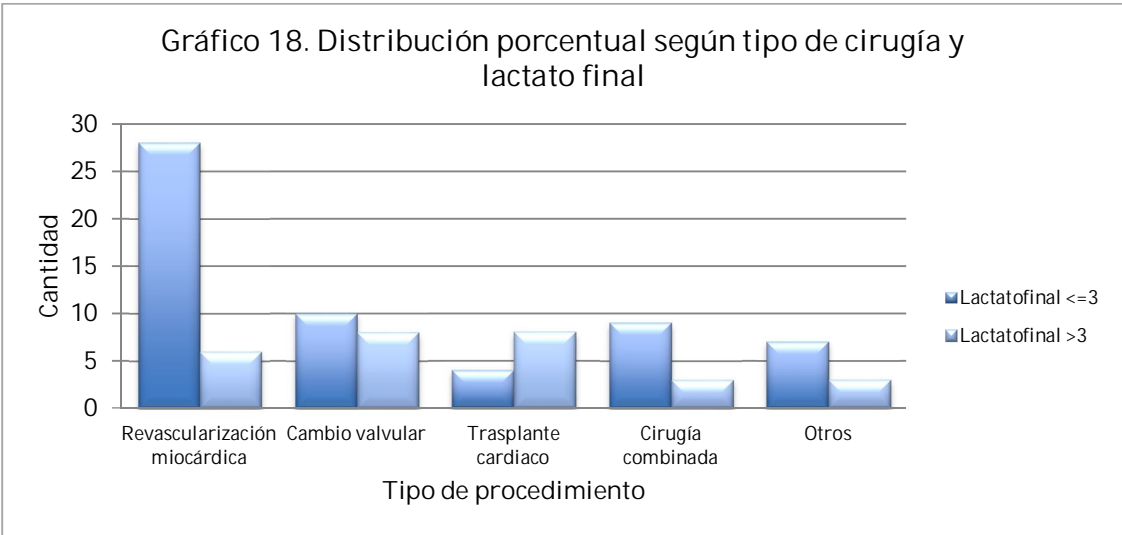
El volumen de diuresis en el 36% de los pacientes se mantuvo entre 200 y 500 cc.



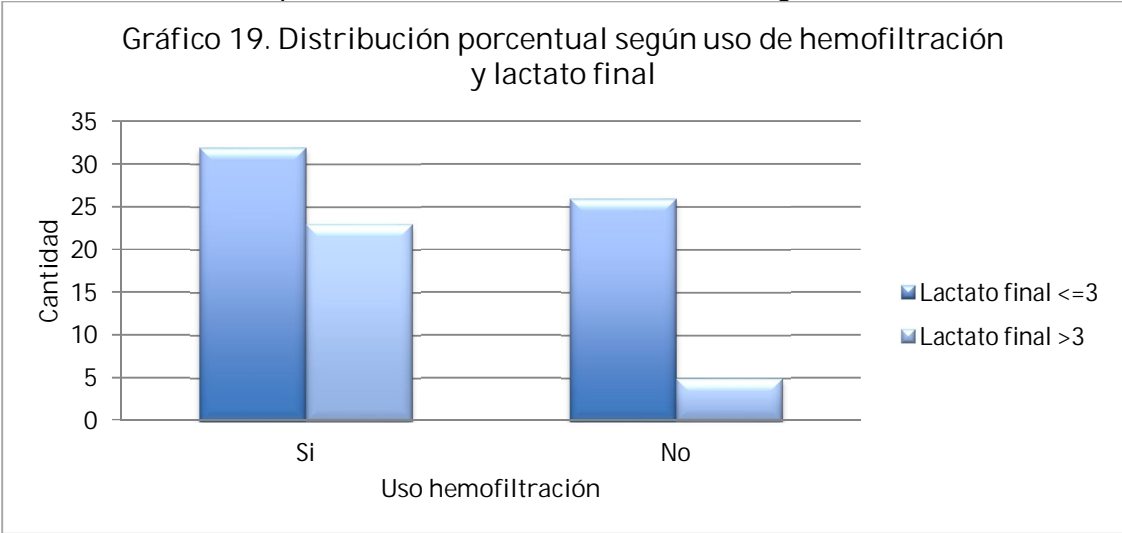
El 67,4% de los pacientes, presentaron un nivel de lactato final menor o igual de 3 mmol/L.



El 82,4% de los pacientes que fueron sometidos a revascularización miocárdica presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L.



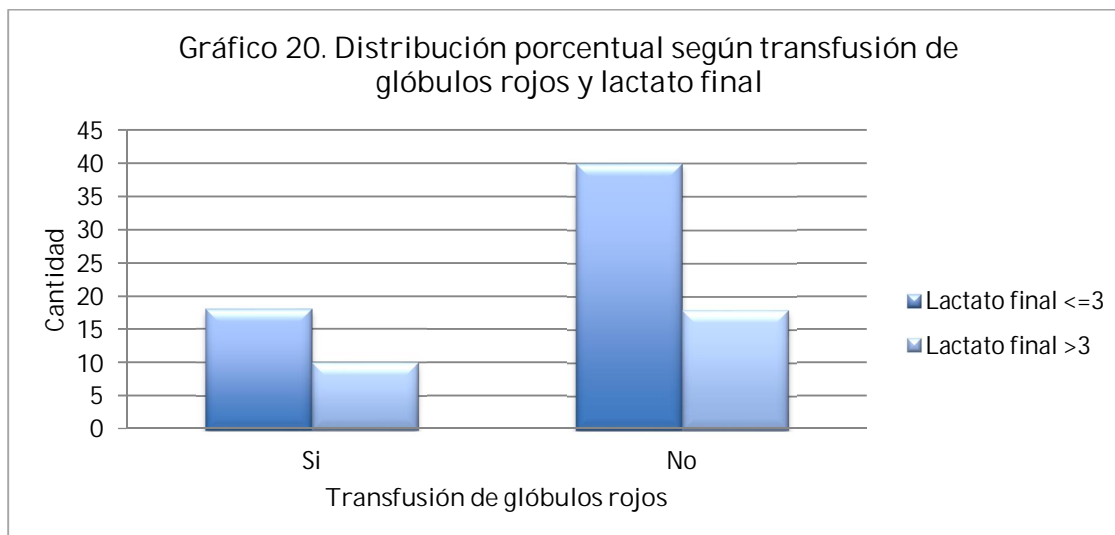
En el 83,9% de los casos donde no se hizo hemofiltración que no hicieron uso de la hemofiltración, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L.



El 69% de los pacientes que no fueron transfundidos, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L.

Tabla 3. Distribución porcentual según transfusión de glóbulos rojos y lactato final.

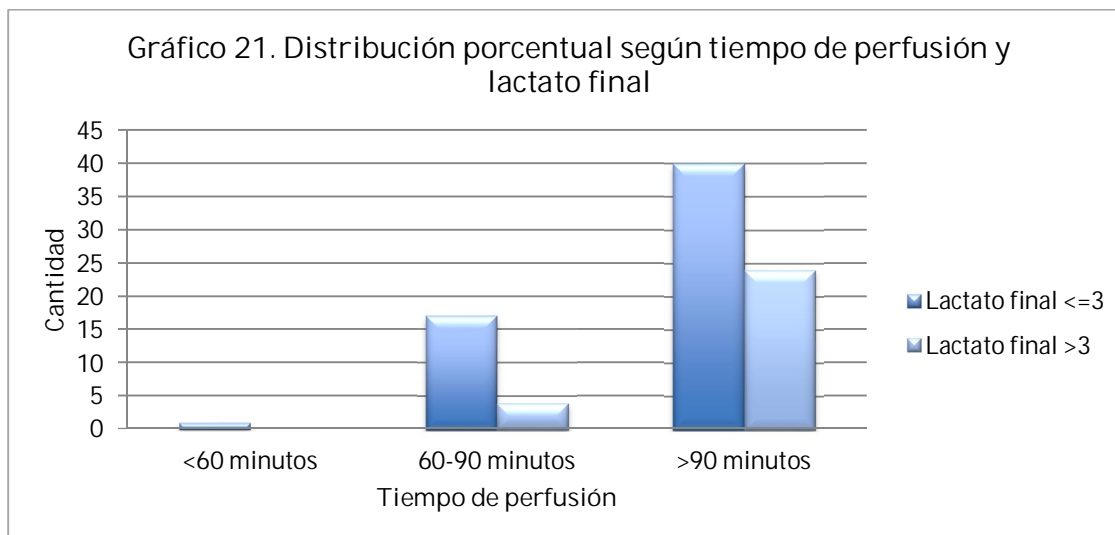
		Lactato final		Total
		≤3	>3	
Si	Recuento	18	10	28
	% dentro de Transfusión GRE	64,3%	35,7%	100%
	% dentro de Lactato final	31,0%	35,7%	32,6%
No	Recuento	40	18	58
	% dentro de Transfusión GRE	69,0%	31,0%	100%
	% dentro de Lactato final	69,0%	64,3%	67,4%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de Transfusión GRE	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



El 81% de los pacientes con un tiempo de perfusión entre 60-90 minutos, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L. Tabla 4.

Tabla 4. Distribución porcentual según tiempo de perfusión y lactato final.

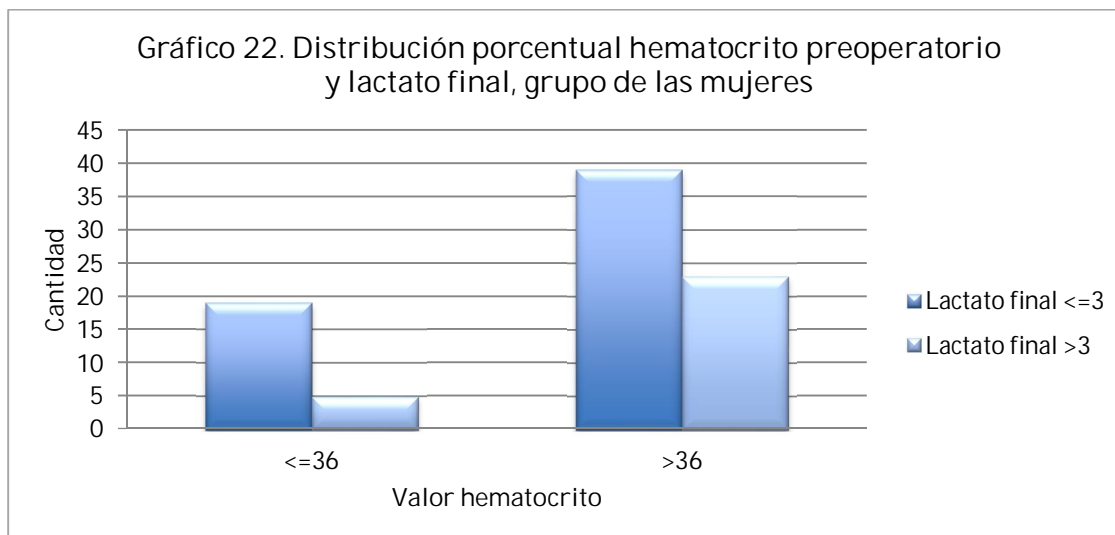
		Lactato final		Total
		<=3	>3	
<60 minutos	Recuento	1	0	1
	% dentro de Tiempo perfusión	100%	,0%	100%
	% dentro de Lactato final	1,7%	,0%	1,2%
60-90 minutos	Recuento	17	4	21
	% dentro de Tiempo perfusión	81,0%	19,0%	100%
	% dentro de Lactato final	29,3%	14,3%	24,4%
>90 minutos	Recuento	40	24	64
	% dentro de Tiempo perfusión	62,5%	37,5%	100%
	% dentro de Lactato final	69,0%	85,7%	74,4%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de Tiempo perfusión	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



El 79,2% de las mujeres que presentaron un valor de hematocrito pre-bypass menor o igual a 36, tuvieron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L. Tabla 5.

Tabla 5. Distribución porcentual hematocrito preoperatorio y lactato final, para el grupo de las mujeres.

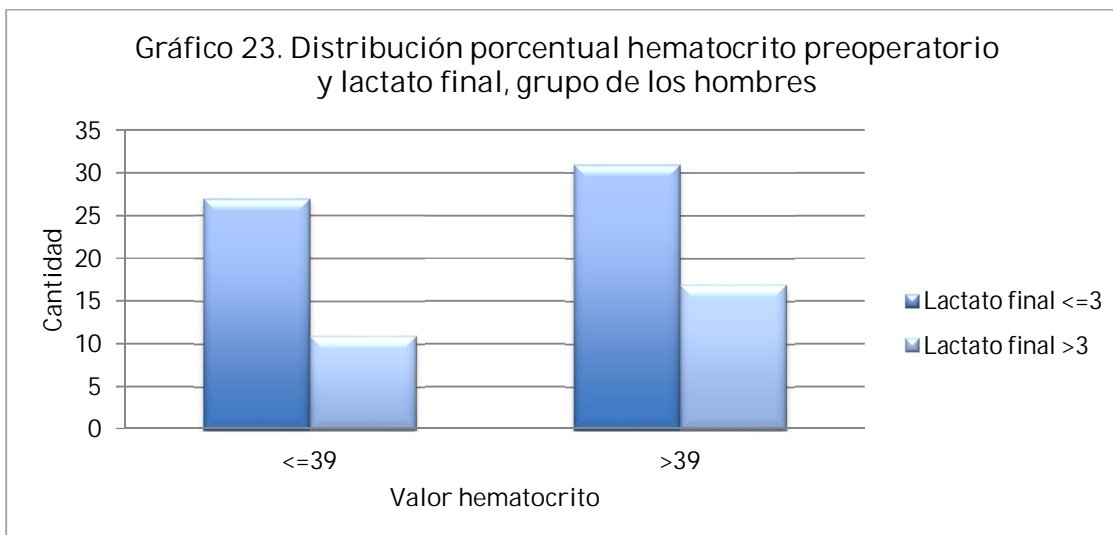
		Lactato final		Total
		<=3	>3	
<=36	Recuento	19	5	24
	% dentro de hematocrito preoperatorio Femenino	79,2%	20,8%	100%
	% dentro de Lactato final	32,8%	17,9%	27,9%
>36	Recuento	39	23	62
	% dentro de hematocrito preoperatorio Femenino	62,9%	37,1%	100%
	% dentro de Lactato final	67,2%	82,1%	72,1%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de hematocrito preoperatorio Femenino	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



El 71,1% de los hombres que presentaron un valor de hematocrito menor o igual a 39, tuvieron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L. Tabla 6.

Tabla 6. Distribución porcentual hematocrito preoperatorio y lactato final, para el grupo de los hombres.

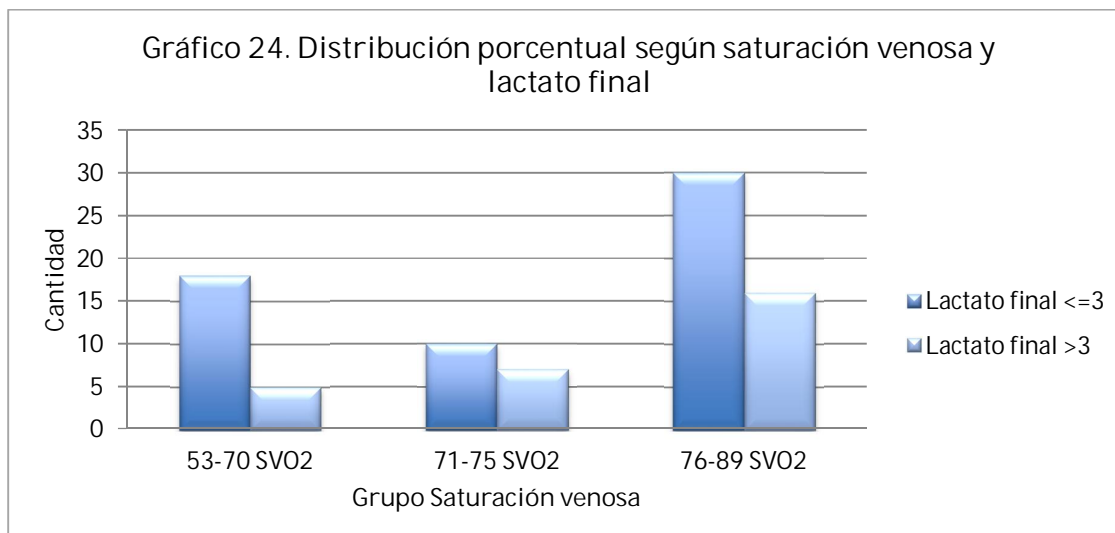
		Lactato final		Total
		<=3	>3	
<=39	Recuento	27	11	38
	% dentro de hematocrito preoperatorio Masculino	71,1%	28,9%	100%
	% dentro de Lactato final	46,6%	39,3%	44,2%
>39	Recuento	31	17	48
	% dentro de hematocrito preoperatorio Masculino	64,6%	35,4%	100%
	% dentro de Lactato final	53,4%	60,7%	55,8%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de hematocrito preoperatorio Masculino	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



El 78,3% de los pacientes que se mantuvieron con una SVO₂ entre 53 a 70, presentaron un lactato final menor o igual a 3, en cambio el 21,7% que tenían una SVO₂ menor a 70 presentaron hiper-lactatemia. Tabla 7

Tabla 7. Distribución porcentual según saturación venosa y lactato final.

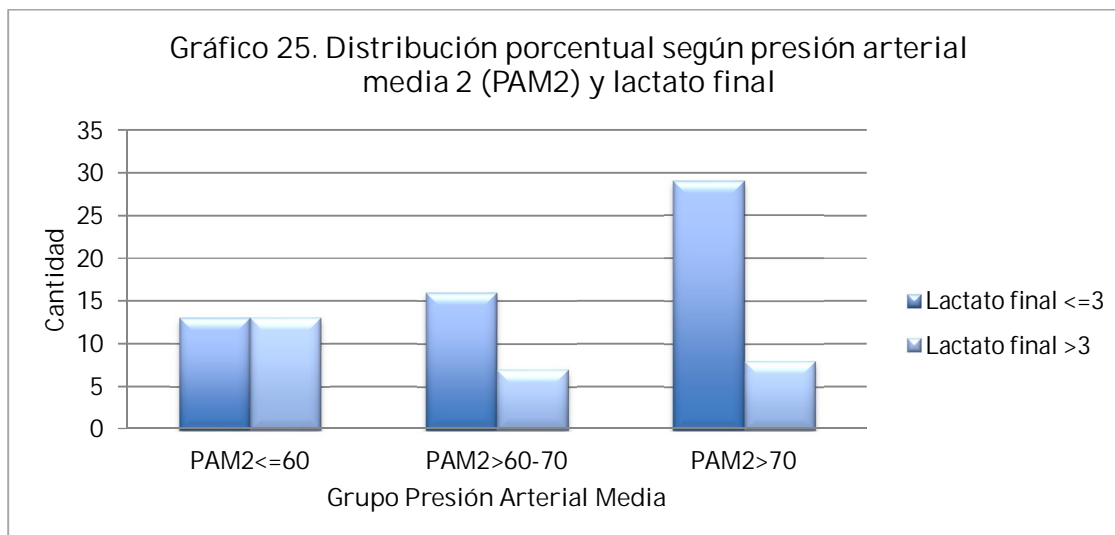
		Lactato final		Total
		<=3	>3	
53-70 SVO2	Recuento	18	5	23
	% dentro de saturación venosa	78,3%	21,7%	100%
	% dentro de Lactato final	31,0%	17,9%	26,7%
71-75 SVO2	Recuento	10	7	17
	% dentro de saturación venosa	58,8%	41,2%	100%
	% dentro de Lactato final	17,2%	25,0%	19,8%
76-89 SVO2	Recuento	30	16	46
	% dentro de saturación venosa	65,2%	34,8%	100%
	% dentro de Lactato final	51,7%	57,1%	53,5%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de saturación venosa	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



El 78,4% de los pacientes que tuvieron una presión arterial media (PAM2) mayor a 70 mmHg, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L. Tabla 8.

Tabla 8. Distribución porcentual según presión arterial media 2 (PAM2) y lactato final.

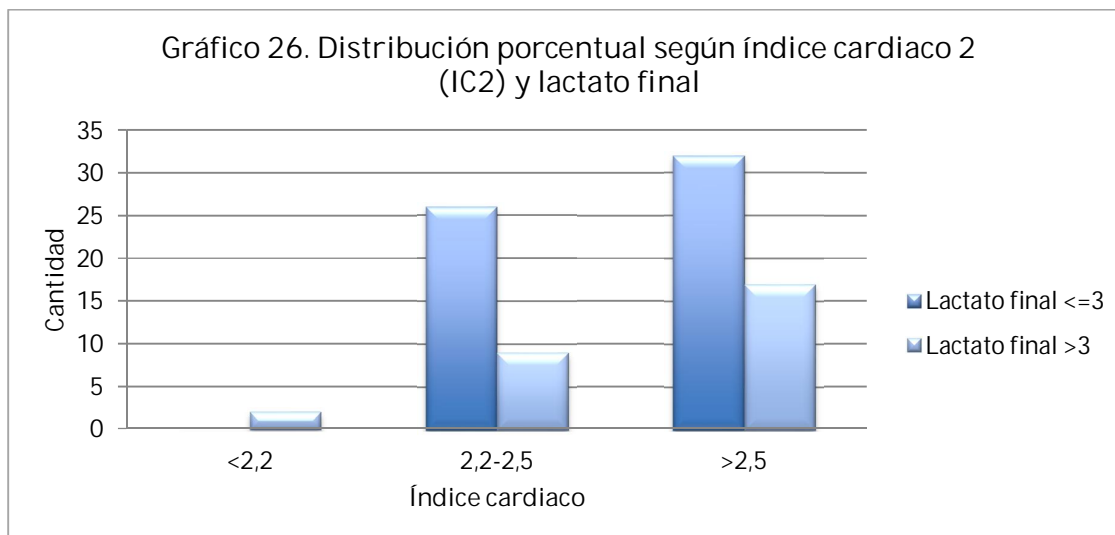
		Lactato final		Total
		<=3	>3	
PAM2<=60	Recuento	13	13	26
	% dentro de presión arterial	50,0%	50,0%	100%
	% dentro de Lactato final	22,4%	46,4%	30,2%
PAM2>60-70	Recuento	16	7	23
	% dentro de presión arterial	69,6%	30,4%	100%
	% dentro de Lactato final	27,6%	25,0%	26,7%
PAM2>70	Recuento	29	8	37
	% dentro de presión arterial	78,4%	21,6%	100%
	% dentro de Lactato final	50,0%	28,6%	43,0%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de presión arterial	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



El 74,3% de los pacientes que tuvieron un índice cardiaco entre 2,2-2,5, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L. Tabla 9.

Tabla 9. Distribución porcentual según índice cardiaco 2 (IC2) y lactato final.

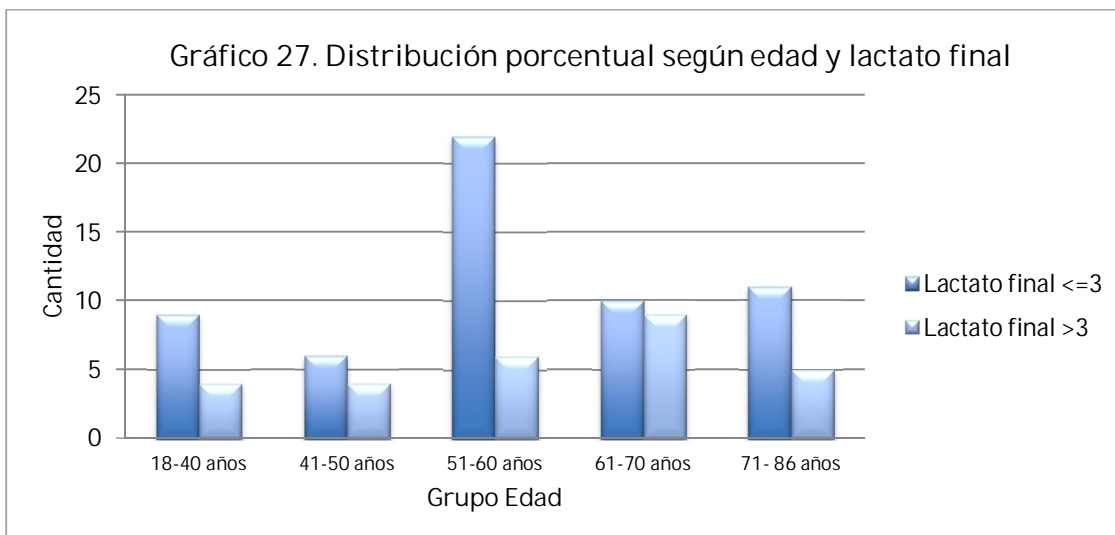
		Lactato final		Total
		<=3	>3	
<2,2	Recuento	0	2	2
	% dentro de Índice cardiaco	,0%	100%	100%
	% dentro de Lactato final	,0%	7,1%	2,3%
2,2-2,5	Recuento	26	9	35
	% dentro de Índice cardiaco	74,3%	25,7%	100%
	% dentro de Lactato final	44,8%	32,1%	40,7%
>2,5	Recuento	32	17	49
	% dentro de Índice cardiaco	65,3%	34,7%	100%
	% dentro de Lactato final	55,2%	60,7%	57,0%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de Índice cardiaco	67,4%	32,6%	100%
	% dentro de Lactato final	100%	100%	100%



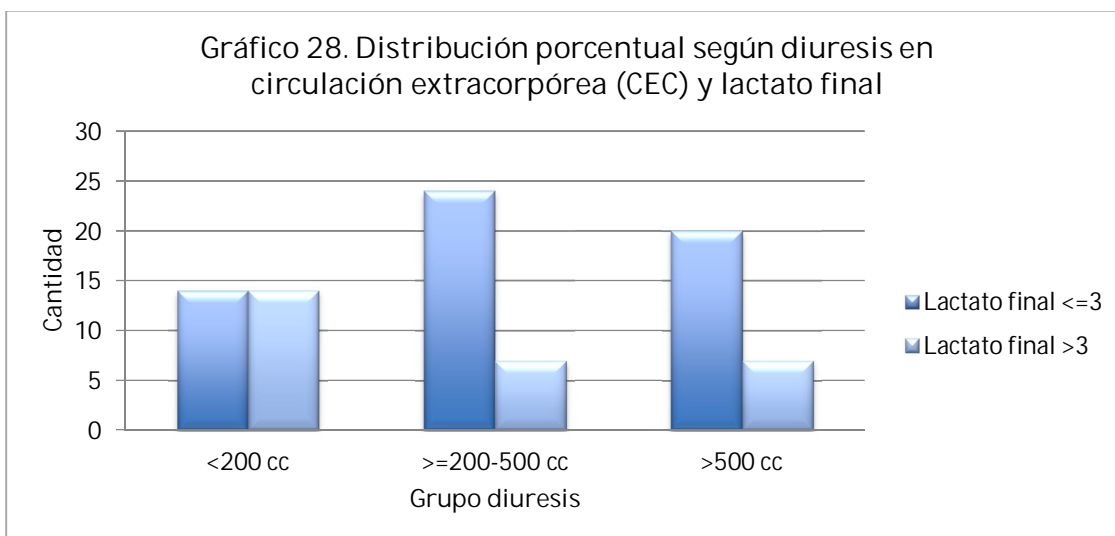
El intervalo de edad entre 51 a 60 años, que corresponde al 78,6% de los pacientes, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L. Tabla 10.

Tabla 10. Distribución porcentual según edad y lactato final.

		Lactato final		Total
		≤3	>3	
18-40 años	Recuento	9	4	13
	% dentro de Edad	69,2%	30,8%	100,0%
	% dentro de Lactato final	15,5%	14,3%	15,1%
41-50 años	Recuento	6	4	10
	% dentro de Edad	60,0%	40,0%	100,0%
	% dentro de Lactato final	10,3%	14,3%	11,6%
51-60 años	Recuento	22	6	28
	% dentro de Edad	78,6%	21,4%	100,0%
	% dentro de Lactato final	37,9%	21,4%	32,6%
61-70 años	Recuento	10	9	19
	% dentro de Edad	52,6%	47,4%	100,0%
	% dentro de Lactato final	17,2%	32,1%	22,1%
71- 86 años	Recuento	11	5	16
	% dentro de Edad	68,8%	31,3%	100,0%
	% dentro de Lactato final	19,0%	17,9%	18,6%
Total	Recuento	58	28	86
	% dentro de Edad	67,4%	32,6%	100,0%
	% dentro de Lactato final	100,0%	100,0%	100,0%



El 77,4% de los pacientes que mantuvieron una diuresis en circulación extracorpórea entre 201 a 500 cc, presentaron un lactato final menor o igual a 3 mmol/L.



DISCUSIÓN

La utilización de la CEC en la gran mayoría de los procedimientos quirúrgicos cardiovasculares, genera una respuesta en diferentes sistemas del organismo del individuo intervenido, la cual puede ser más pronunciada en unos que en otros(14).

Uno de los elementos con los que el perfusionista evalúa las intervenciones es el lactato, indicador indudable del desbalance entre el aporte de oxígeno (DO_2) y el consumo de oxígeno (VO_2) traducido o no en hiperlactatemia (HL). La mayoría de pacientes expuestos a CEC en este estudio demostraron niveles de lactato normales, el umbral para hiperlactatemia establecido fue de 3 mmol/L que consiste en el rango normal superior para el lactato en sangre durante CEC (15).

En diferentes publicaciones se ha documentado que los niveles de lactato son directamente proporcionales a varios factores, entre ellos el tiempo de pinzamiento aórtico, al tiempo de perfusión y a la complejidad del procedimiento (15)(7).

Como menciona S. Svenmarker los predictores de hiperlactatemia durante la CEC son las cirugías de emergencia, las cirugías complejas, el uso de inotrópicos y drogas vasoactivas entre otros; estos factores de riesgos no son ajenos a nuestra población y es por esto que se necesita profundizar más para aclarar cuál es su impacto (7).

En cuanto al tipo de cirugía, un factor de riesgo que puede contribuir a la hiperlactatemia combinada (procedimientos complejos), ya que los pacientes con mayores niveles de lactato en sangre en el posoperatorio inmediato fueron aquellos pacientes sometidos a cambios valvulares, así como el trasplante cardíaco; esto quizás pueda deberse a las diferentes comorbilidades que pueden acompañar a estos pacientes, las cuales se salen del objetivo de esta investigación pero que pueden ser incluidas para futuras investigaciones(9).

Una de las principales conclusiones de nuestro estudio es que la HL durante CEC más probablemente ocurre en procedimientos que requieren tiempos de perfusión prolongados mayores a 90, como lo afirma M. Ranucci et al. en su estudio donde los principales hallazgos fueron que la HL durante CEC tenía una mayor probabilidad de presentarse en los procedimientos que requirieron un tiempo de CEC prolongado, el cual parece estar asociado de forma independiente con una baja DO_2 , la cual fue casi siempre asociada con la hiperglicemia, factor de riesgo que no fue incluido en nuestra población y a la que se le atribuye un resultado postoperatorio peor en términos de morbilidad (15).

Teóricamente se ha tratado de sustentar la utilización de algunos elementos durante CEC como lo es la ultrafiltración (UF), argumentando la capacidad que tiene este procedimiento como un posible atenuante de la respuesta inflamatoria manifestada durante y después del acto quirúrgico.

Como esta descrito en diferentes estudios, ésta por sí sola no aclara el lactato, para que esto suceda es necesario hacer uso de otras técnicas como el balance cero (Z-BUF), donde se ha visto su utilidad en el aclaramiento del lactato(25)(26).

En lo que se refiere a la hemofiltración convencional (CUF), su aplicación no garantiza que el lactato no aumente en sangre ya que en aquellos pacientes en los cuales se les aplicó esta técnica, presentaron un aumento en el lactato comparados con los que no se les hizo CUF.

Un factor de riesgo que mostró nuestro estudio aunque no estadísticamente significativo y mencionado en varios reportes, es que la transfusión de glóbulos rojos durante CEC contribuye al aumento del lactato en el posoperatorio de cirugía cardiovascular(7).

Los pacientes que fueron transfundidos durante CEC presentaron HL frente a aquellos que no recibieron glóbulos rojos. Se ha reportado que a mayor número de unidades de GRE transfundidas puede aumentar los niveles de lactato en sangre(27), debido en parte al tiempo de preservación de estos en el banco de sangre, por eso muchos centros han optado por usar sangre de menos de 14 días de procesada.

Para nuestro estudio los valores de hematocrito por debajo de 36% en mujeres no fue un factor de riesgo estadísticamente significativo para presentar HL, esto pudo ser debido a que los valores tan bajos de hematocrito como 25% en condiciones de hipotermia pueden ser bien tolerados en CEC (28). En los hombres el hematocrito preoperatorio fue estadísticamente poco significativo como en las mujeres.

Cada vez que la entrega de oxígeno (DO_2) disminuye, los mecanismos compensatorios se activan para mantener el consumo de oxígeno (VO_2) a través de una extracción de oxígeno superior. En consecuencia, la saturación de oxígeno en sangre venosa mixta (SVO_2) disminuye.

La medición en línea de la SVO_2 es posible durante la CEC, pero los resultados obtenidos en este estudio no son estadísticamente significativos, por lo tanto, no podemos asociar la SVO_2 y lactato en sangre. Sin embargo en un estudio anterior, se pudo demostrar que en condiciones de CEC la correlación entre las dos variables era muy pobre (29).

Un importante hallazgo en nuestro estudio es que las personas que fueron manejadas en CEC con presión arterial media (PAM) mayor o igual a 70 mmHg presentaron un lactato final menor o igual 3mmol/L, aquellos pacientes que fueron manejados con PAM < 60 mmHg presentaron HL en la mitad de los casos; A pesar de que no se ha establecido una PAM óptima para asegurar una adecuada perfusión tisular en CEC, hay investigadores que defienden que una PAM >70 asegura una mejor perfusión en pacientes de alto riesgo (HTA, DM y ancianos) así como un mejor flujo sanguíneo colateral a los tejidos en riesgo de isquemia(28).

En lo que respecta al índice cardíaco (IC), los valores obtenidos no fueron estadísticamente significativos, resultado que difiere de estudios antes

realizados donde un bajo IC ($<2.2 \text{ L/min/m}^2$) compromete la DO_2 y por lo tanto promueve un metabolismo anaerobio, lo que daría lugar a una posible interpretación de un DO_2 reducido debido a un flujo insuficiente de la bomba, creando un comportamiento similar a un shock cardiogénico, acompañado de otras respuestas involucradas en el mismo fenómeno además de la hiperlactatemia, la liberación de catecolaminas, resistencia a la insulina, hiperglicemia con la captación hepática posterior y reconversión de la glucosa por el ciclo de Cori, lo que contribuye aún más al aumento de este (29).

En cuanto al peso y la edad, los datos obtenidos en nuestra población estudio no fueron estadísticamente significativos, sin embargo la HL encontrada en estos pacientes, quizás sea debida a los mayores requerimientos metabólicos de esta población.

Otro importante resultado que muestra el estudio es que los pacientes que conservan su diuresis entre 200-500cc durante CEC presentaron en el posoperatorio valores en el lactato sérico menor a 3 mmol/L, hecho que puede estar condicionado por el mayor aclaramiento del lactato por vía renal durante la perfusión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kompanje EJO, Jansen TC, Hoven B, Bakker J. The first demonstration of lactic acid in human blood in shock by Johann Joseph Scherer (1814. 1869) in January 1843. *Intensive Care Med.* 28 de julio de 2007;33(11):1967-71.
2. Gutt RW. [Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) and the beginnings of physiological chemistry]. *Arch Hist Med (Warsz).* 1979;42(1):83-92.
3. HUCKABEE WE. Relationships of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism. I. Effects of infusion of pyruvate or glucose and of hyperventilation. *J Clin Invest.* febrero de 1958;37(2):244-54.
4. Demers P, Elkouri S, Martineau R, Couturier A, Cartier R. Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac operation. *Ann Thorac Surg.* diciembre de 2000;70(6):2082-6.
5. Vernon C, LeTourneau JL. Lactic Acidosis: Recognition, Kinetics, and Associated Prognosis. *Crit Care Clin.* abril de 2010;26(2):255-83.
6. Edmunds LH. Cardiopulmonary bypass after 50 years. *N Engl J Med.* 14 de octubre de 2004;351(16):1603-6.
7. Svenmarker S, Häggmark S, Östman M. What is a normal lactate level during cardiopulmonary bypass? *Scand Cardiovasc J.* enero de 2006;40(5):305-11.
8. Cohen RD, Woods HF. Lactic acidosis revisited. *Diabetes.* febrero de 1983;32(2):181-91.
9. O'Connor E, Fraser JF. The interpretation of perioperative lactate abnormalities in patients undergoing cardiac surgery. *Anaesth Intensive Care.* julio de 2012;40(4):598-603.
10. Noval-Padillo JA, Serra-Gomez C, Gomez-Sosa L, Hinojosa-Perez R, Huici-Moreno MJ, Adsuar A, et al. Changes of Lactate Levels During Cardiopulmonary Bypass in Patients Undergoing Cardiac Transplantation: Possible Early Marker of Morbidity and Mortality. *Transplant Proc.* julio de 2011;43(6):2249-50.
11. Molina Hazan V, Gonen Y, Vardi A, Keidan I, Mishali D, Rubinshtein M, et al. Blood Lactate Levels Differ Significantly Between Surviving and Nonsurviving Patients Within the Same Risk-Adjusted Classification for Congenital Heart Surgery (RACHS-1) Group After Pediatric Cardiac Surgery. *Pediatr Cardiol.* 22 de mayo de 2010;31(7):952-60.
12. Nichol AD, Egi M, Pettila V, Bellomo R, French C, Hart G, et al. Relative hyperlactatemia and hospital mortality in critically ill patients: a retrospective multi-centre study. *Crit Care Lond Engl.* 2010;14(1):R25.
13. Shinde SB, Golam KK, Kumar P, Patil ND. Blood lactate levels during cardiopulmonary bypass for valvular heart surgery. *Ann Card Anaesth.* enero de 2005;8(1):39-44.
14. Kaplan JA, Reich DL, Savino JS. Kaplan's cardiac anesthesia: the echo era. St. Louis, MO: Saunders Elsevier; 2011.
15. Ranucci M, De Toffol B, Isgrò G, Romitti F, Conti D, Vicentini M. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Crit Care Lond Engl.* 2006;10(6):R167.
16. Guyton AC. Textbook of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2006. 1116 p.

17. Levy B. Lactate and shock state: the metabolic view. *Curr Opin Crit Care.* agosto de 2006;12(4):315-21.
18. Kapoor P, Mandal B, Chowdhury U, Singh S, Kiran U. Changes in myocardial lactate, pyruvate and lactate-pyruvate ratio during cardiopulmonary bypass for elective adult cardiac surgery: Early indicator of morbidity. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2011;27(2):225.
19. Totaro RJ, Raper RF. Epinephrine-induced lactic acidosis following cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med.* octubre de 1997;25(10):1693-9.
20. Maillet J-M, Le Besnerais P, Cantoni M, Nataf P, Ruffenach A, Lessana A, et al. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest.* mayo de 2003;123(5):1361-6.
21. Inoue S, Kuro M, Furuya H. What factors are associated with hyperlactatemia after cardiac surgery characterized by well-maintained oxygen delivery and a normal postoperative course? A retrospective study. *Eur J Anaesthesiol.* septiembre de 2001;18(9):576-84.
22. Sillos EM, Shenep JL, Burghen GA, Pui CH, Behm FG, Sandlund JT. Lactic acidosis: a metabolic complication of hematologic malignancies: case report and review of the literature. *Cancer.* 1 de noviembre de 2001;92(9):2237-46.
23. Boeken U, Feindt P, Litmathe J, Kurt M, Gams E. Intraaortic balloon pumping in patients with right ventricular insufficiency after cardiac surgery: parameters to predict failure of IABP Support. *Thorac Cardiovasc Surg.* septiembre de 2009;57(6):324-8.
24. De Backer D. Lactic acidosis. *Intensive Care Med.* mayo de 2003;29(5):699-702.
25. Tallman RD, Dumond M, Brown D. Inflammatory mediator removal by zero-balance ultrafiltration during cardiopulmonary bypass. *Perfusion.* 1 de marzo de 2002;17(2):111-5.
26. Mick S, Hilberath J, Davidson M, FitzGerald D. Zero balance ultrafiltration for the correction of acute acidosis after a period of prolonged deep hypothermic circulatory arrest. *Perfusion.* 22 de agosto de 2011;27(1):9-11.
27. Hajjar LA, Almeida JP, Fukushima JT, Rhodes A, Vincent J-L, Osawa EA, et al. High lactate levels are predictors of major complications after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* agosto de 2013;146(2):455-60.
28. Murphy GS, Hessel EA, Groom RC. Optimal Perfusion During Cardiopulmonary Bypass: An Evidence-Based Approach: *Anesth Analg.* mayo de 2009;108(5):1394-417.
29. Ranucci M, Isgrò G, Romitti F, Mele S, Biagioli B, Giomarelli P. Anaerobic Metabolism During Cardiopulmonary Bypass: Predictive Value of Carbon Dioxide Derived Parameters. *Ann Thorac Surg.* junio de 2006;81(6):2189-95.