



Acta Médica Costarricense

ISSN: 0001-6012

ISSN: 0001-6002

Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica

Flores-Boniche, Alejandro; Solano-Arce, José; Zeledón-Sánchez, Fernando; Méndez-Jiménez, Edgar; Alvarado-Arce, Manuel; Induni-López, Eduardo; Castillo-Aldeano, Omar; Dam-Arce, Cristian; Chacón-Bolívar, Ricardo; Méndez-Zamora, Ana

Relación entre el tiempo de circulación extracorpórea y el pinzamiento aórtico con diferentes variables de evolución postquirúrgicas

Acta Médica Costarricense, vol. 62, núm. 4, 2020, -Diciembre, pp. 166-173

Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43469914002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

## Original

# Relación entre el tiempo de circulación extracorpórea y el pinzamiento aórtico con diferentes variables de evolución postquirúrgicas

(Relationship between cardiopulmonary bypass time and aortic cross clamping time with different variables of post-surgical evolution)

Alejandro Flores-Boniche,<sup>1</sup> José Solano-Arce,<sup>2</sup> Fernando Zeledón-Sánchez,<sup>1</sup> Edgar Méndez-Jiménez,<sup>1</sup> Manuel Alvarado-Arce,<sup>1</sup> Eduardo Induni-López,<sup>1</sup> Omar Castillo-Aldeano,<sup>1</sup> Cristian Dam-Arce,<sup>1</sup> Ricardo Chacón-Bolívar,<sup>1</sup> Ana Méndez-Zamora<sup>1</sup>

## Resumen

**Justificación:** la mayor cantidad de cirugías cardíacas realizadas a nivel mundial se efectúa con circulación extracorpórea y pinzamiento de la aorta, lo que conlleva una serie de alteraciones fisiopatológicas que deben ser reconocidas por el personal de salud que participa en la atención de estos pacientes.

**Objetivo:** describir el perfil y los factores de riesgo presentes en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, y analizar la existencia de una potencial relación entre el tiempo de circulación extracorpórea y el pinzamiento aórtico, con la aplicación de desfibrilaciones tras al pinzado de la aorta, la necesidad de soporte cardiovascular farmacológico, el comportamiento del nivel de lactato plasmático y la mortalidad.

**Métodos:** se desarrolló un estudio observacional y descriptivo con una muestra de 104 pacientes electivos, sometidos a intervención quirúrgica y circulación extracorpórea, en el Hospital México, desde octubre de 2016 a noviembre de 2017. Se caracterizó la población en estudio, se analizaron los factores de riesgo incluido el EuroSCORE I y II, el tiempo de circulación extracorpórea, el tiempo de pinzamiento aórtico, las desfibrilaciones posteriores al pinzamiento aórtico, e lactato inmediatamente postcirculación extracorpórea, y a las 2, 6, 24 h postquirúrgicas, el uso de soporte cardiovascular farmacológico en infusión continua posterior a la circulación extracorpórea y mortalidad a los 30 días.

**Resultados:** la edad media fue 56,4 años, predominó el sexo masculino (69 %) y la hipertensión arterial fue el factor de riesgo más frecuente (76,07 %). Se registró un tiempo de pinzado aórtico menor a 100 min en 61 pacientes (58,65 %) y superior a ese tiempo en 43 pacientes (41,35 %). El EuroSCORE I promedio fue del 4,21 % (DE: 4,80), mientras que el EuroSCORE II fue del 2,37 % (DE: 2,41). El tiempo promedio de circulación extracorpórea fue de 129 minutos (DE: 36,88) y el de pinzado aórtico, de 94 minutos (DE: 32,04). Hubo un pico de lactato a las 6 horas postquirúrgicas (5,13 mmol/L, DE: 2,89); un 8,65 % de los pacientes fueron desfibrilados después del retiro de la pinza en la aorta; se utilizó soporte cardiovascular en el 16,35 % y la mortalidad quirúrgica fue del 1,92 %.

**Conclusiones:** en el estudio, el tiempo de circulación extracorpórea y el pinzado aórtico junto con el uso de inotrópicos, vasoconstrictores, hiperlactatemia y mortalidad quirúrgica, no alcanzó una relación significativa.

**Descriptores:** hiperlactatemia, vasoconstrictores, circulación extracorpórea, cardioversión eléctrica, paro cardíaco inducido, Costa Rica.

### Afilación de los autores:

<sup>1</sup>Servicio Cirugía Tórax y Cardiovascular, Hospital México.

<sup>2</sup>Servicio Cirugía Cardiovascular, Hospital Nacional de Niños.

**Trabajo realizado en:** Servicio Cirugía Tórax y Cardiovascular, Hospital México, Caja Costarricense de Seguro Social.

**Abreviaturas:** CEC, circulación extracorpórea; TPA, tiempo de pinzamiento aórtico; UCI, unidad de cuidados intensivos.

✉ fzszelodon@gmail.com

## Abstract

**Justification:** Currently, the largest number of cardiac surgeries performed worldwide are performed with cardiopulmonary bypass and aortic cross clamp, which leads to a series of pathophysiological alterations that are important for health personnel involved in the care of these patients.

**Objective:** To describe the profile and risk factors present in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass and the existence of a potential relationship between the cardiopulmonary bypass time and aortic cross clamping time, with the use of post clamp defibrillations, pharmacological cardiovascular support, plasma lactate behavior and mortality.

**Methods:** An observational and descriptive study was carried out with a sample of 104 elective patients, undergoing surgical intervention and cardiopulmonary bypass at Hospital México, from October 2016 to November 2017. The study population was characterized, risk factors were analyzed including EuroSCORE I and II, CPB time, aortic cross clamping time, post-aortic clamping defibrillation, lactate immediately after extracorporeal circulation and at 2, 6, 24 hours postoperatively, use of pharmacological cardiovascular support in continuous infusion after extracorporeal circulation and mortality at 30 days.

**Results:** the mean age was 56.4 years, the male sex predominated (69%) and arterial hypertension was the most frequent risk factor (76.07%). Aortic cross clamp time of less than 100 min was recorded in 61 patients (58.65%) and greater than that time in 43 patients (41.35%). The average EuroSCORE I was 4.21% (SD: 4.80), while the EuroSCORE II was 2.37% (SD: 2.41). The average cardiopulmonary bypass time was 129 minutes (SD: 36.88) and aortic cross clamp time was 94 minutes (SD: 32.04). There was a lactate peak at 6 postoperative hours (5.13 mmol/L, SD: 2.89); 8.65% of patients were defibrillated after removal the clamp in the aorta; pharmacological cardiovascular support was used in 16.35% and surgical mortality was 1.92%.

**Conclusions:** In this study, cardiopulmonary bypass time and aortic cross clamp time together with the use of inotropics, vasoconstrictors, hyperlactatemia and surgical mortality did not reach a significant relationship.

**Keywords:** hyperlactatemia, inotropes, vasoconstrictors agents, cardiopulmonary bypass, cardiac electroversion, Costa Rica.

**Fecha recibido:** 20 de noviembre 2019

**Fecha aprobado:** 24 de setiembre 2020

En Costa Rica, la cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC) tuvo sus inicios en 1963; se realizó la primera intervención el 1 de mayo, en el hospital San Juan de Dios, a una joven de 17 años, con estenosis de la válvula pulmonar.<sup>1</sup> Hoy, la CEC se utiliza de rutina en la cirugía cardiovascular, con el propósito de mantener la perfusión y la oxigenación tisular. Durante la CEC, se pinza o clamaea la raíz de la arteria aorta y se administra una solución cardiopléjica, para producir una despolarización sostenida del miocardio; este procedimiento se denomina pinzado de la aorta, genera una isquemia miocárdica inducida y constituye uno de los factores más importantes que determina el pronóstico del paciente;<sup>2,3</sup> y algunos estudios sugieren que debe considerarse un predictor independiente del número de eventos adversos.<sup>4,6</sup>

En un estudio realizado por Ruggieri y colaboradores, que reclutó 2957 pacientes sometidos a revascularización coronaria, se encontró una relación directa entre el tiempo del pinzado aórtico y la mortalidad a 30 días, al igual que se reconoció para el factor edad, el sexo femenino, la enfermedad

pulmonar, la pobre movilidad, la cirugía de emergencia y el estado preoperatorio crítico. La mortalidad a 30 días fue significativamente mayor con los tiempos de pinzado aórtico mayores a 75 minutos, así como con el uso prolongado de inotrópicos, del balón de contrapulsación intraaórtico y de la oxigenación por membrana extracorpórea, así como del tiempo con fibrilación auricular y la estadía prolongada en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI); también la ocurrencia de la lesión renal aguda, del síndrome de bajo gasto cardiaco, la necesidad de la ventilación mecánica prolongada y un mayor requerimiento de transfusiones;<sup>3,5</sup> todo lo anterior, tanto en grupos de alto como de bajo riesgo. Por lo tanto, a la duración de este procedimiento quirúrgico a nivel de aorta, se le reconoce como un predictor independiente de mortalidad y eventos adversos.<sup>7</sup> Una vez que se retira la pinza de la aorta, el miocardio puede retomar su actividad cardiaca normal o fibrilar. No obstante, la cantidad de desfibrilaciones precisas para que el corazón retome un ritmo sinusal, se ha asociado con daño celular miocárdico y, por el contrario, múltiples estudios sugieren una buena protección miocárdica al correlacionar la

ausencia de necesidad de la cardioversión después de que se retira el pinzado de la aorta.<sup>8-11</sup>

Entre otros factores, se ha planteado que una protección orgánica insuficiente puede desembocar en un síndrome de bajo gasto cardíaco o en un síndrome vasoplájico;<sup>12,13</sup> lo cual, en muchas circunstancias, conlleva la necesidad de un soporte cardiovascular farmacológico (agentes inotrópicos positivos y vasoconstrictores) para mejorar la función ventricular posterior a la CEC. A pesar de que el soporte cardiovascular puede mejorar la hemodinámica del paciente, recientemente ha sido asociado con un incremento de la morbilidad quirúrgica al aumentar el consumo miocárdico de oxígeno, con isquemia miocárdica resultante, redistribución del flujo sistémico y potencial daño orgánico.<sup>14-16</sup> Por lo tanto, cuando un paciente sometido a cirugía cardiaca presenta hipoperfusión tisular, cursa con un incremento del lactato plasmático y este, a su vez, se ha asociado con un aumento en la morbimortalidad temprana y tardía.<sup>17-20</sup>

Con el presente estudio se pretende describir el perfil y los factores de riesgo presentes en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca con CEC, y analizar la existencia de una potencial relación entre el tiempo de CEC y el tiempo de pinzamiento aórtico (TPA), con la aplicación de desfibrilaciones posterior al pinzado de la aorta, la necesidad de soporte cardiovascular farmacológico, el comportamiento del nivel de lactato plasmático y la mortalidad, a partir de datos reales basados en los hallazgos de la población atendida en un hospital terciario y, de esta manera, contribuir a optimizar el manejo perioperatorio de pacientes con patología cardiaca quirúrgica.

## Métodos

Se realizó un estudio observacional y descriptivo, cuyo protocolo de investigación fue aprobado por el Comité Ético Científico del Hospital México (CEC-HM-0004-2019) y se ajustó a la normativa vigente a la fecha para la aprobación de estudios observacionales en los centros asistenciales de la Caja Costarricense de Seguro Social. De previo a la participación en el estudio, todos los pacientes emitieron su consentimiento informado. El estudio fue diseñado por los tres primeros autores; todos los demás autores participaron en la ejecución, redacción y revisión del artículo.

### Población en estudio

Se incluyó una muestra de 104 pacientes, que cumplía con los criterios de inclusión (mayor a 18 años, cirugía electiva cardiaca con CEC y cardioplejia, con registro de gases arteriales en el postoperatorio inmediato y a las 2, 6 y 24 h postoperatorias), seleccionados a partir de todos los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con CEC en el Hospital México, durante el periodo comprendido entre octubre de 2016 y diciembre de 2017. Del total de pacientes quirúrgicos, se excluyó a 29 sujetos por cumplir con los criterios de exclusión (cirugías de emergencia o datos incompletos). Se registraron diversas variables de la población de estudio: edad, índice de masa corporal (ICM), función renal para calcular el

aclaramiento de creatinina indirecto mediante la fórmula de Cockcroft – Gault, así como la presencia de comorbilidades y la duración del pinzamiento aórtico durante el acto quirúrgico; luego, la presencia de soporte cardiovascular, la aplicación de desfibrilación y los niveles de lactato. Para los análisis, se dividió la muestra en dos grupos, según el reporte del TPA aórtico (mayor o menor a 100 minutos); la definición de este parámetro se basó en un promedio de los tiempos de pinzado aórtico reportado en los estudios previos.<sup>3,4,5,21</sup>

También, se registró para cada paciente su categoría, según el EuroSCORE (del inglés, European System for Cardiac Operative Risk Evaluation); este indica que los pacientes presentan bajo riesgo con un valor menor a 2, un riesgo intermedio de 2 a 5 y riesgo alto con valor mayor a 5.<sup>22</sup>

### Anestesia y circulación extracorpórea

Todos los pacientes incluidos en el estudio recibieron una técnica anestésica estandarizada con el protocolo utilizado en el Hospital México: anestesia balanceada con midazolam (0,05-0,1mg/kg), fentanilo (2-10ug/kg), relajantes neuromusculares no despolarizantes (atracurio o pancuronio) y sevoflurano como mantenimiento de profundidad anestésica; se utilizaron dosis repetidas de midazolam, fentanilo y relajante neuromuscular, según requerimientos del paciente.

El circuito utilizado para la CEC fue cebado con una mezcla de solución electrolítica balanceada y heparina, para un volumen total de cebado de aproximadamente 1000 mL. Se utilizaron técnicas de perfusión estándar, con flujos aproximados de 2,0 - 2,4 L/min/m<sup>2</sup> de superficie corporal, con el paciente normotérmico o en hipotermia leve y uso intermitente de cardioplejia anterógrada y retrógrada, mediante la solución de St. Thomas 2 modificada.<sup>8,11</sup>

Postoperatoriamente, todos los pacientes fueron trasladados a la UCI donde fueron ventilados de manera electiva, con monitoreo hemodinámico continuo y análisis de gases arteriales en intervalos regulares, según protocolo. Ningún paciente utilizó catéter de Swan – Ganz.

### Análisis estadístico

Se procedió con un análisis descriptivo de las variables cualitativas, tales como clasificación conforme el índice de masa corporal, las categorías del riesgo según EuroSCORE, la presencia de soporte cardiovascular, la aplicación de desfibrilación y los niveles de lactato; se organizó los resultados mediante la distribución de frecuencias y porcentajes. Para las variables cuantitativas (edad al momento de la cirugía, índice de masa corporal, aclaramiento de creatinina, tiempo de CEC, TPA, niveles de lactato en el post operatorio inmediato y a las 2, 6 y 24 horas postoperatorias), se determinó la media y la desviación estándar (DE) como medida de dispersión.

En el contexto del análisis inferencial, para evaluar la homogeneidad entre los grupos, se aplicó la prueba de Chi<sup>2</sup> de homogeneidad para las variables cualitativas y la prueba de t-student para la comparación entre medias. Posteriormente,

se determinó la asociación entre el TPA con los niveles de lactato en sangre, el número de las desfibrilaciones recibidas y el uso de medicamentos vasoactivos como variable dicotómica; la asociación no ajustada se determinó por medio de la estimación del riesgo relativo (RR), tomando como variable de exposición la prolongación del tiempo de pinzado aórtico en relación con el desarrollo de los eventos (desfibrilación, la necesidad de utilización de drogas vasoactivas y los niveles de lactato). La estimación se realizó por medio de la Tabla 2x2 con la determinación de la prueba Chi<sup>2</sup> de independencia. Para los factores que mostraron asociación significativa ante la determinación del RR, se ajustó por las variables consideradas como confusoras (edad y sexo) por medio de un análisis multivariable de regresión logística, contemplando los factores con *valor p* a la prueba de Chi<sup>2</sup> de independencia con valor de 0,20 o menor en el análisis no ajustado. Para el análisis de las estimaciones del RR univariable y multivariable, se estimó el intervalo de confianza al 95 % (IC95 %). Se definió como referente estadísticamente significativo un valor de punto crítico de 0,05. Todos los análisis se realizaron por medio del paquete Stata 15,0 (Stata Corp, Texas USA, 2017).

## Resultados

De los 104 pacientes incluidos en la muestra, el tiempo de CEC promedio fue de 129 minutos (DE:36,88) y el tiempo promedio del pinzado de la aorta alcanzó los 94 minutos (DE:32,04). Al distribuir, según el criterio de los 100 minutos, 61 pacientes (58,65 %) estuvieron expuestos a un pinzado de aorta menor a 100 minutos y en 43 pacientes (41,35 %) se registró un tiempo de pinzado mayor a 100 minutos. En la Figura 1 se muestra la distribución por tiempo de pinzado promedio, según los principales tipos de cirugía realizada. En la Figura 2 se muestra el promedio de los niveles sanguíneos de lactato para cada grupo en los diferentes tiempos postquirúrgicos valorados.

La edad media de los pacientes alcanzó los 56,4 años (DE:12,50). En el grupo con tiempo de pinzado prolongado fue

de 56,21 años (DE: 11,78) y de 56,67 años (DE:12,75) para el grupo con tiempo de pinzado aórtico menor a 100 min, sin evidencia de una diferencia significativa por edad entre grupos ( $p=0,85$ ).

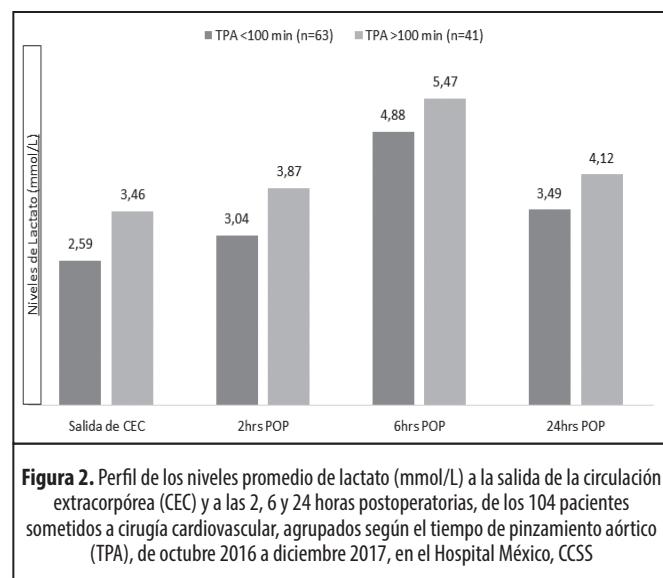
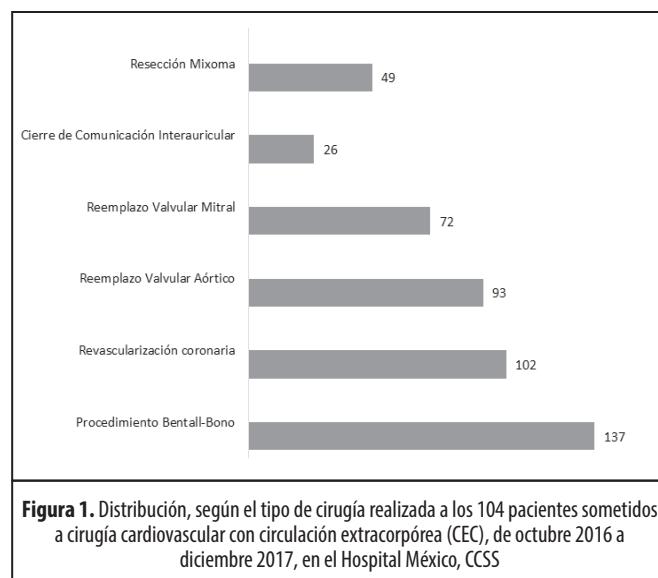
En ambos grupos, la distribución según sexo evidenció la preponderancia del sexo masculino; distribuidos según el tiempo de pinzado aórtico, ocuparon un 68,85 % (41/61) en el grupo expuesto a menos tiempo de pinzado, y un 69,77 % (30/43) en el grupo mayor de 100 minutos, sin demostrar diferencia significativa entre grupos por sexo ( $p=0,66$ ).

En general, un 68,3% de los pacientes operados tuvo un IMC >25 kg/m<sup>2</sup>, mientras que un 23 % tenía >30 kg/ m<sup>2</sup>. Clasificados según el IMC, se evidenció que en el grupo con un pinzado menor a 100 min, la categoría más frecuente fue de 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup> (50,85 %) y en el otro grupo destacaron las categorías de 18,5 – 24,9 y 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup> con un 37,21 % de la muestra en cada una.

En cuanto a la determinación de los antecedentes personales patológicos, ambos grupos concordaron en evidenciar que la hipertensión arterial fue la comorbilidad más frecuente, seguida por la dislipidemia; también, se muestra la distribución de los pacientes según la duración del TPA y tasa de filtración glomerular estimada (Cuadro 1).

Se encontró un valor promedio para EuroSCORE I del 4,21 % (DE:4,80), mientras que el EuroSCORE II alcanzó un 2,37% (DE:2,41). La comparación entre grupos, según el TPA, no demostró diferencias con el EuroScore I ( $p=0,19$ ), pero sí se demostró una correlación significativa ( $p<0,01$ ) entre los pacientes con riesgo intermedio o alto, al referir un mayor valor del EuroSCORE II, y el pinzamiento aórtico por un intervalo mayor de 100 minutos (Cuadro 2).

Se registraron dos fallecimientos entre la muestra de pacientes ingresados al estudio, lo cual corresponde a una mortalidad del 1,92 %; registraron un indicador EuroSCORE I del 2,27 % y del 2,11 %, un EuroSCORE II del 1,58 % y



**Cuadro 1. Distribución de los 104 pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con CEC, según el TPA y los antecedentes patológicos registrados, de octubre 2016 a diciembre 2017, en el Hospital México, CCSS**

	TPA≤100 min		TPA>100 min		Valor p
	(n= 61)	(n= 43)	N	%	
Hipertensión arterial	46	75,41	33	76,74	0,88
Dislipidemia	29	47,54	23	53,49	0,55
Diabetes mellitus tipo II	12	19,67	10	23,26	0,65
Enfermedad renal crónica	11	18,03	9	20,93	0,60

del 1,84 %, y fueron programados para un *bypass* coronario y reemplazo valvular aórtico, respectivamente. Ninguno de los pacientes fallecidos recibió soporte cardiovascular en las primeras 24 horas. El paciente operado de revascularización coronaria tuvo un tiempo de pinzado aórtico de 82 minutos y falleció 26 días después con el diagnóstico de *shock* séptico, mientras que el operado de un reemplazo valvular aórtico tuvo un tiempo de pinzado de 80 minutos, y falleció a los 12 días mientras realizaba rehabilitación cardiaca, presentando trastornos del ritmo.

En cuanto al requerimiento de cardioversión con desfibrilaciones, se documentó en el 8,65 % (9/104) de la totalidad de los pacientes; por subgrupos, se requirió esta intervención en un 8,19 % (5/61) frente al 9,30 % (4/43) para el grupo con tiempo de pinzado mayor a 100 min. La utilización de vasopresores se requirió en el 16,35 % de la muestra.

La determinación de la asociación entre el TPA, según las diversas variables en estudio, evidenció la asociación significativa en la determinación univariable en el nivel de lactato, comprendido entre 2,0 – 3,9 mmol/L (RR: 3,91 IC 95 % 1,28 - 11,93), así como en la categoría de 4,0 a 7,9 mmol/L (RR: 5,13 IC 95 % 1,48 – 17,73) en relación con menos de 2 mmol/L posterior a CEC, sin embargo, la significancia no fue persistente ante la determinación del RR ajustado, lo cual

**Cuadro 2. Distribución de los 104 pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con CEC, según el TPA y la cuantificación del nivel del riesgo mediante EuroSCORE I y II, de octubre 2016 a diciembre de 2017, en el Hospital México, CCSS**

	TPA≤100 min (n= 61)			TPA>100 min (n= 43)			Valor p	
	EuroSCORE	N	Media	DE	N	Media	DE	
I	61	3,68	5,38	43	4,94	3,75	0,19	
II	61	1,82	2,13	43	3,16	2,58	<0,01	

se presentó también con niveles de lactato entre 4,0 – 7,9 mmol/L a las 6 horas postoperatorio. Los niveles de lactato de 4,0 – 7,9 mmol/L demostró asociación significativa ante el análisis multivariado (RRa: 9,17 IC 95 % 1,01 – 82,71). Dicha determinación evidenció asociación significativa con el TPA mayor de 100 min.

No hubo diferencia de significancia estadística con el nivel de desfibrilaciones, uso de inotrópicos o mortalidad quirúrgica (Cuadro 3).

## Discusión

La identificación de un punto de corte en el tiempo de pinzado aórtico que se asocie a efectos adversos es complicada por la presencia de múltiples factores técnicos y comorbilidades, las cuales afectan tanto el tiempo como los resultados postoperatorios. Algunos autores asocian un TPA de aorta >150 minutos con mayor incidencia de efectos adversos postoperatorios,<sup>21</sup> mientras que otros mencionan un punto de corte de 75 minutos.<sup>3</sup>

La comparación de la homogeneidad entre los grupos no evidenció diferencias entre las variables analizadas, excepto la determinación del EuroSCORE II, que demostró diferencias significativas, lo cual fue ajustado en el análisis multivariante como potencial confusor.

Aun cuando la mortalidad quirúrgica se ha asociado con el tiempo de pinzado aórtico,<sup>3,4,5,21,23</sup> en el presente estudio se documentaron 2 pacientes fallecidos (con los diagnósticos de revascularización coronaria y estenosis aórtica), lo cual representa un 1,92 % de la muestra, siendo esto menor a la expectativa, según el resultado de las escalas de riesgo analizadas (EuroSCORE I y II). En el estudio se documentó una baja necesidad de soporte cardiovascular en infusión continua posterior a la salida de CEC. Se utilizaron medicamentos vasoactivos en el 16,35 % de los pacientes, se administró norepinefrina en el 8,65 % de los pacientes, y epinefrina en el 7,70 %. Este porcentaje de uso de medicamentos vasoactivos se encuentra por debajo de lo descrito en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, que va desde un 33 % hasta un 100 %, según algunos estudios.<sup>24-28</sup>

La minimización del soporte farmacológico posterior al TPA radica en los efectos contraproducentes de tales drogas, como aumento del consumo miocárdico y tisular de oxígeno, redistribución del flujo, isquemia mesentérica, lesión renal, desacople de la micro / macrocirculación, incremento de resistencias vasculares periféricas y postcarga, translocación bacteriana, vasoespasmo de puentes arteriales, incremento de la presión arterial pulmonar (norepinefrina y epinefrina a altas dosis), regulación hacia la baja de los receptores adrenérgicos, alteraciones endocrinas, hiperglicemia, alteraciones en el metabolismo hepático, hiperlactatemia, efecto proarritmogénico, desabastecimiento energético del miocardio y muchos otros efectos adversos.<sup>14,24-27,29-40,41</sup>

Con respecto a la necesidad de cardioversión mediante desfibrilaciones, se utilizó en el 8,65 % de la muestra, sin

encontrarse diferencia significativa entre grupos según TPA (8,19 % vs 9,30 %). Esto se atribuye a las adecuadas técnicas de protección miocárdica y perfusión, menor manipulación miocárdica innecesaria durante el acto quirúrgico y en general, la técnica quirúrgica empleada.<sup>3,21</sup>

La hiperlactatemia y acidosis láctica se asocian con un aumento de la morbilidad postoperatoria. La bibliografía publicada ha demostrado una correlación entre el pico de concentración de lactato

postoperatorio y la morbilidad postquirúrgica, independientemente de las variables intraoperatorias; además, se ha asociado el tiempo de pinzado aórtico y la elevación en los niveles de lactato con requerimiento de medicamentos vasoactivos.<sup>23,42</sup>

En el estudio sí hubo una asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de pinzado aórtico mayor de 100 minutos con niveles de lactato mayores al ingreso a la UCI, lo que correlaciona con mayor tiempo de isquemia tisular,

**Cuadro 3. Determinación de asociación de tiempo pinzado aórtico mayor a 100 min, en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, según variables bajo estudio y determinaciones de niveles de lactato, requerimiento de soporte cardiovascular farmacológico y necesidad de desfibrilación. Hospital México, octubre 2016 - diciembre 2017**

	RR	IC95 %	Valor p	RRa	IC95 %	Valor p
<b>Sexo</b>						
Femenino	1,00			1,00		
Masculino	1,02	0,62 – 1,69	0,93	0,27	0,06 – 1,15	0,08
<b>Índice de masa corporal</b>						
≤24,9	1,00					
25,0-29,9	0,49	0,20 – 1,21	0,12			
≥30,0	0,67	0,23 – 1,94	0,46			
<b>Antecedentes</b>						
Hipertensión arterial	1,07	0,43 – 2,69	0,87			
Diabetes tipo II	1,23	0,48 – 3,19	0,66			
Dislipidemia	1,26	0,58 – 2,77	0,55			
ERC	1,46	0,34 – 6,19	0,60			
<b>Requerimientos</b>						
Desfibrilación	1,11	0,56 – 2,22	0,76			
Fármacos vasopresores	1,35	0,80 – 2,27	0,28			
<b>Niveles de lactato Posterior CEC</b>						
<2,0	1,00			1,00		
2,0-3,9	3,91	1,28 – 11,93	0,02	1,64	0,27 – 10,11	0,59
4,0-7,9	5,13	1,48 – 17,73	0,01	2,06	0,23 – 18,21	0,52
≥8,0	NC			NC		
<b>Ingreso a la UCI</b>						
<2,0	1,00			1,00		
2,0-3,9	NC			NC		
4,0-7,9	2,34	0,81 – 6,73	0,12	9,17	1,01 – 82,71	0,05
≥8,0	NC					
<b>6 horas postoperatorio</b>						
<2,0	1,00			1,00		
2,0-3,9	2,23	1,28 – 11,93	0,02	NC		
4,0-7,9	5,13	1,48 – 17,73	0,01	NC		
≥8,0	NC			NC		
<b>24 horas postoperatorio</b>						
<2,0	1,00			1,00		
2,0-3,9	2,30	0,66 – 8,06	0,19	1,71	0,30 – 9,57	0,54
4,0-7,9	2,44	0,63 – 9,38	0,20	1,92	0,28 – 12,98	0,50
≥8,0	3,00	0,42 – 21,29	0,06	4,39	0,28 – 69,48	0,29

NC=no calculable, RR: riesgo relativo, RRa: riesgo relativo ajustado

principalmente miocárdico, pulmonar, gastrointestinal y muscular, que son territorios susceptibles de isquemia durante un tiempo de pinzado aórtico prolongado. La elevación de los niveles de lactato durante la cirugía cardíaca es multifactorial (hipoxia tisular, mecanismos de protección miocárdica, hipotermia, hiperglicemia, hipoperfusión renal, congestión o hipoperfusión hepática),<sup>43</sup> y existe evidencia que indica que la hiperlactatemia (niveles sanguíneos >4 mmol/L) podría ser un factor de riesgo independiente para desarrollar complicaciones mayores (estrés respiratorio, shock cardiogénico, lesión renal aguda, muerte) durante el postoperatorio de cirugía cardíaca.<sup>17,18,43</sup>

El pico máximo de lactato plasmático en las mediciones realizadas fue a las 6 horas, y se obtuvo un aclaramiento de lactato del 27 % entre las 6 y las 24 horas postquirúrgicas. La hiperlactatemia observada a las 6 horas postoperatorias no tuvo correlación estadísticamente significativa con la mortalidad; por el contrario, un 50 % de los pacientes tuvo un lactato elevado (>4mmol/L) a las 6 horas postoperatorias, observándose además un incremento en los niveles de este, en un 84 % de la muestra analizada.

Los dos pacientes fallecidos tuvieron lactatos mayores a 4 mmol/L a las 6 horas postquirúrgicas (10,71 y 4,30 mmol/L); no se documentó una relación significativa entre elevación de lactato y mortalidad. Durante la CEC existe una redistribución del flujo sanguíneo, estrés celular y por lo tanto, algunos tejidos presentan un incremento del metabolismo anaerobio, así como una disminución de la depuración del lactato. Cuando se restablece el flujo sanguíneo pulsátil por el corazón y se homogeniza la perfusión tisular bajo condiciones normotérmicas, hay un incremento del lactato plasmático debido al “arrastre” hacia la circulación del lactato acumulado en la microcirculación durante la circulación extracorpórea,<sup>42</sup> y de esta manera, se explica el incremento de lactato plasmático a las 6 horas postquirúrgicas.

Las conclusiones del estudio realizado por O`Connor *et al.* sugieren que la hiperlactatemia temprana (< 4 horas post CEC) se asocia a una alta mortalidad, y que la tardía (entre 4 y 24 horas postoperatorias) suele ser más benigna y es necesario valorarlas dentro de un contexto clínico.<sup>42</sup> A la vez, Haanschoten *et al.* demostraron que un pico de lactato mayor a 5 mmol/L dentro de tres días postoperatorios se asocia a mayor mortalidad temprana y tardía;<sup>44</sup> sin embargo, ninguno de estos argumentos pudieron ser corroborados en el estudio.

Nuestro estudio presenta limitaciones, tales como el hecho de ser monocéntrico, no incluir en la recolección de datos parámetros ecocardiográficos pre o postoperatorios (especialmente la función septal postquirúrgica), el uso de enzimas cardíacas, cantidad de vasos con lesiones, anastomosis distales y la ausencia de análisis de la morbilidad.

En conclusión, en el presente estudio, el tiempo de CEC y el TPA junto con el uso de inotrópicos, vasoconstrictores, hiperlactatemia y mortalidad quirúrgica, no alcanzaron una relación significativa.

## Referencias

- Gutiérrez R. Apuntes sobre la historia de la cirugía cardíaca en Costa Rica. *Acta Méd Costarric* 2014;56:96-100
- Verheijen LP, Van ZB, van Aarnhem EE, Peelen LM, van Klei WA. The association between aortic cross clamp time and postoperative morbidity and mortality in mitral valve repair: a retrospective cohort study. *J Cardiovasc Surg* 2018;59:453-61.
- Ruggieri, VG, Bounader K, Verhoye, JP, Onorati, F, Rubino AS, Gatti G, *et al.* Prognostic impact of prolonged cross-clamp time in coronary artery bypass grafting. *Heart Lung Circ* 2017;27:1476-82.
- Lino K, Miyata H, Motomura N, Watanabe G, Tomita S, Takemura H, Takamoto, *et al.* Prolonged cross-clamping during aortic valve replacement is an independent predictor of postoperative morbidity and mortality: Analysis of the Japan cardiovascular surgery database. *Ann Thorac Surg* 2017; 103:602-09.
- Al-Sarraff N, Thalib L, Hughes A, Houlihan M, Tolan M, Young V, *et al.* Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low and high-risk cardiac patients. *Int J Surg* 2011;9:104-9.
- Doenst T, Borger MA, Weisel RD, Yau TM, Maganti M, Rao V. Relation between aortic cross clamp time and mortality: not as straight forward as expected. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;33:660-65.
- Landesberg G, Shatz V, Akopnik I, Wolf YG, Mayer M, Berlatzky Y, *et al.* Association of cardiac troponin, CK-MB, and postoperative myocardial ischemia with long-term survival after major vascular surgery. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:1547-54.
- Aldemir M, Karatepe C, Baki ED, Carsamba G, Tecer E. Comparison of plegisol and modified St. Thomas solution in the development of fibrillation after declamping of the aorta. *World J Cardiovasc Surg* 2014;4:159 - 66.
- Semmler V, Biermann J, Haller B, Jilek C, Sarafoss N, Lennerz C, *et al.* ICD Shock, not ventricular fibrillation, causes elevation of high sensitive troponin T after defibrillation threshold testing-the prospective, randomized, multicentre trop Shock-trial. *PLoS One* 2015;10:e0131570, doi:10.1371/journal.pone.0131570.
- O'Brien J, Howlett S, Burton HJ, O'Blenes SB, Litz DS, Friesen CL. Pediatric cardioplegia results in enhanced calcium metabolism and lower serum troponin T. *Ann Thorac Surg* 2009;87:1517-24
- Buel ST, Whittaker CS, O'Brien JE. del Nido versus St. Thomas Cardioplegia Solutions: A single-center retrospective analysis of post cross-clamp defibrillation rates. *J Extra Corpor Technol* 2016;48:67-70
- Lomivorotov V, Efremov S, Kirov M, Fominsky E, Karaskov A. Low-cardiac output syndrome after acrdiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anaesth* 2017;31:291-308.
- Shaefi S, Mittel A, Klick J, Evans A, Ivascu NS, Gutsche J, *et al.* Vasoplegia after cardiovascular procedures - pathophysiology and targeted therapy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2018; 32: 1013-22
- Nielsen DV, Hansen MK, Johnsen SP, Hansen M, Hindholm K, Jakobsen CJ. Health outcomes with and without use of inotropic therapy in cardiac surgery. *Anesthesiology* 2014;120:1098-108.
- You Z, Huang L, Cheng X, Wu Q, Jiang X, Wu Y. Effect of milrinone on cardiac functions in patients undergoing coronary artery bypass graft: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Drug Des Devel Ther* 2015;10:53.
- Chen S, Liu GL, Li MM, Liu R, Liu H. Effects of epinephrine on inflammation-related gene expressions in cultured rat cardiomyocytes. *Transl Perioper Pain Med* 2017;2:13-19.
- Naik R, George G, Karuppiah S, Philip MA. Hyperlactatemia in patients undergoing adult cardiac surgery under cardiopulmonary bypass: Causative factors and its effect on surgical outcome. *Ann Card Anaesth* 2016;19:668-75
- Maillet JM, Le Besnerais P, Cantoni M, Nataf P, Ruffenach A, Lessana A, *et al.* Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest* 2003;123:1361-6
- Hajjar L A, Almeida JP, Fukushima JT, Rhodes A, Vincent JL, Osawa EA, et al. High lactate levels are predictors of major complications after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;146:455-60.

20. Kraut, J. A., & Madias, N. E. Lactic acidosis. *N Engl J Med* 2014;371(24), 2309–2319
21. Nissinen J, Biancari F, Wistbacka JO, Peltola T, Loponen, P, Tarkiainen P, *et al.* Safe time limits of aortic cross-clamping and cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Perfusion* 2009;24:297–305
22. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, Taggart DP, Hu S, Straka Z, *et al.* Five-year outcomes after off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting. *N Engl J Med* 2016;375:2359–68
23. Onorati F, De Feo M, Mastoroberto P, Cristodoro L, Pezzo F, Renzulli A, *et al.* Determinants and prognosis of myocardial damage after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005; 79:837-45.
24. Nielsen DV, Johnsen SP, Madsen M, Jakobsen CJ. Variation in use of perioperative inotropic support therapy in cardiac surgery: time for reflection? *Acta Anaesthesiol Scand* 2011; 55: 352 – 58.
25. Koponen T, Karttunen J, Musialowicz T, Pietilainen L, Uusaro A, Lahtinen P. Vasoactive-inotropic score and the prediction of morbidity and mortality after cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2019; 122 (4): 428 – 436
26. Kastrup M, Markewitz A, Spies C, Carl M, Erb J, Grosse J, *et al.* Current practice of hemodynamic monitoring and vasopressor and inotropic therapy in post-operative cardiac surgery patients in Germany: results from a postal survey. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007; 51:347–58.
27. Hernández AF, Li S, Dokholyan RS, O'Brien SM, Ferguson TB, Peterson ED. Variation in perioperative vasoactive therapy in cardiovascular surgical care: Data from the Society of Thoracic Surgeons. *Am Heart J* 2009; 158:47–52
29. Muñoz LA, Susunaga PA, Gómez M, Villabón M, Arévalo JJ. Inotrópicos en el postoperatorio de cirugía cardiovascular: estudio de corte transversal. *Rev Colomb Cardiol* 2014;21:258-63.
30. De Backer D, Biston P, Devriendt J, Madl C, Chochrad D, Aldecoa C, *et al.* Comparison of dopamine and norepinephrine in the treatment of shock. *N Engl J Med* 2010;362(9):779-789.
31. De Backer D, Aldecoa C, Njimi H, Vincent JL. Dopamine versus norepinephrine in the treatment of septic shock: a meta-analysis\*. *Crit Care Med* 2012;40:725-30.
32. Piton G, Cypriani B, Regnard J, Patry C, Puyraveau M, Capellier G. Catecholamine use is associated with enterocyte damage in critically ill patients. *Shock* 2015;43:437-42.
33. Aninat C, Seguin P, Descheemaeker PN, Morel F, Maledant Y, Guillouzo A. Catecholamines induce an inflammatory response in human hepatocytes. *Crit Care Med*. 2008;36:848-54.
34. Fellahi JL, Parienti JJ, Hanouz JL, Plaud B, Riou B, Ouattara A. Perioperative use of dobutamine in cardiac surgery and adverse cardiac outcome. *Anesthesiology* 2008;108:979-87.
35. Zeledón F, Méndez F, Pucci J, Escalante G, Estrada C. Choque cardiogénico: Historia, fisiopatología e implicaciones terapéuticas. Parte I. *Rev Costarr Cardiol* 2009;11:24-32.
36. Overgaard C, Dzavik V. Inotropes and Vasopressors: Review of physiology and clinical use in cardiovascular disease. *Circulation* 2008; 118: 1047- 56.
37. Fellahi JL, Parienti JJ, Hanouz JL, Plaud B, Riou B, Ouattara A. Perioperative use of dobutamine in cardiac surgery and adverse cardiac outcome: Propensity-adjusted analyses. *Anesthesiology* 2008;108:979–87.
38. Fleming GA, Murray KT, Yu C, Byrne JG, Greelish JP, Petracek MR, *et al.* Milrinone use is associated with postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *Circulation* 2008; 118:1619–25.
39. Shahin J, DeVarennes B, Tse CW, Amarica DA, Dial S. The relationship between inotrope exposure, six-hour postoperative physiological variables, hospital mortality and renal dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *Crit Care* 2011;15:R162
40. Butterworth J: Dobutamine: Too dangerous for “routine” administration? *Anesthesiology* 2008;108:973–4.
41. Tarvasmaki T, Lassus J, Varpula M, Sionis A, Sund R, Kober L, *et al.* Current real-life use of vasopressors and inotropes in cardiogenic shock – adrenaline use is associated with excess organ injury and mortality. *Crit Care* 2016;20:208.
42. Williams JB, Hernández AF, Li S, Dokholyan RS, O'brien SM, Smith PK, *et al.* Postoperative inotope and vasopressor use following CABG: Outcome data from the CAPS-Care Study. *J Card Surg* 2011;26:572-8.
43. O'Connor E, Fraser JF. The interpretation of perioperative lactate abnormalities in patients undergoing cardiac surgery. *Anaesth Intensive Care* 2012;40:598– 603.
44. Raper RF, Cameron G, Walker D, Bowey CJ. Type B lactic acidosis following cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med* 1997;25:46-51
45. Haanschoten MC, Kreenftenberg HG, Bouwman RA, van Straten AH, Buhre WF, Soliman Hamad MA. Use of postoperative peak arterial lactate level to predict outcome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2017;31:45–53.