

Hiperlactatemia durante la cirugía cardíaca pediátrica con circulación extracorpórea.

**Autores: Dres. Jacqueline Barrial Moreno *, Abel
Facenda Mederos **, Luis A. Bravo Pérez *** y Albadio
Pérez Assef ******

Cardiocentro Pediátrico William Soler. Ciudad Habana. Cuba

- * Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. MsC en Urgencias Médicas. Cardiocentro Pediátrico William Soler. Instructora. Facultad Enrique Cabrera. Ciudad Habana. Cuba. e-mail: jaquibarrial@infomed.sld.cu
- ** Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. MsC en Urgencias Médicas. Cardiocentro William Soler. Ciudad Habana. Cuba
- *** Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva. MsC en Urgencias Médicas. Especialista de Primer Grado en Pediatría. Cardiocentro William Soler. Ciudad Habana. Cuba
- **** Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva. Especialista de Segundo Grado en Medicina Interna. MsC en Urgencias Médicas. Profesor Auxiliar del ISCM – Habana. Hospital General Docente Enrique Cabrera. Ciudad Habana. Cuba

RESUMEN

Introducción: El ácido láctico es considerado como un indicador temprano de supervivencia y/o mortalidad en pacientes que necesitan procedimientos quirúrgicos cardiovasculares. **Objetivo:** Determinar el comportamiento del ácido láctico en sangre arterial durante la cirugía cardiaca pediátrica y el pronóstico de dichos pacientes al egresar de la unidad de cuidados intensivos.

Material y Método: Se realizó un estudio prospectivo, analítico y observacional de 55 pacientes pediátricos que recibieron circulación extracorpórea en el Cardiocentro Pediátrico William Soler. Se tomaron muestras de sangre arterial una vez realizada la inducción anestésica (ácido láctico inicial), precirculación extracorpórea y al final de ella. Se consideró hiperlactatemia cuando el valor de ácido láctico en sangre arterial estuvo por encima de 3 mmol/L durante el intraoperatorio y postoperatorio inmediato. **Resultados:** La cuantificación del ácido láctico en diferentes momentos del proceder quirúrgico fue significativa para el valor al inicio del intraoperatorio y el valor en circulación extracorpórea, no lo fue así para la relación de éste último con el valor al final de la misma. Se demostró que el tipo de cardiopatía no estuvo asociada con el estado al egreso. **Conclusiones:** la lactatemia perioperatoria constituye un indicador temprano de supervivencia en estos pacientes. Los valores de lactato sérico durante la circulación extracorpórea fueron mayores cuando se emplea ringer lactato en las soluciones de cebado. El tipo de cardiopatía no constituye un factor predictor de supervivencia.

Palabras clave: Lactatemia, cirugía cardiaca, circulación extracorpórea (CEC), pacientes pediátricos.

INTRODUCCIÓN

Desde que en 1939 el Dr. Gross ¹ realizó la primera ligadura de un ductus arteriosus, la cirugía cardíaca demostró su utilidad en el tratamiento de las cardiopatías congénitas. La mejoría progresiva en los métodos de protección miocárdica, la aparición de nuevas técnicas quirúrgicas, así como en los cuidados perioperatorios, mejoraron el pronóstico de la mayoría de las cardiopatías congénitas en las últimas décadas.

Las concentraciones de lactato en sangre arterial constituyen un parámetro certero para evaluar el estado hemodinámico en pacientes que serán intervenidos quirúrgicamente por cirugía cardíaca. En general, el llamado Síndrome de bajo gasto cardíaco conduce a un deterioro importante de la circulación periférica y a altas concentraciones de lactato. Después de una cirugía cardíaca, para corregir cardiopatías congénitas, estas elevadas concentraciones de lactato se asocian con morbimortalidad elevadas. ¹⁻⁴

Los cambios metabólicos que ocurren en el perioperatorio de la cirugía cardíaca resultan de una compleja interacción, debido a respuestas inflamatorias al trauma quirúrgico, uso de hipotermia, respuestas neuroendocrinas, uso de vasopresores y productos sanguíneos; por lo que un mejor control de los desequilibrios metabólicos mejoraría el resultado de los pacientes, de tal manera, las cuantificaciones de lactato sérico son ampliamente usados para enjuiciar si la perfusión hística es adecuada ⁵.

Aún así, las concentraciones sanguíneas de lactato y su relación con el pronóstico de los pacientes pediátricos que necesitan circulación extracorpórea (CEC), no se han estudiado ampliamente en nuestro país.

Teniendo en cuenta estas interrogantes se realizó este estudio con el objetivo de determinar los niveles de ácido láctico en sangre arterial de los pacientes pediátricos con CEC y su relación con el estado al egreso de la Unidades de cuidados Intensivos, precisar los niveles de ácido láctico en sangre con el uso de Ringer lactato durante la CEC y establecer la categoría pronóstica de sobrevida según tipo de cardiopatía.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio prospectivo, analítico y observacional de 55 pacientes pediátricos que recibieron CEC en el Cardiocentro Pediátrico William Soler en el periodo de 6 meses durante el año 2006.

El protocolo anestésico realizado a los pacientes consistió en emedicación preanestésica con Ketalar (7 mg x kg de peso corporal) más atropina (0,02 mg x kg de peso) por vía intramuscular, posteriormente se les canalizó una vena periférica para la inducción de la anestesia con Fentanil (5-10 μ g x kg) más un relajante muscular no despolarizante (vecuronio o pavulón). Seguidamente se realizó la inserción de un catéter venoso central para monitoreo intraoperatorio y postoperatorio de la presión venosa central, así como para el uso de drogas inotrópicas y demás medicamentos que no deben ser administrados por vía periférica. Durante el periodo intraoperatorio fueron monitorizados continuamente la saturación arterial de oxígeno (SatO₂), el CO₂ en el aire espirado (Pet CO₂), ritmo y frecuencia cardiaca, diuresis horaria, tensión arterial invasiva y no invasiva.

Una vez canalizada la línea arterial se tomó la primera muestra para dosificar ácido láctico en sangre arterial, lo cuál nos permitió conocer la cifra inicial de cada paciente antes de comenzada la cirugía, luego se tomaron muestras sanguíneas para la determinación del ácido láctico en diferentes momentos de la cirugía: antes de comenzar la CEC, a la salida de dicho proceder y antes de la admisión en la UCI. Las muestras fueron analizadas inmediatamente después de ser extraídas mediante el equipo ABL-625 RADIOMETER, sin requerir el uso de anticoagulantes.

A las 24 horas de ser recibidos en la UCI se realizó una evaluación clínica y humoral de cada paciente y se les aplicó una evaluación pronóstica (categoría pronóstica) que consistió en la siguiente clasificación:

Pronóstico bueno: Paciente con ácido láctico menor de 3 mmol/L a las 24 horas de su estancia en la UCI

Dosis de dopamina menor o igual a 5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$

No otros apoyos inotrópicos

Extubación en las primeras 24 horas del postoperatorio.

Pronóstico regular: Paciente con ácido láctico entre 3 y 5 mmol/L a las 24 horas de su estancia en la UCI

Dosis de dopamina entre 6 y 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$

Epinefrina menor de 0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$

Posibilidades de destete del ventilador sin ser extubado aún en las primeras 24 horas.

Pronóstico malo: Paciente con ácido láctico mayor de 5 mmol/L a las 24 horas de la cirugía

Dopamina mayor de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$

Epinefrina mayor de 0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$

No existió posibilidades de destete del ventilador en las primeras 24 horas del postoperatorio.

Posteriormente se registró el estado del paciente al ser egresado de la UCI, clasificándolos en paciente vivo o fallecido.

RESULTADOS

Para dar respuesta a nuestro primer objetivo, se cuantificó el valor en sangre del ácido láctico en diferentes momentos del transoperatorio. El valor de lactato sérico inicial fue significativo con el valor obtenido pre CEC, como se muestra en la tabla I, para un valor de $p=0,000$; no ocurrió lo mismo cuando se comparó este último valor con el obtenido al final de la CEC (Tabla I) $p=0,080$.

Tabla I. Media y Desviación estándar entre los valores de ácido láctico intraoperatorios y el egreso.

Estado al egreso	Acido láctico		
	AC inicial ¹	Pre CEC ²	AC final ³
Vivo (n=47)	1,7 ± 0,7	1,8 ± 0,7	3,40 ± 1,0
Fallecido (n=8)	2,0 ± 0,6	2,2 ± 0,8	4,5 ± 1,1
Total (n=55)	1,7 ± 0,7	1,9 ± 0,7	3,6 ± 1,1

Datos tomados de la historia clínica

AC, Acido láctico; CEC, circulación extracorporea

Prueba correlación lineal de Pearson: 1-2 ($p=0,000$); 2-3 ($p=0,080$; NS)

Prueba Eta para acido láctico al inicio, prebypass y al final de CEC están asociados

significativamente al estado al egreso (valor=0,690), (valor=0,613) (valor=0,796)

respectivamente

Las cuantificaciones sanguíneas del ácido láctico, durante el intraoperatorio, se asociaron con el estado al egreso de los pacientes, de la UCI; como muestra esta misma tabla (Tabla I); el valor que más asociado estuvo con el estado al egreso fue el obtenido al final de la CEC (Eta=0,796), valor que más alto se registró en los pacientes que fallecieron.

Las complicaciones intraoperatorias, que en orden de frecuencia, se pusieron de manifiesto en nuestros pacientes, fueron: bajo gasto cardíaco, arritmias, sangramiento, trastornos de la conducción, crisis de hipoxia, parada cardíaca e hipertensión pulmonar.

Aunque no constituyó objetivo de este trabajo, se valoró la relación que tendrían las modificaciones en CEC, del ácido láctico con respecto a la duración de la misma. En 39 pacientes de nuestro estudio, el tiempo de CEC, no superó los 100 minutos y la media del ácido láctico en ellos fue de 3,4 mmol/L; en 16 pacientes el empleo de CEC se prolongó por encima de 100 minutos y la media del ácido láctico ascendió a 4,2 mmol/L. Se consideró, por tanto, significativa esta relación para un valor de $p=0,021$, aunque la misma no fue intensa ($r=0,311$) (Tabla II).

Tabla II. Relación del ácido láctico al final de la CEC con tiempo de duración de la misma, ácido láctico de la ceba y empleo de ringer lactato.

Variables	Ac láctico al final de la CEC ¹		
	n	Media	Desviación estándar
Total	55	3,6	1,1
Tiempo de CEC (minutos)²			
0-100	39	3,4	1,0
> 100	16	4,2	1,3
AC de la ceba³	55	8,7	3,4
Uso de Ringer lactato en la ceba de CEC⁴			
No	14	3,2	0,9
Sí	41	3,8	1,1

Datos tomados de la historia clínica

Ac, ácido láctico; CEC, circulación extracorpórea

Correlación lineal de Pearson: 1-2 $p=0,021$ $r=0,311$ (31,1%)

Correlación lineal de Pearson: 1-3 $p=0,076$ $r=0,241$ (24,1%)

Prueba ETA. 1-4: Valor=0.252

El valor del ácido láctico en sangre arterial, al final de la CEC también se relacionó con el valor obtenido en las soluciones con que fue cebado el circuito antes de ponerse en contacto con el paciente; para un valor medio de 8,7 mmol/L, se encontró que este dato no era significativo ($p=0,076$). En opinión de los autores, el valor del ácido láctico en la ceba del circuito de CEC, no constituye un factor que determine el valor final de lactato sérico en nuestros pacientes.

Cumplimentando el segundo objetivo de nuestro estudio, se relacionaron las mediciones del ácido láctico al final de extracorpórea con el uso o no de ringer lactato en las soluciones de cebado de la máquina de corazón-pulmón. Se empleó esta solución cristaloide en 41 pacientes, con una media de ácido láctico de 3,8 mmol/L; no se usó la misma en 14 pacientes y la media fue de 3,2 mmol/L, para un valor de $\eta=0.252$.

Al asociar el pronóstico de sobrevida con el tipo de cardiopatía se evidenció que los pacientes no cianóticos tuvieron mejor pronóstico de supervivencia (tabla III). De un total de 39 pacientes, 29 (74,4%) se encontraron en la categoría de buen pronóstico, 7 (17,9%) con pronóstico regular, de los cuáles 1 (14,3%) falleció; y 3 pacientes fueron clasificados como de mal pronóstico (7,7%) los cuales fallecieron.

No hubo ningún paciente fallecido que previamente fuera clasificado como probable buen pronóstico.

Tabla III. Categoría pronóstica en las cardiopatías no cianóticas.

Categoría pronóstica	No Cianótica					
	Vivos		Fallecidos		Total	
	n	%	n	%	n	%
Bueno	29	100,0	-	-	29	74,4
Regular	6	85,7	1	14,3	7	17,9
Malo	-	-	3	100,0	3	7,7
Total	35	89,7	4	10,3	39	100,0

Datos tomados de la historia clínica

Prueba de Goodman and Kruskal Tau ($p=0,001$)

De los pacientes cianóticos (tabla IV), 4 (25,0%) fueron clasificados de buen pronóstico, 7 (43,7%) de pronóstico regular y 5 (31,3%) con mal pronóstico; de éstos últimos 4 pacientes fallecieron (80,0%) y 1 (20,0%) logró sobrevivir.

Tabla IV. Categoría pronóstica en las cardiopatías cianóticas.

Categoría pronóstica	Cianótica					
	Vivos		Fallecidos		Total	
	n	%	n	%	n	%
Bueno	4	100,0	-	-	4	25,0
Regular	7	100,0	-	-	7	43,7
Malo	1	20,0	4	80,0	5	31,3
Total	12	75,0	4	25,0	16	100,0

Datos tomados de la historia clínica

Prueba de Goodman and Kruskal Tau ($p=0,001$)

DISCUSIÓN

El presente trabajo constituye el primer estudio que se realizó en nuestro medio sobre cuantificación de ácido láctico en pacientes pediátricos, intervenidos quirúrgicamente. En el mismo nos propusimos demostrar la importancia de la cuantificación del ácido láctico en sangre durante este tipo de cirugía.

La cuantificación del ácido láctico en diferentes momentos del acto quirúrgico fue estudiada en el año 2001 por Inoue y Kuro ⁷ quienes estudiaron 124 pacientes que fueron intervenidos por cirugía cardíaca electiva con CEC. Ellos dividieron los pacientes en un grupo con hiperlactatemia (n=34) donde las concentraciones de lactato fueron mayores de 5.0 mmol/L, y un grupo con lactatemia normal (n=90) para el resto de los pacientes. Los autores llegaron a la conclusión que el grupo que desarrolló hiperlactatemia también estuvo expuesto a un mayor tiempo de CEC. La extracción de oxígeno (EO₂) fue significativamente reducida durante el período de CEC; pero por el contrario, se incrementó en el grupo con hiperlactatemia después de la cirugía.

Munoz y Laussen ⁸ en el año 2000, se propusieron establecer los niveles de lactato en sangre, durante el intraoperatorio, como indicador temprano de morbilidad y mortalidad. Estudiaron los niveles séricos de lactato en 174 pacientes con CEC en el hospital para niños de Boston, Massachussets. Los mayores incrementos de lactato los obtuvieron durante la CEC, para disminuir luego en el período posterior a la misma y a la llegada a la UCI. Los pacientes que tuvieron parada circulatoria exhibieron los niveles más altos, de lactato, en todos los momentos. Concluyeron que la hiperlactatemia que ocurre durante la CEC en pacientes con cardiopatías congénitas podría ser un

indicador temprano de morbimortalidad. En nuestra serie de 55 pacientes, ninguno fue sometido a parada circulatoria.

Siegel y Dalton ⁹, en 1996, en el centro médico de Monte Sinaí, New York, estudiaron los niveles de lactato sérico al inicio del postoperatorio y concluyeron que los niveles medios de lactato a la llegada a la UCI fueron de $6,9 \pm 0,8$ mmol/L, para los no sobrevivientes (n=7); y $2,38 \pm 0,1$ mmol/L, para los pacientes que sobrevivieron (n=34), p=0,0001. Plantearon entonces que los niveles postoperatorios elevados podrían reflejar hipoperfusión hística y que medidas tomadas para incrementar la disponibilidad de oxígeno, con normalización del lactato, podrían mejorar la evolución de los pacientes.

Uno de los elementos contentivos para establecer el pronóstico de supervivencia (bueno, regular o malo), fue el uso de inotrópicos perioperatorio. Como refleja la bibliografía revisada, los cuidados postoperatorios tempranos (primeras 12 a 24 horas) pudo ser evaluados como una extensión del período intraoperatorio y deben ser enfocados en tratar de resolver cualquier alteración que se haya desarrollado en dicho período. El énfasis durante esta fase temprana consiste en restituir la estabilidad cardiopulmonar y la hemostasia normal.

Demers y Elkouri ¹⁰ en el año 2000, en el instituto del corazón, en Montreal, Canadá, realizaron un estudio similar en pacientes tratados por cirugía cardiaca y concluyeron que concentraciones sanguíneas de lactato de 4.0 mmol/L o mayores durante la CEC, identificaban un subgrupo de pacientes con riesgo incrementado de morbilidad y mortalidad postoperatoria.

Varios estudios documentaron la caída predecible del gasto cardíaco, llamado Síndrome de bajo gasto cardíaco, el cuál se presenta después de una cirugía

cardíaca congénita. En 1975, Parr, Blackstone y Kirklin ¹¹ publicaron que cerca de 25 % de los niños manifestaron un índice cardíaco $< 2.0 \text{ L/min/ m}^2$ en el postoperatorio. La caída en el índice cardíaco estuvo asociada con una resistencia vascular sistémica elevada de 25 % y una elevación en las resistencias vasculares pulmonares de 40 %. Otros artículos recientes documentan hallazgos hemodinámicos ^{12,13} y respiratorios ¹⁴ similares después de estos procedimientos en neonatos e infantes.

Shine, Kageyama y Ashida ¹⁵, en el año 2001, en el Instituto médico para niños de Kyoto, señalaron las concentraciones de lactato arterial, como una forma rápida, fácil y relativamente no invasiva para estimar el metabolismo tisular de oxígeno. Realizaron un estudio seriado de 112 pacientes en los que las concentraciones de lactato en sangre arterial fueron medidas preoperatoriamente, al terminar la CEC y a las 16 horas del postoperatorio ¹⁵. Las mediciones de lactato se examinaron en relación a la mortalidad y a la estadía en la UCI. La población estudiada tuvo una mortalidad de 5,7 % (6 pacientes); los niveles de lactato se incrementaron significativamente y superaron los 4,0 mmol/L posterior a la CEC en la mayoría de los pacientes. Estos incrementos se desencadenaron, según plantearon los autores, por cambios en el flujo sanguíneo interórgano, niveles de glucosa sanguínea y/o Ph sanguíneo asociado a los efectos del ringer lactato como parte de las soluciones de cebado del circuito de CEC. ¹⁵ En nuestra opinión el ringer lactato no se debe emplear con estos fines debido a que contiene lactato dentro de su composición química, a pesar que éste debe ser metabolizado en el hígado aún en situaciones de estrés quirúrgico. Estos pacientes en quienes

se utiliza CEC pudieran tener un flujo sanguíneo insuficiente hacia estos órganos de la economía.

El número de pacientes estudiados en nuestro trabajo pudiera limitar el análisis e interpretación de los resultados.

Se concluye que la lactatemia perioperatoria constituye un indicador temprano de supervivencia en este tipo de pacientes. Los valores de lactato sérico durante la CEC fueron mayores cuando se empleó ringer lactato en las soluciones de cebado de la máquina de CEC. El tipo de cardiopatía no constituye un factor predictor de supervivencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Duke T, Butt W. Early markers of mayor adverse events in children after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114 (6): 1042-52.
2. Lillehei CW, Varco RL, Cohen M, Warden HE. The first open-heart repairs of ventricular septal defect atrioventricularis communis, and tetralogy of Fallot using extracorporeal circulation by cross-circulation: A 30-year follow-up. *Ann Thorac Surg* 41: 4-21, 1986.
3. Warden HE, C Walton Lillehei. Pioneer cardiac surgeon. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 98: 833-845.
4. Horisberger J, Jegger D, Boone Y. Impact of a remote pump head on neonatal priming volumes. *Perfusion* 1999; 14: 351-6.
5. Haw MP, Elliott M. Filtration in pediatric cardiac surgery. In Jonas RA, Elliott MJ (eds). *Cardiopulmonary bypass in neonates, Infant and young children*. London, Butterworth-Heinemann, 1994. pp.154.
6. Vricella LA, Gott VL, Cameron DE. Milestones in congenital cardiac surgery. En: Yuh DD, Vricella LA, Braumgartner WA; 1st ed.. *Manual of cardiothoracic surgery*. Chapter 51. Baltimore, Maryland: by the Mc Graw-Hill companies, 2007. pp 989-998.
7. Inoue S, Kuro M. What factors are associated with hyperlactatemia alter cardiac surgery characterized by well-maintained oxygen delivery and a normal postoperative course? A retrospective study. *Eur J Anaesthesiol*. 2001; 18 (9): 576-84.

8. Munoz R, Laussen PC, Palacio G. Changes in whole blood lactate levels during cardiopulmonary bypass for surgery for congenital cardiac disease: an early indicator of morbidity and mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119 (1): 155-62.
9. Siegel LB, Dalton HJ, Hertzg JH, Hopkins RI. Initial postoperative serum lactate levels predict survival in children after open heart surgery. *Intensive Care Med* 1996; 22(12): 1418-23.
10. Demers P, Elkouris AI. Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac operation. *Ann Thorac Surg.* 2000; 70 (6): 2082-6.
11. Parr GVS, Blackstone EH, Kirklin JW. Cardiac performance and mortality early after intracardiac surgery in infants and young children. *Circulation* 1975; 51: 867–874.
12. Pesonen EJ, Peltola KI, Korpela REI. Delayed impairment of cerebral oxygenation after deep hypothermic circulatory arrest in children. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1765–1770.
13. Du Plessis AJ, Jonas RA, Wypij DI. Perioperative effects of alpha-stat versus pH-stat strategies for deep hypothermic cardiopulmonary bypass in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114: 991–1000.
14. Nagashima M, Imai Y, Seo K. Effect of hemofiltrated whole blood pump priming on hemodynamics and respiratory function after the arterial switch operation in neonates. *Ann Thorac Surg* 2001;70:1901–1906.
15. Shine N, Kageyama K, Ashida H. Perioperative assessment of blood lactate levels in pediatric heart surgery. *Masui* 2001 Jul, 50(7): 752-7.

Recibido: 12 Diciembre del 2008

Reenviado: 11 de enero del 2009-03-16

Aprobado: 11 de marzo del 2009