

Valor de monitorización de la saturación venosa central de oxígeno en neonatos críticos con fisiología univentricular: a propósito de un caso

Value of the monitoring of the central venous oxygen saturation in critical neonates with univentricular physiology: apropos of a case

Dr. Luis Alberto Bravo Pérez de Ordaz,^I Dr. José Lambert Maresma,^{II} Dr. Omar Machado Sigler,^{III} Dr. Javier Ozores Suárez,^{IV} Dra. Raquel Maciques Rodríguez,^V Dr Luis Marcano Sanz,^{VI} y Lic. Yosnaiby Miranda Pérez^{VII}

^I Especialista de I Grado en Pediatría y II Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

^{II} Especialista de I Grado en Pediatría. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

^{III} Especialista de I Grado en Pediatría. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

^{IV} Especialista de I Grado en Cardiología. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

^V Especialista de I Grado en Pediatría. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

^{VI} Especialista de I Grado en Cirugía Cardiovascular y II Grado en Cirugía Pediátrica. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

^{VII} Licenciada en Enfermería. Cardiocentro Pediátrico «William Soler». La Habana, Cuba.

RESUMEN

Reportamos la evolución de un paciente que podía ser operado mediante el procedimiento Norwood I, pero a quien se realizó un procedimiento paliativo híbrido

alternativo. Se trató de un recién nacido de 13 días de edad, que ingresó en nuestro centro con insuficiencia cardíaca congestiva. Se le realizó ecocardiograma, en el que se confirmó atresia aórtica, coartación aórtica y comunicación interventricular. Se le aplicó un procedimiento consistente en atrioseptostomía con balón (Rashkind), cerclaje de las ramas pulmonares y colocación de una endoprótesis vascular ('stent') en el conducto arterioso. El paciente presentó una evolución estable durante la operación. Evaluamos su comportamiento hemodinámico durante las primeras 72 h.

Palabras clave: Síndrome de hipoplasia de cavidades izquierdas, fisiología univentricular, Norwood I, saturación venosa de oxígeno.

SUMMARY

The evolution of a patient that could be operated on by the Norwood I procedure, but underwent an alternative hybrid palliative procedure instead, was reported. The patient, a 13-day-old newborn infant was admitted in our centre with congestive heart failure. An echocardiogram was performed, and aortic atresia, aortic coarctation and intraventricular communication were confirmed. A procedure consisting in balloon atrioseptostomy (Rashkind), cerclage of the pulmonary branches and placement of a vascular endoprosthesis (stent) in the arterious duct was applied. The patient presented a stable evolution during the operation. His hemodynamic behaviour was evaluated during the first 72 hours.

Key words: Syndrome of left cavity hypoplasia, univentricular physiology, Norwood I, venous oxygen saturation.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento quirúrgico de los defectos cardíacos complejos con ventrículos únicos representa un desafío. A pesar de recientes avances en técnicas quirúrgicas y cuidados perioperatorios, la mortalidad posoperatoria temprana no ha mejorado ostensiblemente.¹

En los últimos años, nuestra institución ha comenzado a abordar quirúrgicamente a pacientes con síndrome de hipoplasia de cavidades izquierdas (SHCI) mediante procedimiento de Norwood I pero los resultados han sido pobres. Varios factores técnicos y fisiológicos contribuyen a ello. Los aspectos técnicos incluyen asegurar el flujo sanguíneo coronario a pacientes con aortas ascendentes pequeñas; lograr reconstruir el arco aórtico sin producir coartación o distorsión de la neoaorta y proveer un adecuado (no excesivo) flujo sanguíneo pulmonar. Los factores fisiológicos incluyen el balance de los flujos pulmonar y sistémico y la función (sistólica y diastólica) del ventrículo único sometido a isquemia y reperfusión durante el acto quirúrgico, en una situación de sobrecarga de volumen, hipoxemia y presión de perfusión coronaria

disminuida. Este y otros aspectos pueden contribuir a bajo gasto cardíaco, entrega de oxígeno disminuida y aumento de la mortalidad en el periodo posoperatorio inicial.^{2,3} Después de cualquier procedimiento quirúrgico complejo, el manejo posoperatorio está dirigido a maximizar la entrega de oxígeno sistémica (DO_2). En un neonato que ha sido sometido a procedimiento de Norwood I, la medición directa del gasto cardíaco es difícil.

La monitorización posoperatoria tradicional se ha limitado a la presión sanguínea sistémica, presión venosa central y saturación arterial de oxígeno (SaO_2).⁴ Sin embargo, la presión sanguínea y SaO_2 no reflejan las alteraciones fisiológicas que ocurren momento a momento y pueden permanecer constantes sobre un amplio rango de relación entre gasto pulmonar (Qp)/gasto sistémico (Qs) (Qp/Qs).^{5,6} Recientemente, la monitorización de la saturación venosa central de oxígeno (SvO_2) ha sido una valiosa incorporación al tratamiento posoperatorio de los pacientes con fisiología univentricular, al proveer información no proporcionada por SaO_2 , permitir identificar a pacientes en riesgo de mortalidad precoz así como evaluar estrategias de tratamiento e intervención específicas.

Reportamos la evolución, en la unidad de cuidados intensivos quirúrgica (UCIQ), de un paciente a quien pudo tratarse mediante un Norwood I, pero se le realizó un procedimiento paliativo híbrido menos invasivo.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Recién nacido de 13 días de edad, peso de 3,4 kg, con antecedentes prenatales normales. Nació a las 40 semanas, por parto eutócico y, a los 10 días de nacido, ingresó en nuestro centro con cuadro de insuficiencia cardíaca congestiva. Se le realizó ecocardiograma y se confirmó el diagnóstico de atresia aórtica, coartación aórtica y comunicación interventricular.

Se le realizó una atrioseptostomía con balón (Rashkind), cerclaje de las ramas pulmonares y colocación de una endoprótesis vascular ('stent') en el conducto arterioso. Durante el acto quirúrgico la evolución del paciente fue estable. Evaluamos su comportamiento hemodinámico en la unidad de cuidados intensivos quirúrgica (UCIQ) durante las primeras 72 h.

La [figura 1](#) muestra el comportamiento comparativo de SaO_2 , SvO_2 y presión arterial media (PAM). La saturación arterial de oxígeno (SaO_2) se mantuvo entre 88 y 96 % y mostró una curva estable. SvO_2 se comportó entre 50 y 80 % y declinó a las 12 horas. La PAM presentó variaciones entre 44 y 62 mm Hg y alcanzó un pico a las 12 h, que coincidió con el nadir de SvO_2 .

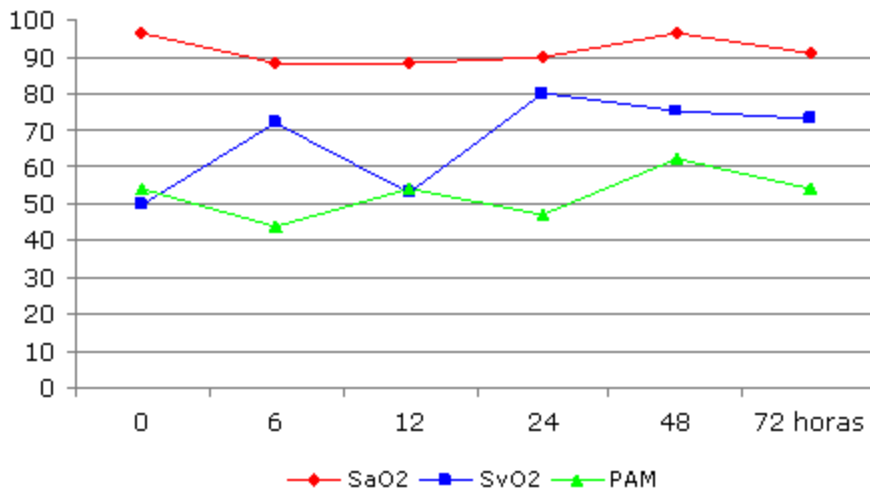


FIGURA 1. Comportamiento de SaO₂, SvO₂ y PAM.

SaO₂: saturación arterial de oxígeno; SvO₂: saturación venosa central de oxígeno; PAM: presión arterial media

La variable omega (Ω) (SaO_2/SaO_2-SvO_2) osciló entre 2 y 9, con una disminución a 2,5 a las 12 h. El nivel de ácido láctico en sangre ([figura 2](#)) varió entre 1,4 y 3,5 mmol/L, y alcanzó el valor más alto a las 12 h, el cual coincidió con el descenso de SvO₂.

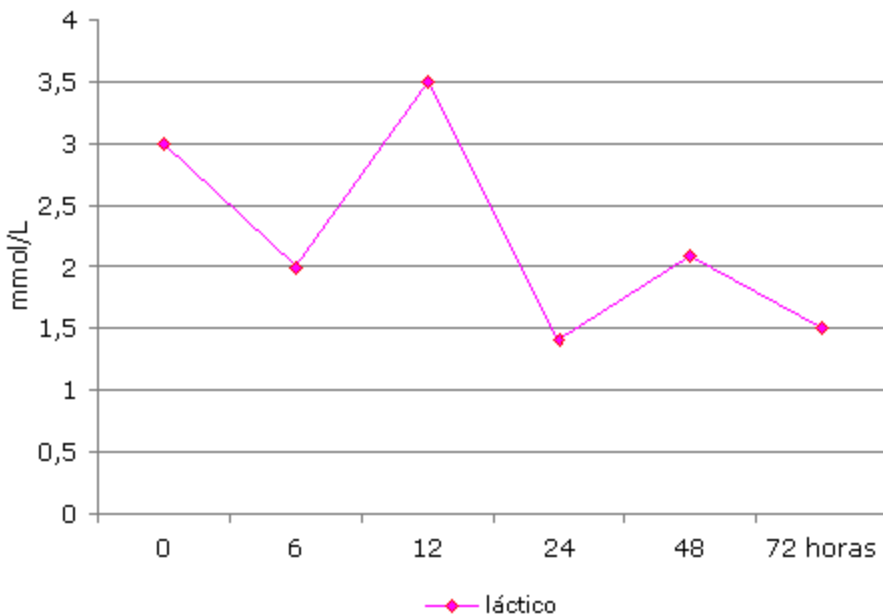


FIGURA 2. Comportamiento de lactatemia.

El ritmo diurético ([figura 3](#)) presentó un descenso a partir de las 6 h hasta un mínimo de 0,2 mL/(kg · h) a las 24 h. A partir de ese momento aumentó progresivamente hasta alcanzar un ritmo de 6,6 mL/(kg · h) a las 72 h. Se empleó epinefrina como

apoyo inotrópico, en dosis de $0,05 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$, y se fue disminuyendo progresivamente a partir de las 24 h hasta retirarlo a las 96 h.

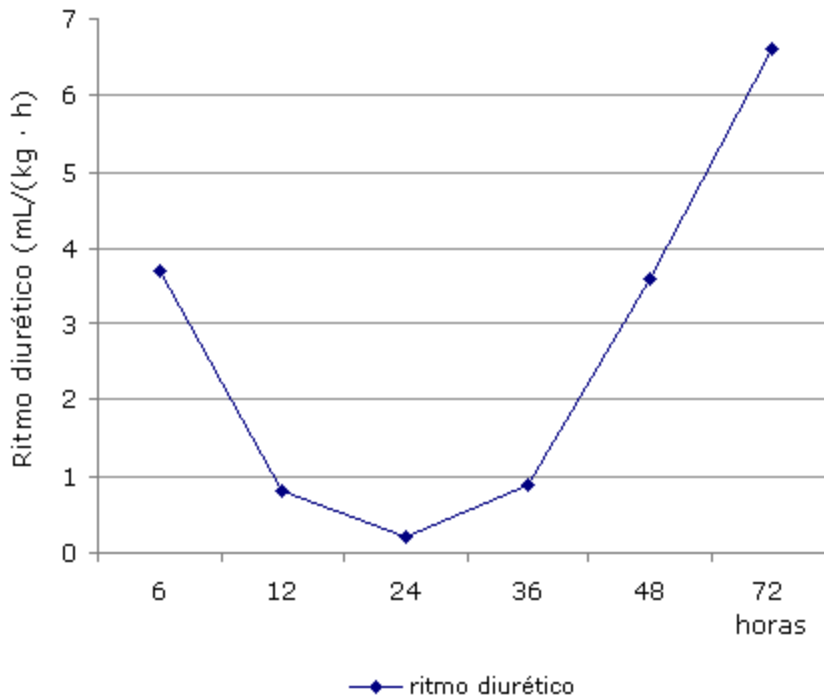


FIGURA 3. Comportamiento del ritmo diurético.

Como soporte ventilatorio se utilizó el respirador *Babylog 8000* en modo ventilación obligatoria intermitente sincronizada (SIMV) con los parámetros siguientes:

- fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) de 0,21;
- presión inspiratoria pico entre 20 y 24 $\text{cm H}_2\text{O}$;
- presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 4;
- frecuencia respiratoria entre 20 y 25 para lograr pCO_2 entre 40 y 45 mm Hg; y
- flujo inspiratorio entre 8 y 10 L/min.

Se logró la extubación exitosa a las 96 h del procedimiento. El paciente egresó 15 días después, con manifestaciones de insuficiencia cardíaca compensada, con tratamiento de digoxina, furosemida y captopril. Su curva de peso era ascendente.

DISCUSIÓN

El tratamiento posoperatorio de los pacientes con circulaciones en paralelo resulta complejo y controvertido. Las estrategias de manejo tradicional han estado dirigidas a optimizar la eficiencia circulatoria empleando la SaO_2 como un índice de balance de Qp/Qs e intentando mantener la SaO_2 dentro de un rango teóricamente óptimo de 75 % a 80 %, que resulte en SvO_2 entre 50 a 60 % y Qp/Qs cercano a 1,0.⁷

Generalmente se asume que la SaO₂ refleja la relación de gasto pulmonar (Qp) y gasto sistémico (Qs) en los recién nacidos con fisiología univentricular. Modelos matemáticos de circulación univentricular han demostrado que DO₂ es maximizada cuando Qp/Qs ≤ 1.⁸⁻¹⁰

La saturación sistémica de oxígeno se incrementa a medida que aumenta Qp/Qs, pero cuando la SaO₂ alcanza del 70 a 80 %, se hace una medida imprecisa de Qp/Qs. Por tanto, grandes cambios en Qp/Qs pueden no ser detectados. En este rango, ligeros incrementos en saturación sistémica pueden estar asociados con grandes descensos en entrega de oxígeno sistémica.⁹ Como resultado, la SaO₂ sistémica se correlaciona pobremente con Qp/Qs y es un mal predictor de DO₂. En contraste, la SvO₂ mejora significativamente la capacidad de estimar Qp/Qs y alcanza el pico máximo a Qp/Qs = 1.⁸ De ahí que la SvO₂ sea un mejor indicador de la entrega de oxígeno sistémico que la SaO₂.¹⁰

Rossi y cols.² reportaron por primera vez en 1994 la experiencia clínica monitorizando la SvO₂ después de procedimiento de Norwood I. Posteriormente, la monitorización de SvO₂ ha sido empleada en neonatos con SHCI antes y después del procedimiento de Norwood.^{5,6,11-15}

En un estudio realizado por Hoffman y cols.¹⁶, la SvO₂ por debajo de 30 % se correlacionó fuertemente con metabolismo anaerobio y fue un indicador de DO₂ inadecuada. En nuestro paciente la curva de SaO₂ se mantuvo constante durante el período evaluado, a diferencia de la SvO₂ y Ω (factor de exceso de oxígeno), que presentaron un descenso máximo alrededor de las 12 h, expresión de disminución de la entrega de O₂ sistémica. Ello se tradujo clínicamente por una disminución progresiva del ritmo diurético en las primeras 24 h del posoperatorio y además, se acompañó de un aumento transitorio de la presión arterial y una elevación de los niveles de ácido láctico. Este fenómeno puede explicarse por un aumento de las resistencias vasculares sistémicas asociado a un incremento del flujo sanguíneo pulmonar y un descenso del flujo sanguíneo sistémico, expresión de un desbalance transitorio de las circulaciones. A pesar de ello, la evolución del paciente fue favorable. La SvO₂ se mantuvo por encima del 50 %, aunque los valores de la SaO₂ estuvieron en un rango mayor del 80 %, lo cual hace pensar en un flujo pulmonar excesivo. Consideramos que este resultado se debió al empleo agresivo de vasodilatadores que permitió eliminar la hipoperfusión sistémica asociada con elevada SaO₂. Esto coincide con lo reportado por un reciente estudio, el cual plantea la posibilidad de que el flujo pulmonar excesivo no sea un factor influyente en la mortalidad.¹⁷

Tweddell y colaboradores¹⁸ encontraron en un estudio de 115 pacientes operados que la monitorización de SvO₂ fue la única variable predictora de mejoría de la supervivencia hospitalaria. Bradley y Altz⁴ reportaron monitorización de SvO₂ en 96 pacientes. SaO₂ se mantuvo constante en las primeras 48 h (alrededor del 80 %), mientras que la SvO₂ mostró una declinación significativa entre las 6 y 12 h, similar a lo observado en nuestro paciente y por otros grupos.^{2,6,14}

Buheitel y cols.¹⁹ propusieron un índice de entrega de oxígeno/consumo de oxígeno para el manejo de infantes con problemas cardiovasculares críticos (factor de exceso de oxígeno u omega). Ellos estudiaron a 25 infantes y niños con fisiopatología biventricular en el período posoperatorio después de una cirugía por cardiopatías congénitas. El índice cardíaco fue calculado usando el principio de Fick. La SvO₂

proporcionó un estimado razonable de índice cardíaco; sin embargo, Ú proveyó mejor estimado de índice cardíaco.

Barnea y cols.⁹, empleando un simulador de fisiología univentricular en una computadora, demostraron una relación lineal entre DO₂ contra omega. A medida que aumentó omega, la DO₂ se incrementó de manera lineal. Esta relación lineal no se alteró por cambios en el gasto cardíaco o en la saturación de venas pulmonares.

A modo de conclusiones, podemos plantear que el procedimiento paliativo híbrido representó una alternativa alentadora al procedimiento de Norwood I. La monitorización de la saturación venosa central de oxígeno, lactatemia y omega resultó de utilidad en el tratamiento posoperatorio de este paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shame N. Contemporary Trends in Postoperative Intensive Care for Pediatric Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18(2):218-27.
2. Rossi AF, Sommer RJ, Lotvin A, Gross RP, Steinberg LG, Kipel G, *et al*. Usefulness of intermittent monitoring of mixed venous oxygen saturation after stage 1 palliation for hypoplastic left heart syndrome. *Am J Cardiol* 1994;73:1118-23.
3. Ishino K, Stumper O, De Giovanni JJV, Silove ED, Wright JG, Sethia B, *et al* The modified Norwood procedure for hypoplastic left heart syndrome: Early to intermediate results of 120 patients with particular reference to aortic arch repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:920-30.
4. Bradley SM, Atz AM. Postoperative Management: The Role of Mixed Venous Oxygen Saturation Monitoring. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Ann* 2005;8:22-27.
5. Taeed R, Schwartz SM, Pearl JM, Raeke JL, Beekman RH, Manning PB, *et al* Unrecognized pulmonary venous desaturation early after Norwood palliation confounds Qp:Qs assessment and compromises oxygen delivery. *Circulation* 2001;103:2699-704.
6. Tweddell JS, Hoffman GM, Fedderly RT, Berger S, Thomas JP, Ghanayem NS, *et al* Phenoxybenzamine improves systemic oxygen delivery after the Norwood procedure. *Ann Thorac Surg* 1999;67:161-7.
7. Jacobs ML, Norwood WI. Hypoplastic left heart syndrome. In: Jacobs ML, Norwood WI, Eds., *Pediatric Cardiac Surgery: Current Issues*. Stoneham, MA: Butterworth-Heinmann; 1992. Pp. 182-92.
8. Barnea O, Austin EH, Richman B. Balancing the circulation: theoretic optimization of pulmonary/systemic flow ratio in hypoplastic left heart syndrome. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:1376-81.
9. Barnea O, Santamore WP, Rossi A, Salloum E, Chien S, Austin EH. Estimation of oxygen delivery in newborns with a univentricular circulation. *Circulation* 1998;98:1407-13.
10. Migliavacca F, Pennati G, Dubini G, Fumero R, Pietrabissa R, Urcelay G, *et al*. Modelling of the Norwood circulation: Effects of shunt size, vascular resistances, and heart rate. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001;280:H2076-86.
11. Austin EH. Postoperative management after the Norwood procedure. *Pediatr Card Surg Ann Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1998;1:109-121.

12. Tweddell JS, Hoffman GM. Postoperative management in patients with complex congenital heart disease. *Pediatr Card Surg Ann Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2002;5:187-205.
13. Riordan CJ, Locher JP, Santamore WP, Villafane J, Austin EH. Monitoring systemic venous oxygen saturation in the hypoplastic left heart syndrome. *Ann Thorac Surg* 1997;63:835-7.
14. Charpie JR, Dekeon MK, Goldberg CS, Mosca RS, Bove EL, Kulik TJ. Postoperative hemodynamics after Norwood palliation for hypoplastic left heart syndrome. *Am J Cardiol* 2001;87:198-202.
15. Bradley SM, Simsic JM, Atz AM. Hemodynamic effects of inspired carbon dioxide after the Norwood procedure. *Ann Thorac Surg* 2001;72:2088-94.
16. Hoffman GM, Ghanayem NS, Kampine JM; Berger S, Mussatto KA, Litwin SB, *et al.* Venous saturation and the anaerobic threshold in neonates after the Norwood procedure for hypoplastic left heart syndrome. *Ann Thorac Surg*. 2000;70:1515-21
17. Strauss KM, Dongas A, Hein U, Goelnitz F, Thies WR, Breymann T, *et al.* Stage 1 palliation of hypoplastic left heart syndrome: Implications of blood gases. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001;15:731-5.
18. Tweddell JS, Hoffman GM, Mussato KA, Fedderly RT, Berger S, Ghanayem NS, *et al.* Improved survival of patients undergoing palliation of hypoplastic left heart syndrome: lessons learned from 115 consecutive patients. *Circulation* 2002;106:I82-9.
19. Buheitel G, Scharf J, Hofbeck M, Singer H. Estimation of cardiac index by means of the arterial and the mixed venous oxygen content and pulmonary oxygen uptake determination in the early post-operative period following surgery of congenital heart disease. *Intensive Care Med*. 1994;20:500_3.

Recibido: 28 de mayo de 2007.

Aprobado: 16 de agosto de 2007.

Dr. Luis Alberto Bravo Pérez de Ordaz. Avenida 49 núm. 3427, esquina a 36, Reparto Kohly. La Habana, Cuba. Correo electrónico: luis.bravo@infomed.sld.cu