

## OXIMETRIA DE PULSO EN CARDIOPATIAS CONGENITAS CIANOGENAS

\*PASTOR LUNA  
\*\*JORGE ROMERO  
\*\*JAVIER MOLINA  
\*\*ULISES BELTRÁN  
\*\*MA. CARMEN LESPRÓN

## RESUMEN

En los niños con cardiopatías congénitas cianógenas (CCC) existe hipoxemia que se acentúa por manipulaciones anestésico-quirúrgicas, colapso pulmonar y/o disminución del flujo sanguíneo pulmonar (F.S.P.)

La oximetría de pulso es una técnica no invasiva para medir la saturación arterial de oxígeno ( $\text{SaO}_2$ ).

En este estudio evaluamos la hemodinamia y la  $\text{SaO}_2$  directa con 15 pacientes con CCC, bajo anestesia con halotano y oxígeno al 100%, correlacionando los resultados con el oxímetro de pulso Ohmeda Biox 3700. Encontrando una disminución de la frecuencia cardíaca (F.C.), Presión Arterial Sistólica (P.A.S.), Presión Arterial Diastólica (P.A.D.), la presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) y la  $\text{SaO}_2$  al colapso pulmonar y disminución del F.S.P. correlacionando significativamente con la  $\text{SaO}_2$  de la oximetría de pulso.

Concluimos que la oximetría de pulso es de utilidad para complementar la oximetría directa y manejar más adecuadamente la oxigenación de estos pacientes.

**Palabras clave:** Anestesia cardíaca: hipoxemia, oximetría de pulso, cardiopatía congénita cianógena (CCC).

## SUMMARY

In children with cyanotic congenital heart disease (CCHD) in which the hypoxemia is relevant, the management anesthetic and surgical, the pulmonary retraction and decreased pulmonary blood flow (PBR) increased the hypoxemia.

The pulse oximetry is non invasive technique useful for measurement of arterial oxygen saturation ( $\text{SaO}_2$ ).

The research determined the hemodynamic changes and  $\text{SaO}_2$  for directly measured in 15 fifteen children with CCHD which received anesthetic regimen with halothane and 100% oxygen the measurements was correlated with  $\text{SaO}_2$  obtained by pulse oximeter Ohmeda Biox 3700.

The values of heart rate (H.R.) systolic blood pressure (SBP) diastolic blood pressure (D.B.P.) arterial oxygen pressure with the pulmonary retraction and decreased of P.B.F., correlated significantly with  $\text{SaO}_2$  during pulse oximetry.

We conclude that pulse oximetry is a useful complement for direct oximetry for a more adequate management of oxygenation in CCHD.

**Key words:** Cardiac anesthesia: Hypoxemia, cyanotic congenital heart disease CCHD, pulse oximetry.

## INTRODUCCION

En los niños con cardiopatías congénitas cianógenas (CCC), cualquier condición que cause mayor deterioro en la saturación de oxígeno ( $\text{SaO}_2$ ), puede

amenazar la vida; el manejo transoperatorio de la vía aérea o de los vasos pulmonares provoca una disminución rápida del flujo sanguíneo pulmonar, con cambios en la relación ventilación/perfusión. Reconocer estas alteraciones de la oxigenación es muy difícil en la clínica.

\*Médico Jefe

\*\*Médico Adscrito.

Departamento de Anestesia Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez"

Recibido: 3 de septiembre de 1990. Aceptado: 20 de septiembre de 1990

Sobreiratos: Pastor Luna Departamento de Anestesiología INC Ignacio Chávez" Juan Badiano No. 1 Tlalpan, Mexico 14000, D.F

ca, ya sea por bradicardia, mayor cianosis o deterioro hemodinámico, sobre todo cuando estos niños están cubiertos por los campos estériles en la sala de operaciones.<sup>1</sup>

Las técnicas de inducción y el mantenimiento de la anestesia general en pacientes con cardiopatías congénitas cianógenas deben mejorar la saturación de oxígeno en la sangre arterial ( $SaO_2$ ) y controlar la estabilidad cardiovascular.<sup>2</sup> La oximetría de pulso es una técnica no invasiva para medir la saturación de oxígeno arterial, que se correlaciona estrechamente con las mediciones directas de la saturación.

En el presente estudio describimos nuestra experiencia inicial con el uso de la oximetría de pulso para mediciones no invasivas de la saturación, correlacionado con los cambios hemodinámicos observados con la medición directa de la presión arterial mediante la punición de la arteria radial izquierda.

#### MATERIAL Y METODOS

En el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", de la ciudad de México, estudiamos un grupo de 15 niños con diagnóstico de cardiopatías congénitas cianógenas, con edades que variaron entre: 15 días y 4 años (promedio 8.8 meses), con peso entre 2 y 15 kilos (promedio 5.6 kilos).

Los diagnósticos de las cardiopatías fueron: Tetralogía de Fallot (n = 4), Tronco común (n = 1), Vetrículo Unico (n = 1), Transposición de Grandes Vasos (n

= 3), Estenosis Pulmonar (n = 6). (Cuadro 1).

Los procedimientos quirúrgicos fueron: 11 Fistulas Sistémico Pulmonares, tipo Blalock Taussing; una corrección total de transposición de grandes vasos, una valvulotomía pulmonar y dos banding de la arteria pulmonar.

Todos los pacientes se clasificaron con estado físico II y III de la A.S.A. Sin recibir esquema de medicación pre-anestésica, en sala de operaciones se colocaron en la mesa operatoria y se monitorizaron con manguito conectado a un aparato de presión no invasivo Dinamap Critikon; electrocardiograma continuo y estetoscopio precordial. Posteriormente se colocó transductor de Oxímetro de Pulso Ohmeda Biox 3700 en el dedo medio de la mano derecha y/o en el lóbulo de la oreja. La inducción anestésica se llevó a cabo con halotano y mascarilla de oxígeno al 100%, efectuando incrementos del halogenado a una concentración máxima de 2%. Se administró bromuro de pancuronio 0.15 mg/kg I.V. a través de jelco No. 22 colocado en el dorso de la mano izquierda para facilitar la intubación endotraqueal y la ventilación manual con sistema "bain". Se procedió a la canulación de la arteria radial derecha o izquierda, según el procedimiento quirúrgico a realizar, y a la colocación de cateter de presión venosa central (PVC): Certofox Pediátrico calibre 18, a través de vena yugular interna derecha (VYID).

En los pacientes programados para cirugía paliativa (con Fistula A/V de Blalock-Taussing) se midió en forma simultánea: Frecuencia Cardiaca (FC), Presión Arterial

CUADRO I  
OXIMETRIA DE PULSO EN CARDIOPATIAS CONGENITAS CIANOGENAS

#	EDAD	PESO (KG)	DX.	OPERACION
1	2 AÑOS	10,950	T. FALLOT	FÍSTULA B.T.
2	5 MESES	7	T. COMÚN	BANDING PULMONAR
3	4 AÑOS	15,200	VENT. ÚNICO	FÍSTULA B.T.
4	4 MESES	4,450	T. FALLOT	FÍSTULA B.T.
5	5 MESES	5,900	T.G.V.	FÍSTULA B.T.
6	3 MESES	3,600	E.P.	FÍSTULA B.T.
7	4 MESES	3,560	E.P. + C.I.V.	FÍSTULA B.T.
8	2 MESES	5,500	E. PULMONAR	VALVULOTOMÍA
9	1 MES	3,500	T. FALLOT	FÍSTULA B.T.
10	2 MESES	4,225	ATRESIA PULM.	FÍSTULA B.T.
11	2 MESES	2,500	T. FALLOT	FÍSTULA B.T.
12	5 MESES	3,900	AP + C.I.V.	FÍSTULA B.T.
13	5 MESES	5,300	COAO + PCA	LIG.PCA Y BANDING P.
14	10 MESES	7,100	T.G.V.	CORRECION TOTAL
15	15 DÍAS	2,800	ATRESIA PULM.	FÍSTULA B.T.

CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES

Sistólica (PAS), Presión Arterial Diastólica (PAD) Sistémicas, Saturación de Oxígeno ( $\text{SaO}_2$ ) por Oximetría de Pulso y  $\text{SaO}_2$  por Oximetría Directa por muestra de la arteria radial. Todo en cinco intervalos durante la cirugía: 1) Control (después de la intubación orotraqueal y ventilación pulmonar con halotano y  $\text{O}_2$  al 100%); 2) Posterior o la toracotomía; 3) Un minuto después al colapso pulmonar; 4) a los 15 minutos después del colapso pulmonar y 5) Posterior al cierre de la toracotomía y con fistula A/V en función. En los casos de corrección total, Banding a la Arteria Pulmonar y Ventana Aorto-Pulmonar, se tomaron muestras arteriales y mediciones simultáneas de la  $\text{SaO}_2$  por Oximetría de Pulso en forma indistinta para evaluar la posibilidad de correlación entre  $\text{SaO}_2$  directa y  $\text{SpO}_2$ .

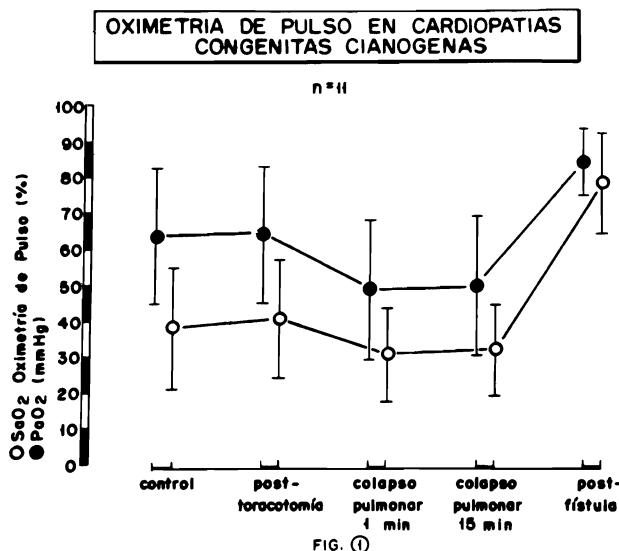
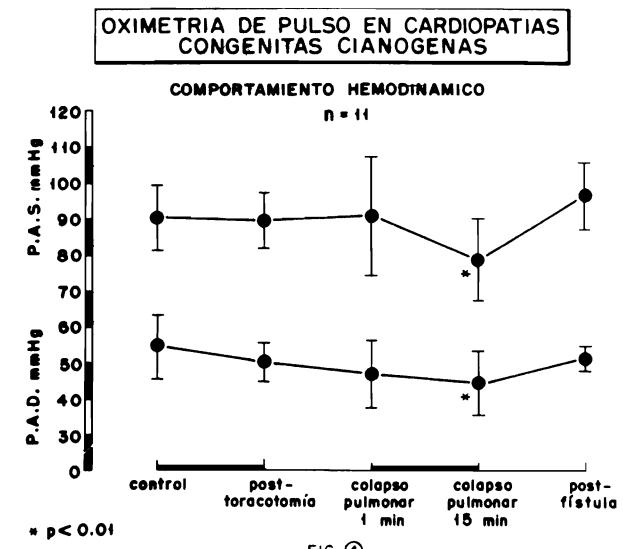
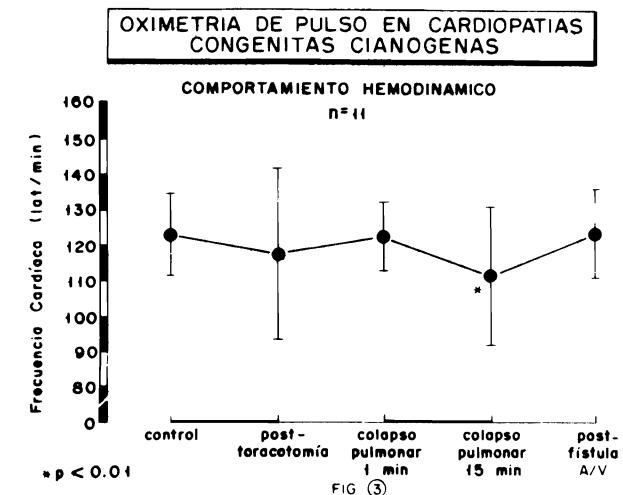
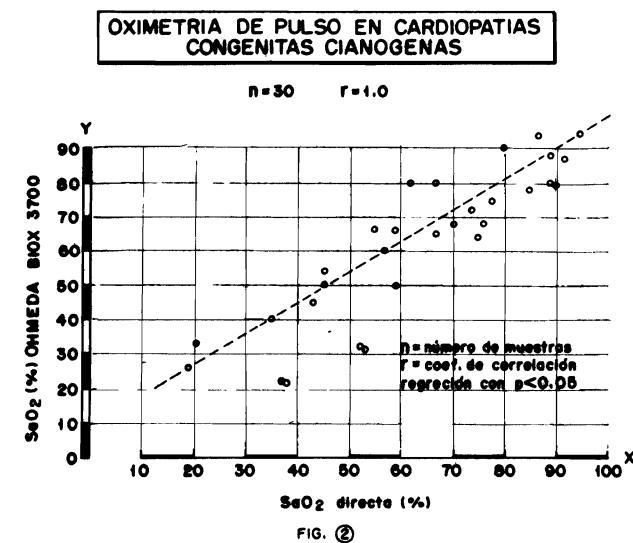
## RESULTADOS

En los pacientes con Tetralogía de Fallot en los que se realizó cirugía paliativa con fistula A/V de Blalock-Taussing se observó un cambio importante en la  $\text{SpO}_2$ , tanto al minuto como a los 15 minutos posteriores al colapso pulmonar que se asocia con una disminución de la  $\text{PaO}_2$  en forma directamente proporcional, existiendo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en relación con los valores control. De igual manera al expandir el pulmón colapsado y con la funcionalidad de la fistula A/V se observa un incremento significativo de la  $\text{SpO}_2$  y de la  $\text{PaO}_2$  en forma directamente proporcional  $P < 0.01$ , en relación al control y con los valores promedio obtenidos a los 15 minutos del colapso pulmonar. (Fig. 1).

Desde el punto de vista hemodinámico, la frecuencia cardíaca sólo mostró un cambio sensible a los 15 minutos del colapso pulmonar (TAS y TAD) en relación a los valores control con  $P < 0.01$  (Fig. 3 y 4).

De las muestras obtenidas de todos los pacientes en forma global para determinación directa de la  $\text{SaO}_2$  se

correlacionaron las mediciones obtenidas con  $\text{SpO}_2$ , encontrándose un coeficiente de correlación con valor de 1.0 y con una regresión significativa con  $P < 0.05$  (fig. 2).



## DISCUSION

En la actualidad, la oximetría de pulso ya forma parte de los cuidados de rutina en los pacientes a los que se administra anestesia general.<sup>3, 4</sup>

Su uso, casi universal, refleja la importancia que tiene, principalmente en los casos en que la hipoxemia es una amenaza inminente.

Sin embargo, su uso aislado, sin tomar muestras de gases arteriales, en los pacientes que necesitan de decisiones transoperatorias que se relacionan con su estado respiratorio, tiene que ser bien valorado. Particularmente en pacientes sometidos a cirugía torácica, en donde las anormalidades de la ventilación/perfusión y las manipulaciones tanto anestésicas como quirúrgicas frecuentemente causan hipoxemia.

En los pacientes pediátricos, que cursan con cardiopatías congénitas cianógenas y existe un corto circuito intracardíaco de diversa magnitud, se asocia una condición que acentúa la hipoxemia y que implica una mayor vigilancia respiratoria y hemodinámica; esto es, la disminución del flujo sanguíneo pulmonar que ocurre comúnmente en procedimientos quirúrgicos como el bandaje de la arteria pulmonar<sup>5</sup> y/o la colocación de una fistula sistémico-pulmonar de Blalock-Taussing.<sup>6</sup>

Esta reducción del flujo sanguíneo pulmonar se traduce en una disminución cuantitativa de la PaO<sub>2</sub> y la SaO<sub>2</sub>, que se determina por muestra directa de la sangre arterial, siendo este un método invasivo y que no proporciona, en la mayoría de los casos, el resultado en forma inmediata.

En los trabajos de Friesen y Casthely<sup>5, 7</sup> en los que utilizaron la oximetría de pulso durante el bandaje de la arteria pulmonar, se encontró que los cambios en SaO<sub>2</sub> en la oximetría de pulso se evidenciaban rápidamente, favoreciendo una intervención temprana para evaluar y/o modificar el manejo anestésico-quirúrgico, optimizando así, las condiciones de oxigenación en estos pacientes.

En nuestros resultados observamos que la saturación de oxígeno obtenido por oximetría de pulso, sufre cambios en forma directamente proporcional a la disminución de la PaO<sub>2</sub> y la SaO<sub>2</sub> medida en forma directa; encontrando además, que aunque en algunas muestras había diferencia entre los valores obtenidos, existe una correlación importante al comparar las determinaciones conseguidas por los dos métodos.

En cuanto a la utilidad de la oximetría de pulso en estudios que se han efectuado en pacientes sometidos a cirugía torácica, hay resultados controversiales. Concluyendo con los datos encontrados, que la seguridad se altera en este tipo de cirugía, durante la anestesia y que sólo es confiable para alertar ante la amenaza de hipoxemia inminente. Por lo tanto, la oximetría de pulso no debe usarse como sustituto de las determinaciones de gases en sangre arterial.<sup>8</sup>

Otros reportes mencionan errores altos y bajos cuando se comparan determinaciones correspondientes de mediciones directas.<sup>7, 9-11</sup>

Esto puede tener relación con varios factores, entre ellos el tipo de monitor utilizado, sobre lo cual Chung y colaboradores<sup>12</sup> han reportado que el monitor de oxígeno transcutáneo no es muy seguro durante la cirugía de tórax, para lo cual las casas comerciales que fabrican los distintos tipos de monitores especifican una seguridad de 1 a 2% aproximadamente.<sup>13, 14</sup>

Así mismo, en otros estudios se ha demostrado que la oximetría de pulso para medir SaO<sub>2</sub> por debajo de valores del 70-80% tiene importantes limitaciones,<sup>15, 16</sup> lo que parece estar relacionado con la calibración de los diferentes aparatos.<sup>13, 9</sup>

Aunque se ha mencionado que las determinaciones de SaO<sub>2</sub> por oximetría son principalmente de carácter técnico,<sup>17</sup> existen otros factores atribuibles al paciente como son: presencia de hemoglobina fetal, carboxihemoglobina, metahemoglobina, la diferencia del tiempo de tránsito sanguíneo en el lóbulo de la oreja y los dedos de la mano y la vasoconstricción, todo lo cual puede

## FRECUENCIA CARDIACA, PRESION SISTOLICA Y DIASTOLICA DURANTE ANESTESIA

TABLA # 2

	0	1	2	3	4
FC	122.8 ± 11.6 -	117.8 ± 24.1	121.4 ± 9.52	110.7 ± 19.35 *	122.8 ± 12.7
TAS	90 ± 9.25	89.28 ± 7.75	90.7 ± 16.56	78.57 ± 11.24 *	95.71 ± 9.03
TAD	54.28 ± 9.03	50 ± 5.34	47.1 ± 9.5	44.28 ± 9 *	51.4 ± 3.49

\* SIGNIFICATIVAMENTE ESTADÍSTICO P < 0.01  
EN RELACIÓN A VALORES CONTROL

producir artefactos que interfieran con el sensor del sistema.<sup>15</sup>

A pesar de que estas situaciones son aplicables a nuestros resultados, consideramos que la oximetría de pulso es de utilidad en el paciente pediátrico con cardiopatías congénitas cianógenas. Que tiene ventajas

porque los cambios en la  $\text{SaO}_2$  se evidencian en forma inmediata, lo cual supera a la medición directa de la misma, pero no la sustituye. Que la interpretación debe efectuarse con precaución y que los lineamientos para su uso deben complementarse para un manejo racional de este tipo de paciente.

## REFERENCIAS

1. BOXER R, GOTTFELD I, SING Y COL. *Noninvasive pulse oximetry in children with cyanotic congenital heart disease*. Crit Care Med 1987; 15:1062-1064.
2. LAISHLEY R S, BURROW F A, LERMAN J Y COL. *Effect of anesthetic induction regimens on oxygen saturation in cyanotic congenital heart disease*. Anesthesiology 1986; 65:673-677.
3. MIHM F G, HOLPERIN B D. *Noninvasive detection of profound arterial desaturation using a pulse oximetry device*. Anesthesiology 1985; 62:85-87.
4. TREMPER K K, BERKER S J. *Pulse oximetry*. Anesthesiology 1989; 70:98-108.
5. FRIESEN R H. *Pulse oximetry during pulmonary artery surgery*. Anesth Analg 1985; 64:276.
6. LUNA P. *Anestesia en Cardiología*. Ed Interamericana 1989; Cap 12, pp 94-112.
7. SEVERINGHAUS J W, NAIFEH K. *Accuracy of response of six pulse oximeters of profound hypoxia*. Anesthesiology 1987; 67:551-558.
8. DESIDERIO D P, WONG E, SHAH N Y COL. *A clinical evaluation of pulse oximetry during thoracic surgery*. J Cardiothoracic Anesthesia 1990; 4:30-34.
9. MENDELSON T, KENT J C, SHAHNARIAM A Y COL. *Simultaneous comparison of three noninvasive oximeters in healthy volunteers*. Med Instruments 1987; 21:1183-1188.
10. KAGLE D M, ALEXANDER C M, BERKS R S Y COL. *Evaluation of the Ohmeda 3,700 pulse oximetry: Steady-State and transient response characteristic*. Anesthesiology 1987; 66:376-380.
11. PAULOS D A. *Oximetry as a warning of inadequate ventilation*. Semin Anesth 1986; 5:188-193.
12. CHUNG M R, LICHTER J L, RANGACHARI K Y COL. *Transcutaneous monitors during one-lung ventilation, are they reliable?* J Cardiothor. Anesth 1988; 2:313-319.
13. TAYLOR M B, WHITMAN J G. *The accuracy of pulse oximeters: A comparative clinical evaluation of five pulse oximeters*. Anesthesia 1988; 43:229-232.
14. BRODSKY J B, SHULMAN M J, SWAN M Y COL. *Pulse oximetry during one lung ventilation*. Anesthesiology 1985; 63:212-214.
15. FANCONI S. *Pulse Oximetry for hypoxemia: A warning to users and manufacturers*. Intensive Care Med 1989; 15:540-542.
16. TAYLER I L, BOOMRAK TAMTIJIRA. *Continuous monitoring of arterial oxygen saturation with pulse oximetry during transfer to the recovery room*. Anesth Analg 1984; 64:1108-12.
17. JOSEPH M, CIVETTA, ROBERT W, TAYLOR. *Critical Care 1988; Lipincot Company Philadelphia*. Cap 30, 317-325.