

Experiencia y resultados

Hospital Pediátrico Docente "William Soler"
Servicio de Cardioanestesia

CORRELACIÓN ENTRE LA OXIMETRÍA DE PULSO Y LA GASOMETRÍA ARTERIAL EN EL PACIENTE DE ALTO RIESGO

Dr. Blas Hernández Suárez,¹ Dr. Lincoln de la Parte Pérez² y Dr. Alexis González Páez³

RESUMEN

Se realiza un análisis del valor de la saturación arterial de la hemoglobina, en un estudio prospectivo de 20 pacientes pediátricos programados para corregir su defecto anatómico cardiovascular, a los cuales se les realizaron 20 tomas de muestra para gasometría arterial y monitoreo continuo con oxímetro de pulso. Se hace además, una reseña histórica sobre saturometría transcutánea; se relacionan las características técnicas de los equipos utilizados. Se analizan los datos obtenidos, los cuales son comparados y se concluye en que las mediciones de saturometría transcutánea es un gran paso de avance en el monitoreo respiratorio y hemodinámico en el paciente de alto riesgo al que se le efectúa cirugía, además lo no invasivo lo hace la mejor y más económica elección en los quirófanos.

Descriptores DeCS: OXIMETRÍA/métodos; ANALISIS DE LOS GASES DE LA SANGRE/métodos; CARDIOPATIAS CONGENITAS/sangre.

La oximetría de pulso se basa en 2 principios físicos y funciona detectando cualquier lecho vascular arterial pulsátil interpuesto entre ondas de luz y un detector:

1. La luz absorbida de la hemoglobina oxigenada es diferente que la hemoglobina reducida en las 2 ondas de luces del oxímetro (660 y 940 nm).

¹ Especialista de I Grado en Anestesiología y Reanimación. Instructor de la Facultad "Enrique Cabrera". Jefe del Servicio de Cardioanestesia. Hospital Pediátrico Docente "William Soler".

² Especialista de II Grado en Anestesiología y Reanimación. Asistente de la Facultad "Enrique Cabrera".

³ Residente de 1er. año en Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario "Calixto García".

2. Lo absorbido por las 2 ondas de luces tiene un componente pulsátil, el cual es el resultado del volumen fluctuante de sangre arterial entre la fuente y el detector.¹⁻⁵

El tiempo de respuesta del oxímetro de pulso se verificó que fue más corto que otros monitores de tensión de O₂ transcutáneo o que los oxímetros tradicionales; requiere una adecuada perfusión periférica para operar exactamente y es afectado por diferentes elementos, como: hipotermia, bajo gasto cardíaco, vasoconstricción, electrocoagulación, aumento de la presión venosa central en la extremidad, exposición intensa a la luz ambiental, baja presión arterial media o alto índice de resistencia vascular sistémica (SVRI).

No obstante, no existe mucho conocimiento de los límites fisiológicos de trabajo del oxímetro de pulso.^{6,7}

Temper (1989) y colaboradores concluyeron que el oxímetro de pulso es lo suficientemente exacto para propósitos clínicos, incluso ante variaciones dadas por condiciones hemodinámicas.¹

Nos hemos trazado como objetivo fundamental en nuestro estudio correlacionar los valores obtenidos con los oxímetros DATAMEDIX y BCI 9000, (SaO₂) y la gasometría arterial (SatHb) y plasmar las propiedades de los equipos empleados, así como las características generales de los pacientes y tipo de defecto anatómico.

MÉTODOS

Se realiza un estudio en el Cardiocentro del Hospital Pediátrico Docente "William Soler", de 20 pacientes programados para cirugía cardiovascular electiva como corrección de su defecto anatómico y a los cuales se les realizaron un total de 20 tomas

de muestra para gasometría arterial y 20 registros grabados al unísono con la toma de muestra, de los valores registrados por los oxímetros DATAMEDIX modelos 507 y BCI-9000 con transductores transcutáneos, lo cual se utilizó para determinar la saturación de oxígeno de la hemoglobina (SpO₂). El transductor nunca se colocó en el brazo inferior en el decúbito lateral (toracotomía), pues al aumentar la presión venosa central (PVC) a extremos provoca lecturas falsas. Todos los pacientes se premedicaron con midazolam (0,2 mg/kg) y atropina (0,1 mg/kg), ambos por vía IM. Se insertaron trocates en venas periféricas y se puncionó la arteria radial o en su defecto la femoral para monitoreo invasivo continuo de la presión arterial acoplado a un sistema de polígrafos. Se monitoreó TA no invasiva; se realizó cateterismo vesical y se acopló una bolsa colectora para monitorear diuresis. Se registraron los valores de CO₂ espirado (ETCO₂) SpO₂, frecuencia cardíaca, CO₂ inspirado, fuerza cuantitativa del pulso, y ritmo respiratorio, por los equipos descritos.⁸

Todos los pacientes se ventilaron con el SERVO 900D y se calcularon todos los parámetros según la norma del servicio para cada paciente. La inducción se hizo con citrato de fentanilo (15 mcq/kg) y bromuro de pancuronio (0,1 mg/kg). El mantenimiento se realizó con citrato de fentanilo (20-50 mcq/kg) y bromuro de pancuronio (0,1 mg/kg).

El tanto por ciento de cortocircuito intrapulmonar se calculó con la regla para la mezcla venosa de la SIEMENS. Todos los equipos para el monitoreo fueron previamente calibrados.

En un estudio de 20 000 pacientes, *Moller* y colaboradores evaluaron la eficacia del oxímetro de pulso para mejorar los resultados después de la anestesia y obtuvieron que el diagnóstico de hipoxemia

se hizo con frecuencia 19 veces mayor que en los pacientes en los que no se aplicó la técnica.^{9,10}

Se realizó la toma de muestra después de la inducción de la anestesia antes de la derivación cardiopulmonar (*bypass*) y después de ella, según lo requirió el paciente; ésta se realizó con jeringuilla plástica desechable de 5 mL en arteria radial y se extrajeron 3 mL de sangre que se desechó y luego se extrajeron 2 mL que fueron llevados al laboratorio de nuestro servicio; el resultado se recogió en todos los casos siempre antes de los 5 min y no hubo que desechar ninguna muestra con más de 20 min de extraídas, método similar a lo reportado.¹¹ La muestra se analizó por el gasómetro digital AVL-945 y ABL 5 (Radiometer). Al unísono con la toma de muestra se registró el valor de SaO₂ lo cual quedó registrado al imprimirse por el equipo.

Se tuvieron en cuenta los factores que afectan la saturimetría transcutánea para ver alterada por este concepto la lectura del oxímetro de pulso, y son los siguientes:

- | | |
|---|---|
| -Intrínsecos: | - Extrínsecos: |
| <ul style="list-style-type: none"> • Carboxihemoglobina. • Metahemoglobina. • Baja presión de perfusión. • Vasoconstricción. • Hipotermia. • Bajo gasto cardíaco. • Resistencia vascular sistémica elevada. • Aumento de la PVC en la extremidad de medición. | <ul style="list-style-type: none"> • Colorantes intravasculares. • Pintura de uñas. • Luz ambiental. • Movimiento al dispositivo. • Electrocoagulador. |

RESULTADOS

En nuestro estudio hemos encontrado que el 60 % de los casos (12 pacientes) eran

del sexo masculino y el resto, 40 % (8 pacientes) del femenino (tabla 1).

TABLA 1. Distribución según sexo del valor del oxímetro (SpO₂) y la gasometría (SatHb)

Pacientes Sexo	No. de pacientes	Valor SpO ₂ /SatHb	Valor SatHb/SaO ₂
Femenino	8	1	7
Masculino	12	0	12
Total	20	1	19
%	100	3,70	96,30

El peso corporal estuvo entre 1,7 y 38,6 kg. Las edades oscilaron entre los 10 días y los 13 años.

En la tabla 2 aparecen las intervenciones quirúrgicas realizadas.

TABLA 2. Intervenciones realizadas

Defecto anatómico	No.	%
Ductus arterioso persistente	6	30
Comunicación interventricular	5	25
Drenaje anómalo de venas pulmonares	3	15
Tetralogía de Fallot	3	15
Coartación de la aorta	1	5
Insuficiencia mitral	1	5
Comunicación interauricular	1	5
Total	20	100

De la totalidad de los pacientes a 17 (85 %) se les canalizó la arteria radial, y a 3 (15 %) la arteria femoral. Los valores de SpO₂ fueron registrados en 5 pacientes (25 %) por el oxímetro DATAMEDIX modelo 507, y el resto de los pacientes 15 (75 %) por el BCI-9000 tal como se refleja en la tabla 3.

COMENTARIOS

Encontramos diferencias significativas entre el valor registrado por el oxímetro de

pulso (SpO_2) y el valor de la SatHb por gasometría arterial, donde aparece que en el 96,30 % de los casos existía una diferencia de aproximadamente 2,65 en el valor SpO_2 /SatHb y que sólo en el 3,70 % existía una diferencia de 1,5 en el valor SatHb/ SpO_2 , tal como se expone en la tabla 2.

TABLA 3. Correspondencia según el sexo del registro del oxímetro y de la localización del trócar arterial

Pacientes Sexo	Arteria		Arteria femoral	Datamedix	BCI-9000
	radial	No.			
Femenino	8	6	2	2	6
Masculino	12	11	1	3	9
Total	20	17	3	5	15
%	100	85	15	25	75

Se puede decir que la diferencia entre los valores de la saturación de la hemoglobina registrados por el oxímetro de pulso o la gasometría no estuvo influida por la edad, el sexo o el peso de los pacientes.

Con el uso del método de la oximetría de pulso para medir la saturación de la hemoglobina se hace un registro de manera más rápida, fácil y confiable con sólo una diferencia de 2,5 del valor.

Incluso resultaría a largo plazo un método mucho más económico que la gasometría arterial, unido a que es un método no invasivo y registra el valor de manera continua; sólo se falsea ante problemas de calibración a diferencia de los posibles errores en la toma de muestra, humanos y de calibración de los equipos gasométricos.

DISCUSIÓN

Desde que *Scott Wiber* a finales de la década del 70 desarrolló el primer oxímetro

aceptado clínicamente y comercializado por la BIOX CORP, se pasó a considerar la oximetría de pulso una obligatoriedad en las normas para monitorización transoperatoria básica durante la administración de los agentes anestésicos, para lograr equipos muy exactos, con registros de datos y ondas.

Ha sido el uso de los oxímetros transcutáneos una constante para los anestesiólogos de los quirófanos del mundo.⁴ Al convertirse rápidamente en un monitor común en las unidades de cuidados intensivos, salones de operaciones y salas de recuperación, esta correlación de técnicas nos la propusimos para evaluar la precisión del oxímetro, la cual ya fue analizada en estudios por *Moller* (1989), que determinó la eficacia del oxímetro en un estudio a doble ciegos de 20 000 pacientes en 5 hospitales daneses donde obtuvo resultados satisfactorios. Hemos podido corroborar con nuestro estudio dicha eficacia al no reportarse diferencias significativas entre el valor de SpO_2 /SatHb y en el 96,30 % de los casos aparece una diferencia de 2,65 entre el valor de SpO_2 /SatHb por gasometría arterial y sólo en el 3,70 % una diferencia de 1,5 entre el valor SatHb/ SpO_2 por oximetría.

Al igual que *Moller* (1989) el diagnóstico de hipoxemia se hizo con una frecuencia 10 veces mayor que en pacientes a los que antes no se les aplicaba la técnica; no se reportaron complicaciones atribuidas a la técnica empleada, lo que constituye un método confiable, seguro y no invasivo donde se logra un registro continuo de saturación de la hemoglobina y un tiempo de respuesta que fue más corto que otros monitores de tensión de oxígeno transcutáneo o que los oxímetros tradicionales.

Con la introducción del oxímetro en los servicios de salud se ha logrado un paso

de avance no sólo en cuanto a confiabilidad, fácil manejo y lectura del valor de saturación de la hemoglobina, sino que además sitúa a nuestros servicios a la par del desarrollo tecnológico y electrónico de otros centros de vanguardia al nivel mundial.

Tenemos la ventaja de que en Cuba la empresa COMBIOMED produce el OXY 9800, el cual ha demostrado su eficiencia en un gran área de utilización.

El estudio muestra las ventajas y la seguridad que aporta el uso del oxímetro en pacientes de alto riesgo cardiovascular.

SUMMARY

An analysis of the value of the arterial saturation of hemoglobin was carried out in a prospective study of 20 pediatric patients, programmed to correct their cardiovascular anatomic defect; 20 samples were taken from them for blood gas analysis, and a continuous monitoring with a pulse oxymeter was ordered. Also a short story about percutaneous saturation measuring, is made; the technical characteristics of the equipment used, are listed. The data obtained are analyzed and compared, and it is concluded that the percutaneous saturation measurements are a great advancement in the respiratory and hemodynamical monitoring of the high risk patient to whom surgery is done; also, its non-invasive characteristics makes it the best and most economic choice in the operating room.

Subject headings: OXYMETRY/methods; BLOOD GAS ANALYSIS/methods; HEART DEFECTS; CONGENITAL/blood.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Temper KK. Pulse oximetry. *Anesthesiology* 1989;70(1):98.
2. Squire JR. Instrument for measuring quantity of blood and its degree of oxygenation in web of the hand. *Clin Sci* 1987;4:331-9.
3. Knill RL, Clement JL. Assessment of two non-invasive monitors of arterial oxygenation in anesthetized man. *Anesth Analg* 1982;61:582-6.
4. Newson CD. Modified sensor for pulse oximetry in children. *Anaesth* 1994;49(9):831.
5. Palve H. Pulse oximetry during low cardiac output and hypothermia states immediately after open heart surgery. *Crit Care Med* 1989;17(1):66-9.
6. Luttkus A. Continuous monitoring of fetal oxygen saturation by pulse oximetry. *Obstet Gynecol* 1995;85(2):183-9.
7. Novedades en productos: Capnógrafo/Oxímetro BCI 9000. *Hospital* 1993;49(2):57.
8. Yelderman M. Evaluation of pulse oximetry. *Anesthesiology* 1983;59:349-52.
9. Moller JT. Randomized evaluation of pulse oximetry in 20.802 patients I. Designs demography pulse oximetry failure rate, and overall complication rate. *Anesthesiology* 1993;78:436-44.
10. Moller JT. Randomized evaluation of pulse oximetry in 20.802 patients II. Perioperative events and posoperative complications. *Anesthesiology* 1993;78:445-53.
11. Cruz LE. Interpretación clínica de los gases sanguíneos. *Colombia Med* 1993;24(3):98-103.

Recibido: 24 de noviembre de 1997. Aprobado: 6 de marzo de 1998.

Dr. Blas Hernández Suárez. Ave. 35, No. 4204, apto. 3, Habana 11300, Ciudad de La Habana, Cuba.