

Oximetría de pulso: Una Alternativa Confiable para el Monitoreo no Invasivo de la Presión Arterial Sanguínea en la Anestesia del Recién Nacido y Lactante

Manuel Jesús Blanco Pajón*, Teresita De Jesús Luna Cruz[§], Fernando José Escalante Villamil*, Manuel Ordóñez Luna[‡]

RESUMEN

La medición de la presión arterial sistémica (PAS), es difícil en el recién nacido y lactante con los métodos comunes (palpación y auscultación). El uso de un detector de flujo sanguíneo ultrasónico Doppler es recomendado como un método confiable en estos pacientes. Este estudio evalúa el uso de la oximetría de pulso para medir la PAS sistólica en 50 pacientes bajo anestesia general menores de 2 años de edad. Usamos la reaparición visual de las ondas pletismográficas en el monitor o pantalla al desinflar el manguito del esfigmomanómetro para determinar esta presión, comparada con la PSA sistólica obtenida simultáneamente con el Doppler en el mismo procedimiento. Se efectuaron 5 pares de mediciones en cada paciente. Obtuvimos excelente correlación estadística en esta comparación ($r=0.999$, $p=0.000$). Se concluye que la oximetría de pulso es una alternativa confiable y sencilla para el monitoreo de la PAS sistólica en la anestesia del recién nacido y lactante.

Palabras Clave: Equipo: Brazaletes de presión sanguínea, Doppler, Oxímetro de pulso. Monitoreo: Presión sanguínea, Oximetría de pulso.

SUMMARY

PULSE OXIMETRY AS A ALTERNATIVE TO NON INVASIVE MONITORING OF THE BLOOD ARTERIAL PRESSURE IN NEW BORN AND INFANTS

The measurement of the arterial blood pressure is difficult with the newborn and nursing infant, using common methods (palpation and auscultation). The use of a ultrasonic Doppler blood flow detector is recommended as a reliable method with these patients. This study evaluates the use of the pulse oximetry to measure the systolic arterial blood pressure on 50 anesthetized patients under 2 years old. We used the reappearance of visual display of the plethysmographic wave form in the finger while deflating the standard aneroid sphygmomanometer handle to determine this pressure, compared with the systolic arterial pressure simultaneously obtained with the Doppler in the same procedure. We make five pairs of measurements with each patient. We obtained an excellent correlation with this comparison ($r = 0.999$, $p = 0.000$). We concluded that the pulse oximetry is a reliable and easy method for monitoring the systolic arterial blood pressure in the anesthesia of the newborn and nursing infant.

Key Words: Equipment: sphygmomanometer, Doppler, pulse oximeter. Monitoring: blood pressure, pulse oximetry

* Médico Anestesiólogo Hospital General O'Horán SSA, Mérida Yucatán. [§]Médico Residente de Tercer Año de Anestesiología Hospital General O'Horán SSA, Mérida Yucatán. [‡]Maestro en Salud Pública, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán. Correspondencia: Manuel Jesús Blanco P. Departamento de Anestesiología Hospital General O'Horán, SSA, Ave. Itzáes X 59-A CP. 97000, Mérida Yuc., México.

La medición de la presión arterial sanguínea (PAS), es extraordinariamente útil y necesaria para valorar el estado anestésico y cardiovascular en el periodo perioperatorio.

En los pacientes recién nacidos y lactantes, esta medición representa particularmente un problema, dadas las condiciones anatómicas (tamaño de la

extremidad, arterias pequeñas, laxitud de los tejidos, etc.), para adaptar la campana de un estetoscopio, por pequeña que sea, y escuchar los ruidos de Korotkoff con el método tradicional no invasivo de medición indirecta con esfigmomanómetro y brazalete neumático. La palpación del pulso arterial en estas edades pediátricas también es difícil en condiciones anestésico - quirúrgicas.

Desde su introducción a la práctica clínica anestesiológica en 1983^{1,2}, la oximetría de pulso se ha vuelto por su fácil acceso y carácter no invasivo, un método de vigilancia anestesiológico indispensable, extraordinariamente útil para prevenir hipoxemia³⁻⁸, particularmente en recién nacidos y lactantes que son de alta vulnerabilidad en este sentido⁹⁻¹¹. El oxímetro de pulso, mide mediante un sistema de emisión y absorción de ondas de luz roja e infrarroja, la saturación de la hemoglobina de la sangre arterial que llega al lecho capilar de un tejido determinado con cada latido cardíaco¹²⁻¹⁴, teniendo constantemente la seguridad de estar proporcionando una integridad en este sentido a todos los tejidos de la economía, precisamente bajo condiciones de anestesia, en donde por su naturaleza misma, podría existir un compromiso en la ventilación y oxigenación tisulares en cualquier momento. De esta manera se observa en la pantalla la imagen de las ondas sanguíneas arteriales (ondas pletismográficas).

Al insuflar el mango del brazalete de un esfigmomanómetro colocado en la parte proximal de una extremidad del paciente en relación al sensor de un oxímetro de pulso colocado en cualquiera de los dedos de ésta, se observa que las ondas pletismográficas oximétricas desaparecen a una determinada presión (PAS sistólica), significando este momento ausencia de flujo sanguíneo arterial distal al mango. Así mismo, al desinflar éste lentamente, se puede observar en un momento dado, que al llegar a una determinada presión (PAS sistólica) la reaparición de las ondas oximétricas en la pantalla.

Dado: 1) que la auscultación de los ruidos de Korotkoff y la palpación arterial son difíciles en recién nacidos y lactantes; 2) que aunque para la medición de la PAS sistólica en estos pacientes, el uso de un detector de flujo sanguíneo ultrasónico Doppler, resulta el método no invasivo recomendado^{15,16}, no es fácil contar con este elemento en la práctica anestésica común; y 3) que en la actualidad el oxímetro de pulso constituye un elemento obligado en la monitorización de todo acto anestésico, reglamentado desde 1986, como norma de seguridad¹⁷⁻²⁰, por ello pensamos demostrar la posibilidad de obtener un método sencill

lo y de fácil acceso para medir la PAS sistólica en los pacientes menores de 2 años de edad, mediante la reaparición de las ondas pletismográficas con el desinflado del manguito de presión, simulando y sustituyendo al primer ruido de Korotkoff, en el procedimiento rutinario más usado en la práctica para medir la PAS con un esfigmomanómetro aneroide.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 50 pacientes menores de 2 años de edad sometidos a anestesia general con intubación traqueal para diversos procedimientos quirúrgicos. Se excluyeron aquellos que pudieron cursar con inestabilidad hemodinámica (deshidratación, hemorragia, hipotermia, hipertermia) y enfermedad vascular periférica. El procedimiento se efectuó 5 minutos después de la intubación traqueal. Se utilizó un esfigmomanómetro aneroide marca Tycos conectado a un brazalete con manguito de presión adecuado al tamaño del brazo de cada paciente, de acuerdo a las especificaciones de la American Heart Association²¹. Para la oximetría de pulso, se utilizó un Oxicap 4500 Ohmeda con un sensor modelo Flex Probe (de banda adhesiva) de la misma marca, colocado en el dedo medio de la misma extremidad superior en los pacientes menores de 5 Kg de peso, usando en los pacientes con peso mayor de 5 Kg. un sensor tipo clip colocado en el pulgar o dedos medio e índice, hasta obtener en la pantalla ondas pletismográficas claras y perfectamente definidas. Se utilizó un detector ultrasónico Doppler de flujo sanguíneo marca Parks Medical Electronics Inc. modelo 811, con un sensor pediátrico de 9.4 MHz colocado sobre la arteria radial a nivel de la muñeca de la misma extremidad, hasta obtener un sonido nítido del flujo sanguíneo. Enseguida se procedió a insuflar el mango del brazalete hasta una presión de 20 mmHg por arriba de la presión requerida para la completa desaparición visual en la pantalla del Oxímetro de las ondas pletismográficas y auditiva del sonido Doppler. A continuación se procedió a desinflar lentamente el manguito del brazalete. Se fijó como la PAS sistólica Doppler (BP-Dopp) a la observada en el esfigmomanómetro al momento de reaparecer el primer sonido del pulso arterial Doppler y como PAS sistólica oximétrica (BP-Ox) a la observada en el esfigmomanómetro al momento de reaparecer la primera onda pletismográfica en la pantalla, perfectamente identificada. Para esta identificación, es importante mencionar que al reiniciarse e irse incrementando el flujo sanguíneo distal con el progresivo desinflado del manguito, esta primera onda pletismográfica que apa-

rece es pequeña y con morfología similar a la cúspide de la onda original, haciéndose en cada latido cada vez más grandes, hasta alcanzar su tamaño real.

Se efectuaron 5 pares de mediciones (BD Dopp y BP Ox) en cada paciente, con un intervalo de 2 minutos entre cada par de medición para asegurar un adecuado restablecimiento del flujo sanguíneo distal, posterior al desinflado del manguito en cada caso²². Para simplificar el procedimiento estadístico se obtuvo en cada paciente el promedio de las 5 mediciones de BP Dopp y BP Ox. Los 50 promedios de ambos métodos fueron sometidos a la prueba de t pareada y al análisis de regresión lineal para su comparación.

RESULTADOS

Se efectuaron 250 pares de mediciones de la PAS sistólica (BP Dopp y BP Ox) en 50 pacientes con edad comprendida entre 1 día y 24 meses: 18 recién nacidos, 19 lactantes menores (1 a 12 meses) y 13 lactantes mayores (12 a 24 meses). El peso menor fue 1.800 Kg, el mayor 11.300 Kg con un promedio de 4.423 Kg. Correspondieron al sexo masculino 29 pacientes y al femenino 21.

La BP Dopp mínima registrada fue de 46 mmHg y la máxima de 140 mmHg, con una cifra media de 85.72 mmHg. La BP Ox mínima fue de 46 mmHg y la máxima de 136 mmHg, con una cifra media de 82.56 mmHg. En todos los pares de mediciones, la BP Dopp fue siempre mayor o igual a la BP Ox. La relación encontrada entre las lecturas de BP Ox (x) y BP Dopp (y), fue de $y = 0.9642282(x) + 0.00$, con un coeficiente de correlación $r = 0.9998767$, con una $p = 0.000$ ($p < 0.0000000$, fig 1).

La diferencia media entre ambos métodos fue de 3.16 mmHg con una desviación standard de ± 1.23 mmHg.

DISCUSION

Desde que la oximetría de pulso se introdujo a la práctica clínica anestesiológica en 1983^{1,2} y su establecimiento como norma de seguridad y monitoreo anestésico en 1986¹⁵⁻¹⁸ por su gran utilidad para prevenir hipoxemia, se han investigado otras aplicaciones diferentes de su objetivo primario (medición no invasiva de la saturación arterial de oxígeno): valoración de pulsos periféricos^{4,23}, circulación sanguínea en extremidades incluyendo la prueba de Allen^{4,24}; valoración de la isquemia en enfermedades vasculares periféricas^{4,26}; viabilidad de intestino isquémico²⁷, com-

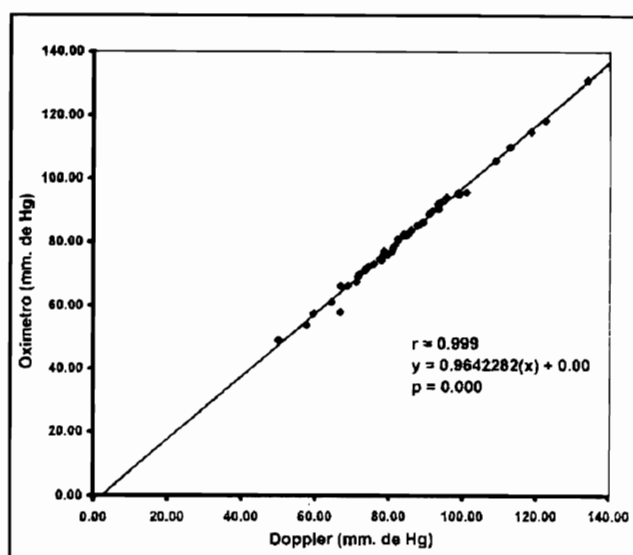


Figura 1.

presión arterial durante artroscopia de hombro manipulación de una fractura^{4,28,29}; circulación en los dedos reimplantados o injertos^{4,38}, etc. Hay algunos reportes sobre la utilidad para la determinación de la PAS sistólica^{2,4,22,31,32}, sin embargo, la población pediátrica estudiada en éstos es poca y no existe a la fecha algún trabajo al respecto específicamente realizado en menores de 2 años de edad, precisamente donde la medición de la presión arterial no invasiva con el tradicional esfigmomanómetro y auscultación o palpación, es difícil por el tamaño de las extremidades, arterias pequeñas y laxitud de los tejidos.

Por sus características propias y fácil manejo, el uso de un detector de flujo sanguíneo Doppler utilizando un sensor pequeño, resulta ser el método recomendado y confiable para la medición no invasiva de la PAS con un esfigmomanómetro y brazaletes de tamaño adecuado en niños pequeños^{15,16}. Por esto, en el presente estudio tomamos a este procedimiento como punto de comparación para valorar la confiabilidad de la oximetría de pulso como método alternativo para el monitoreo de la PAS en la anestesia del recién nacido y lactante.

No existe acuerdo entre los diversos reportes bibliográficos en relación a considerar, ya sea la desaparición visual de las ondas pletismográficas oximétricas al insuflado del manguito de presión, o la reaparición de las mismas al desinflado, para determinar la cifra de PAS sistólica por este método oximétrico. Chawla y cols²² mencionan que existe realmente una pequeña diferencia entre la cifra de la PAS sistólica obtenida con la desaparición de las ondas pletismográficas y la obtenida por reaparición de las mismas,

debido probablemente, a que el flujo sanguíneo arterial presente en la extremidad distal al manguito, al momento en uno u otro caso es diferente, siendo de 18.6% en relación a la circulación basal de la extremidad a la desaparición visual pletismográfica (inflado) y de un 4% a la reaparición al desinflado³³. Sin embargo, en ambos casos, la correlación encontrada por los diversos autores, en comparación con otros métodos de medición de la PAS fue buena. Wallace y cols², usando la desaparición de las ondas pletismográficas oximétricas al inflado del manguito, obtuvieron buena correlación con el método Doppler ($r = 0.93$) para medir la PAS sistólica en 51 pacientes y de éstos, 8 fueron menores de 1 año de edad. Talke y cols³¹, usando la reaparición de las ondas pletismográficas al desinflado para determinar la PAS sistólica, obtuvieron excelente correlación con el Doppler ($r = 0.996$). Chawla y cols²², comparando la PAS sistólica obtenida por el método auscultatorio tradicional (ruidos de Korotkoff) con la obtenida por oximetría de pulso, encontraron buena correlación usando tanto la desaparición de las ondas pletismográficas al inflado ($r = 0.862$) como la reaparición de las mismas al desinflado del manguito ($r = 0.791$), pero una correlación mejor ($r = 0.871$), usando el promedio de la suma de éstos 2 (PAS sistólica por desaparición + PAS sistólica por reaparición²).

En nuestro estudio, consideramos que debido a que la práctica anestésica requiere de múltiples y frecuentes mediciones de la PAS, resultaría más sencillo y fácil considerar únicamente la reaparición visual de las ondas pletismográficas al desinflado del manguito para determinar la PAS sistólica, por la similitud técnica con el tradicional (y más usado en la práctica médica) método auscultatorio (ruidos de Korotkoff) con el esfigmomanómetro aneroide.

Talke²⁹ menciona que la sensibilidad del oxímetro de pulso para detectar el restablecimiento del flujo sanguíneo en la extremidad posterior a una oclusión circulatorio, es alta. Lawson³³ demostró que solamente se requiere la restitución del 4% de la circulación basal en este sentido, para que el oxímetro de pulso lo detecte. Severinghaus³⁴ menciona que el oxímetro de pulso presenta normalmente un breve retraso para el procesamiento de la información desde el sensor y que se deberán acumular algunos ciclos circulatorios arteriales a partir de la reactivación de la circulación, posterior a una oclusión arterial en la extremidad, antes de reaparecer visualmente en la pantalla las ondas pletismográficas, existiendo por tanto, también un retraso en la información de la cifra de saturación arterial. Este retraso, aunque breve, varía

de una marca comercial a otra y por lo tanto, podría significar una variación en algunos mm Hg en la cifra de la PAS sistólica determinada por oximetría de pulso obtenida con diferentes monitores. A este respecto Alexander¹² hizo una evaluación de las propiedades de los oxímetros de pulso de diferentes marcas comerciales encontrando ser más sensibles (menor retraso en el procesamiento de la información) para la medición de la PAS, el Ohmeda Biox 3700 y el Nellcor N - 200.

En el presente estudio, la correlación encontrada al comparar las cifras de la PAS sistólica obtenidas por oximetría de pulso con el Oxicap 4700 Ohmeda, usando la reaparición visual de las ondas oximétricas al desinflado del manguito del esfigmomanómetro aneroide, con las obtenidas simultáneamente en el mismo procedimiento con un detector ultrasónico Doppler de flujo sanguíneo colocado en la misma extremidad en pacientes menores de 2 años de edad, fue excelente ($r = 0.999$, $p = 0.000$). Esto demuestra la confiabilidad de la oximetría de pulso como una alternativa sencilla para el monitoreo de la PAS en la anestesia de estas edades pediátricas, cuando no se disponga de un detector ultrasónico Doppler para ello. Definitivamente, las limitaciones y fallas del método serán las mismas que tradicionalmente han sido reportadas para oximetría de pulso: hipotermia, movimientos del paciente, interferencia por electro-cauterio, vasoconstricción, estados de choque circulatorio, mala posición del sensor, etc^{4,12,34}.

REFERENCIAS

1. Yelderman M, New W. Evaluation of pulse oximetry. *Anesthesiology* 1983;59:349-352
2. Wallace CT, Baker JD, Alpert CC, Tankerley SJ, Conroy JM, Kerns RE. Comparison of Blood pressure measurement by Doppler and by Pulse oximetry techniques. *Anesth Analg* 1987;66:1018-1019
3. Severinghaus JW, Astrup P. History of blood gas analysis VI. Oximetry. *J. Clin Monit* 1986;2:270-288
4. Severinghaus JW, Kelleher JF. Recent development in pulse oximetry. *Anesthesiology* 1992;76:1018-1038
5. Scuderi PE, Bowton DL, Anderson RL, Prough DS. Pulse Oximetry: Would Further Technicals Alterations Improve Patients outcome? *Anesth Analg* 1992;74:177-180
6. Cullen DJ, Nemskal AR, Cooper JB, Zaslavsky A, Dwyer MJ. Effect of pulse oximetry age, and ASA physical status on the frequency of patients admittes unexpectedly to a pos operative intensive care unit and the severity of their anesthesia related complications. *Anesth Analg* 1992;74:181-188
7. Moller JT, Johannessen NW, Berg H, Espersen K, Larsen LE. Hypoxemia during anesthesia-an observer study. *Br J Anaesth* 1991;66:437-444
8. Runciman WB, Webb RK, Barker L, Currie M. The Pulse Oximeter: Aplications and limitations- An analysis of 2000 Incident Reports. *Anaesth Intens Care* 1993;21:543-550
9. Wilton NCT. Consideraciones y problemas especiales en el monitoreo de los niños. En: Clínicas de Anestesiología de Norteamérica, México D.F., Nueva Editorial Interamericana, SA de CV, 1994; págs

- 287-321
10. Coté CJ, Goldstein CA, Coté MA. A single blind study of pulse oximetry in children. *Anesthesiology* 1988;68:184-188
11. Coté CJ, Rolf N, Liu LMP. A single blind study of combined pulse oximetry and capnography in children. *Anesthesiology* 1991;74:980-987
12. Alexander CM, Teyer LE, Gross JB. Principles of pulse oximetry. Theoretical and practical considerations. *Anesth Analg* 1989; 68:368-370
13. Collins BJ. Vigilancia del estado fisiológico del paciente anestesiado, en Collins BJ: Anestesiología, Segunda Edición, México D.F., Nueva Editorial Interamericana SA de CV. 1980. Pág 26-65
14. Fernández LJ, Aldrete JA. Oximetría de pulso. En: Aldrete JA. Texto de Anestesiología Teórico Práctico, México D.F. Salvat Mexicana de Ediciones SA de CV, 1990. Pág 1491-1500
15. Jones BR, Hughes SA. Monitoreo del Aparato Vascular Periférico. En: Clínicas de Anestesiología de Norteamérica, México D.F., Nueva Editorial Interamericana, 1994 Pág 191-206
16. Poppers PJ. Controlled evaluation of Ultrasonic measurement of systolic and diastolic blood pressures in pediatric patients. *Anesthesiology* 1973;38:187-190
17. Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ, Maierwr, Philip JH. Standards for patient monitoring during anesthesia at Harvard Medical School. *JAMA* 1986;256:1017-1020
18. American Society for Anesthesiologists. Standards of basic intraoperative monitoring. *ASA Newsletter* 1986;50:9
19. Reglamento de Seguridad en los Quirófanos. *Anestesia en México* 1990; 2:107-111.
20. Mínimos de calidad para la Práctica de la Anestesiología. *Anestesia en México* 1994;6:386-392
21. American Heart Association: Recommendations for human -blood pressure determination by sphygmomanometer. *Circulation* 1980; 62:1146A
22. Chawla R, Kumarverl V, Girdhar KK, Sethi AK, Indrayan A, Bhattacharya A. Can Pulse Oximetry Be Used to Measure systolic blood pressure?. *Anesth Analg* 1991;74:196-200
23. Kellejerd JF. Pulse Oximetry. *J Clin Monit* 1989;5:37-62
24. Rosemberg B, Rosemberg M, Birkhan J. Allen's Test performed by the pulse oximeter. *Anesthesia* 1988;43:515-516
25. Pillow K, Herrick IA. Pulse oximetry compared with Doppler ultrasound for assesment of collateral blood flow to the hand. *Anesthesia* 1991;46:388-390
26. Joyce WP, Walsh K, Gough DB, Gorey TF, Fitzpatrick JM. Pulse Oximetry: a new non-invasive assesment of peripheral arterial occlusive disease. *Br J Surg* 1990;77:1115-1117
27. De Nobile J, Guzzeta P, Patterson K. Pulse oximetry as a means of assessing bowel viability. *J Surg Res* 1990;48:21-23
28. Angel J, Levy MI. The use of pulse oximeter of the monitoring of digital pulse during shoulder arthroscopy. *Arthroscopy* 1988; 4:124-125
29. Ray SA, Ivory JP, Beavis JP. Use of pulse oximetry during manipulation of supracondylar fractures of the humerus. *Injury* 1991;22:103-104
30. Menick FJ. The pulse oximeter in free muscle flap surgery: «A microvascular surgeon's sleep aid». *J Reconst Microsurg* 1988; 4:331-334
31. Talke P, Nichols RJ, Traber DL. Does meassurement of systolic blood pressure with a pulse oximeter correlate with conventional methods?. *J Clin Monit* 1990;6:5-9
32. Talke PO. Measurement of systolic blood pressure using pulse oximetry during helicopter flighth. *Crit Care Med* 1991;19:934-937
33. Lawson D, Norley L, Korbon G, Loeb R, Ellis J. Blood flow limits and pulse oximeter signal detection. *Anesthesiology* 1987; 67:599-603
34. Severinghaus JW, Spellman MJ. Pulse oximeter failure Thresholds in hipotension and vasoconstriction. *Anesthesiology* 1990; 73:532-537