

## Monitorización de la oxigenación en pacientes críticos

*Oxygenation monitoring in seriously ill patients*

Dr. Jorge Luis Machado García <sup>I</sup>; Dra. Zaily Fuentes Díaz <sup>II</sup>; Dr. Orlando Rodríguez Salazar <sup>III</sup>

I Especialista de I Grado en Medicina Interna. Especialista de II Grado en Medicina Intensiva y Emergencia Médica. Máster Medicina de Urgencia y Emergencia. Profesor Instructor. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camagüey, Cuba.

II Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Residente de Anestesiología y Reanimación. Máster en Urgencias Médicas. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camagüey, Cuba.

III Especialista de I Grado en Cirugía Plástica y Quemados. Máster en Urgencias Médicas. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camagüey, Cuba.

---

### RESUMEN

**Fundamento:** el transporte de oxígeno, en el paciente en estado crítico se encuentra frecuentemente alterado, ya que los mecanismos adaptativos para mantener un aporte adecuado a los tejidos pueden tornarse insuficientes, por lo que resulta primordial evaluarlos y corregirlos. **Objetivo:** identificar los parámetros hemodinámicos, metabólicos y gasométricos que permiten un análisis integrado de la monitorización de la oxigenación. **Método:** se realizó un estudio analítico prospectivo en la sala de cuidados intensivos del Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech, desde enero 1989 hasta enero 2011 (22 años). El universo de estudio quedó conformado por 533 pacientes en estado de choque, de ellos 332 hipovolémicos, 93 cardiogénicos y 108 sépticos. Se sugirió como criterio de inclusión a todos los pacientes en estado de choque durante las primeras 72 horas de evolución y monitoreo invasivo. Se estimó el modelo utilizando la técnica de análisis multivariado, regresión logística binaria y coeficientes para cada una de las

variables independientes introducidas. **Resultados:** predominó la asociación tensión arterial media con un nivel de significación de 0.000 y de importancia 0.99, exceso de base significación 0.000 y de importancia 0.82, presión arterial de oxígeno significación 0.000, importancia 0.89 y saturación venosa de oxígeno con un nivel de significación estadística de 0.005 y de importancia 1.061.

**Conclusiones:** no interpretar de manera integral todas estas variables o esperar cambios notorios de una u otra, para recién actuar, significa pérdida de tiempo, ya que el paciente puede estar en disfunción metabólica marcada y la dificultad de oxígeno puede ser irreversible.

**DeCS:** MONITOREO FISIOLÓGICO; CUIDADOS CRÍTICOS; OXIGENACIÓN; METABOLISMO/fisiología; ESTUDIOS PROSPECTIVOS.

---

## ABSTRACT

**Background:** the oxygen transport in the patient on critical condition is often altered, since the adaptational mechanisms to keep tissues adequately may become insufficient, therefore it is essential to evaluate and correct them. **Objective:** to identify and to associate the hemodynamic, metabolic, gasometric parameters that allow an oxygenation monitoring integrated analysis. **Method:** a prospective analytical study was conducted in the intensive care unit at the University Hospital Manuel Ascunce Domenech, from January 1989 to January 2011 (22 years). The universe of study was made up of 533 patients in shock state, of which 332 were hypovolemic, 93 were cardiogenic and 108 were septic. As inclusion criterion was suggested to all patients in shock during the first 72h of evolution and invasive monitoring. It was estimated the model using the technique of multivariate analysis, binary logistic regression and coefficients for each of the independent variables introduced. **Results:** mean arterial pressure association with a level of significance of 0.012 and importance 0.99 prevailed, base excess with significance of 0.012 and importance 0.82, oxygen blood pressure with significance of 0.012, importance of 0.89 and venous oxygen saturation with a level of statistical significance of 0.005 and importance 1.061. **Conclusions:** do not interpret in an integral way all these variables or to wait for noticeable changes of one or another, just for acting, it means loss of time, the patient may be at marked metabolic dysfunction and the difficulty of oxygen may be irreversible.

**DeCS:** MONITORING, PHYSIOLOGIC; CRITICAL CARE; OXYGENATION; METABOLISM/physiology; PROSPECTIVE STUDIES.

---

## INTRODUCCIÓN

El interés por la medida de la oxigenación en los pacientes es muy antiguo. En 1930 se empieza a investigar sobre la Saturación de Oxígeno (SO<sub>2</sub>) mediante la absorción de luz. En la II Guerra mundial se renueva el interés, antes los graves accidentes por hipoxia de los pilotos de aviación. En 1950 se diseña el electrodo de Presión Arterial de Oxígeno (PaO<sub>2</sub>). En 1960 se diseña el primer oxímetro. En 1970 aparece un catéter de fibra óptica para medir en vivo la saturación de oxígeno en la arteria pulmonar. A partir de 1981, el mercado se llena de pulsoxímetros, pasando a ser la pulsoximetría el quinto signo vital.<sup>1,2</sup> En los 80 se desarrolló la filosofía del "Deep Picture" para conseguir una visión más completa del estado de la oxigenación, surgiendo el término de índice Px (medida del oxígeno extraíble de la sangre arterial), pero no proporciona una información sobre el estado circulatorio o metabólico.<sup>2</sup> Con todos estos métodos antes descritos, no se puede obtener un análisis integrado y oportuno del estado de oxigenación tisular en el paciente crítico inestable hemodinámicamente,<sup>3,4</sup> donde el objetivo fundamental en el estudio es identificar y asociar los parámetros hemodinámicos, metabólicos y gasométricos que permitan una mejor interpretación de la oxigenación tisular en estos estados precarios para actuar lo más oportunamente. El solo hecho de no interpretar todas estas variables o esperar cambios notorios de una u otra para recién actuar, significa pérdida de tiempo.

## MÉTODO

Se realizó un estudio analítico prospectivo en pacientes críticos ingresados en la sala de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario "Manuel Ascunce Domenech", desde enero de 1989 hasta enero de 2011 (22 años). El universo quedó conformado por 533 pacientes en estado de shock, constituida la muestra por 332 con shock hipovolémico, 93 cardiogénicos y 108 sépticos. Con el fin de comparar los parámetros hemodinámicos, metabólicos y gasométricos que permitan una mejor disquisición de la monitorización de la oxigenación de estos pacientes, se recopilaron de las historias clínicas las variables que a continuación se exponen, utilizándose muestras no probabilísticas para su interpretación.<sup>5-7</sup>

Recolectándose los datos en un formulario constituido por las siguientes variables:

\* Tensión arterial sistémica media (TAsM) 75 a 105 mmHg.

\* Saturación venosa mixta de oxígeno (SvO<sub>2</sub>), se interpretó de la siguiente forma:

Mayor del 65 % reservas adecuadas.

De 50 a 65 % reservas limitadas.

De 35 al 50 % reservas inadecuadas.

Menor del 35 % oxigenación hística inadecuada.

\* Presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>): de 70 a 100 mmHg.

\* Exceso o déficit de base (EB) de (±) 4 milimol/ litros.

\* Diuresis: 0.5 a 1 ml/ Kg/ h.

\* Hematocríto: 0.30 a 0.40 %

Se estimó el modelo utilizando la técnica de análisis multivariado, regresión logística binaria. Con coeficientes para cada una de las variables independientes introducidas. (Tabla 1)

**Tabla 1. Variables en la ecuación**

		<b>B</b>	<b>ET</b>	<b>Wald</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Exp (B)</b>
Paso	Diuresis	-,013	,014	,845	1	,358	,987
1	TAsM	-,004	,001	34,732	1	,000	,996
	EB	-,189	,054	12,302	1	,000	,828
	PaO	-,112	,026	18,981	1	,000	,894
	SvO	-,060	,021	7,923	1	,005	,1,061
	Hto	-,113	,071	2,551	1	,110	,893
	Constante	12,595	3,024	17,342	1	,000	295022,2

Variables introducidas en el Paso 1: TAsM, EB, PaO, SvO, Hto

Los resultados anteriores evidenciaron que de los casos estudiados, el modelo detectó correctamente el 95.5 %. Esto evidencia la capacidad diagnóstica de las variables analizadas. Se empleó una hoja de cálculo Excel para el cómputo de la correlación de las variables anteriormente señaladas. En el procesamiento y análisis de las variables se utilizó estadística descriptiva con distribución de frecuencias absolutas y porcentajes. Para evaluar la asociación entre la variable dependiente y las independientes analizadas se utilizó la prueba Chi cuadrado, con un nivel de significación de 0.05. Como medida de asociación se calculó el Odds Ratio (OR), para aquellos casos en que se encontró asociación estadísticamente significativa. Se construyeron intervalos de confianza al 95% para el OR. La información se procesó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 15.0.

## RESULTADOS

Se identificaron las variables hemodinámicas, metabólicas y gasométricas como las más importantes. Se determinó la asociación de las mismas, para una mejor valoración de la monitorización de la oxigenación en los pacientes en estados de choque. Se halló que la variable que se correspondió con mayor importancia fue la Saturación venosa mixta de oxígeno con un 1.061, seguido por la Tensión arterial sistémica media para un 0.99, Exceso de base 0.82 y Presión arterial de oxígeno 0.89. De estos resultados se deduce que con la identificación y asociación oportuna de estas variables se puede establecer una mejor valoración de la oxigenación del paciente crítico en estado de shock. (Tabla 2)

**Tabla 2. Asociación entre parámetros hemodinámicos, metabólicos y gasométricos y la oxigenación**

<b>Factor</b>	<b>Sig.</b>	<b>Importancia</b>
TAsM	0,000	0,99
EB	0,000	0,82
PaO <sub>2</sub>	0,000	0,89
SvO <sub>2</sub>	0,005	1,061

Fuente: historias clínicas

## DISCUSIÓN

La monitorización de la oxigenación tisular en los pacientes en estado de choque es de extrema importancia. En los momentos actuales la interpretación integrada de los parámetros hemodinámicos, metabólicos y gasométricos ocupa un primer plano, para tener una mejor valoración del transporte, consumo y extracción de oxígeno; donde la saturación venosa mixta de oxígeno analizada a partir de muestras de sangre obtenidas de la arteria pulmonar, un reflejo del balance global de estos elementos sin indicar el estado de los tejidos en particular con diferentes niveles de hipoxias. Proporciona junto a otras variables hemodinámicas invasivas uno más de los elementos de evaluación.<sup>5-7</sup> Un valor menor de 60 % indica que el transporte no es adecuado, o que existe un aumento en el consumo o la extracción aunque su

valor normal no excluye la presencia de hipoxia tisular.<sup>8-10</sup> El exceso de base, catalogado como parámetro de medición indirecta de acidosis láctica, de rápida obtención y sensibilidad de la muestra, nos brinda un elemento de cesión de oxígeno a los tejidos.<sup>11-13</sup> En resumen, define perfusión inadecuada oscilando el déficit entre valores como de (-2) a (-5) catalogada de leve, de (-6) a (-14) moderada y (-15) severa.<sup>14,15</sup> La función del sistema cardiovascular proporciona continuamente nutrientes y oxígeno a los tejidos para el mantenimiento de la función celular. La disfunción celular en condiciones de choque se explica al menos en parte por la presencia de hipoperfusión e hipoxia tisular con disminución de la disponibilidad de oxígeno a nivel mitocondrial.<sup>16,17</sup> La tensión arterial sistémica media constituye una medida precisa y global de hipoperfusión sistémica, su variabilidad depende del valor del gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica, su regulación no necesariamente traduce normalización de la perfusión, pues el paciente puede estar en estado de shock compensado y aún la deuda de oxígeno sigue siendo alta, por lo que valorar la mejoría hemodinámicamente de un paciente teniendo en cuenta como único parámetro resulta incorrecta. El flujo sanguíneo no es homogéneo en los diferentes órganos, ni dentro de un mismo órgano en cuestión, peor aún en los estados de shock, traduciéndose por ejemplo como disminución del filtrado glomerular (diuresis de 24h) menor de 0.5 ml/ Kg. de peso por hora, por lo que constituye la valoración de la diuresis horaria en conjunto con los anteriores parámetros una buena guía para el seguimiento evolutivo de estos estados hemodinámicos. En conclusión, se demuestra la interrelación e importancia que estos parámetros representan para la mejor valoración e interpretación de los estados de shock y deuda de oxígeno.<sup>18-20</sup> No interpretar de manera integral todas estas variables o esperar cambios notorios de una u otra, para recién actuar, significa pérdida de tiempo, ya que el paciente puede estar en disfunción metabólica y la deuda de oxígeno puede ser irreversible.

## **CONCLUSIONES**

Los parámetros más importantes y mejor asociados para la valoración de la oxigenación fueron:

Saturación venosa mixta de oxígeno.

Tensión arterial sistémica media.

Exceso de base.

Presión arterial de oxígeno.

No identificar los cambios de estos parámetros oportuna y evolutivamente significa pérdida de tiempo, el manejo de estos pacientes por parámetros macrohemodinámicos no siempre traducen buena oxigenación tisular a pesar de su mejoría.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grech ED. ABC Interventional Cardiology [CD-ROM]. London: BMJ Books: Consultant; 2005.
2. Beyersdorf F. Ischemia Reperfusion Injury in Cardiac Surgery [CD-ROM]. Germany: Landes Bioscience; 2001.
3. Davies C, Bashir Y. Cardiovascular emergencies [CD-ROM]. London: BMJ Books: Consultant; 2001.
4. Cade JF. Uncommon problems in intensive care [CD-ROM]. LONDON: GMM; 2002. Adams A P, Cashman J N, Grounds R M. Recent Advances in Anaesthesia and Intensive Care [CD-ROM]. London: GMM; 2009
5. Westerhof N, Stergiopulos N, Noble MIM. Snapshots of Hemodynamic An aid for clinical research and graduate education [CD-ROM]. Boston: Springer Science; 2005.
6. Pinsky M R, Payen D. Functional Hemodynamic Monitoring [CD-ROM]. Germany: Springer; 2008.
7. Marino PI. The ICU Book [CD-ROM]. E.U: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
8. Swanton R H, Banerjee S. Swanton's Cardiology. A concise guide to clinical practice [CD-ROM]. Massachussets: Blackwell Publishing; 2008.
9. Wilson W C, Grande C M, Hoyt D B. TRAUMA Critical Care [CD-ROM]. Informa Healthcare; New York; 2007.
10. Fink M P, Abraham E, Vicent J L, Kochanek P M. Textbook of critical care [CD-ROM]. Philadelphia: Elseviers Saunders; 2009.
11. The Washington Manual of Medical Therapeutics 30th edition [CD-ROM]. EU: MedScut; 2009.
12. Baigorri González F, Lorente Balanza JA. Actualización de la sepsis oxigenación tisular y sepsis. Med Inten. 2005; 29(3):178-84.
13. Adams A P, Cashman J N, Grounds R M. Recent Advances in Anaesthesia and Intensive Care [CD-ROM]. London: GMM; 2009.

14. Vicent JL. Yearbook of intensive care and emergency medicine [CD-ROM]. Brusela: Springer; 2006.
15. Pines JM, Everett WW. Evidence-Based Emergency Care Diagnostic Testing and Clinical Decision Rules [CD-ROM]. Philadelphia: Blackwell Publishing; 2008.
16. White WB. Blood Pressure monitoring in cardiovascular medicine and therapeutic [CD-ROM]. New Yersey: Humana press; 2007.
17. Lloyd M A, Murphy J G. Mayo Clinic Cardiology Board Review Questions and Answers [CD-ROM]. E.U: Mayo Clinic Scientific Press; 2008.
18. Mattu A, Martinez J P, Kelly B S. Modern Management of Cardiogenic Pulmonary Edema [monography on the Internet]. E.U: Elsevier Saunders; 2005 [cited 2011 jan 6]. Available from: Massachussetts
19. Comité de trauma del Colegio Americano de Cirujanos. Programa avanzado de apoyo vital en trauma para médicos [CD-ROM]. E.U: American College of Surgeon; 2008.
20. Cruz J, Jaggi JL, Hoffstad OJ. The First decade of continuous monitoring of jugular bulb oxyhemoglobyn saturation: Management Strategies and clinical Outcome. Crit Care Med. 2008; 26: 344-51

Recibido: 24 de marzo de 2011

Aprobado: 11 de mayo de 2011

Dr. Jorge Luis Machado García