



Índices de oxigenación en recién nacidos en estado crítico

Salvador Mendoza Domínguez,* Aureliano Zavala Mendoza,* Norma Leticia López Tamanaja,* Juan José Rodríguez Zepeda,* José Ramírez Lázaro**

RESUMEN

Objetivo. El estudio se hizo con el objeto de conocer los índices de oxigenación en neonatos en estado crítico.
Material y métodos. El diseño del estudio fue transversal descriptivo. Se incluyeron 25 recién nacidos con diagnóstico de enfermedad por membrana hialina (EMH), síndrome de aspiración del meconio (SAM) y persistencia del conducto arterioso (PCA). Para cada paciente se calcularon los siguientes índices de oxigenación: PAO₂, Da-vO₂, índices de Fick y de Kirby, DA-aO₂ y los Qs/Qt.

Resultados. En la EMH se encontraron alterados: el DA-aO₂, los índices de Kirby y de Fick, el Da-vO₂ y el Qs/Qt, en mayor grado que en las otras dos enfermedades. En la PCA se alteraron el DA-aO₂, los índices de Kirby y de Fick el Da-vO₂ y el Qs/Qt. Finalmente, en el SAM se observaron alteraciones en el DA-vO₂, los índices de Kirby y de Fick, el Da-vO₂ y el Qs/Qt.

Conclusión. Se concluye que los índices de oxigenación se encuentran más alterados en la enfermedad de membrana hialina que en el síndrome de aspiración de meconio y la persistencia del conducto arterioso.

Palabras clave: Índices de oxigenación, enfermedad por membrana Hialina, síndrome de aspiración de meconio, persistencia del conducto arterioso.

Numerosos neonatos cursan con dificultad respiratoria, por lo que es la causa más frecuente de ingreso a las unidades de cuidado intensivo neonatal (UCIN). Por otro

SUMMARY

A high number of neonates suffer respiratory distress. This pathology is the principal cause of the admission to the Neonatal Intensive Care Units.

The aim of our study was determine the oxygen index in neonates admitted in our Hospital, from May 1, 1997 to April 31, 1998. The study design was cross-sectional. We studied 25 neonates with diagnosis of Respiratory Distress Syndrome (RDS), Meconium Aspiration Syndrome (MAS), and Patency of the Ductus Arteriosus (PDA). We calculated PAO₂, Da-vO₂, Fick and Kirby Index, DA-aO₂ and Qs/Qt to each patient.

In Respiratory Distress Syndrome were abnormal DA-aO₂, Kirby and Fick Index, Da-vO₂, Qs/Qt. In PDA were abnormal DA-aO₂, Kirby and Fick Index, Qs/Qt. Finally, in MAS we observed slightly altered DA-aO₂, Kirby and Fick Index, Da-vO₂, Qs/Qt.

We concluded the Oxygen Index are mainly altered in Respiratory Distress Syndrome, and in second term Meconium Aspiration Syndrome and Patency of the Ductus Arteriosus.

Key words: Oxygen index, respiratory distress syndrome, meconium aspiration syndrome, patency of the ductus arteriosus.

lado, se ha alcanzado un progreso importante en la monitorización de los pacientes en estado crítico; por ejemplo, para los adultos hay escalas de valoración que toman en cuenta los índices de oxigenación. Sin embargo, no existe información acerca del empleo de estos índices en niños y aún menos para la etapa neonatal.¹

Los avances de la medicina relacionada con cuidados intensivos suelen ser pocas veces aplicables en niños y neonatos. Los padecimientos que cursan con insuficiencia respiratoria todavía ocupan los primeros lugares de mortalidad en las UCIN. La identificación oportuna de causas que implican pobre pronóstico en estos pacientes, serían de gran utilidad para evaluar la efectividad de un tratamiento y decidir modificaciones en la terapéutica.

* Médico adscrito al Servicio de Neonatología del Hospital Regional « Lic. Adolfo López Mateos» del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

** Médico Residente de 5º. año de la Subespecialidad en Neonatología, del HR «Lic. Adolfo López Mateos» del ISSSTE.

Lugar donde se realizó el estudio: Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Regional «Lic. Adolfo López Mateos» del ISSSTE.

Por todo ello surgió la inquietud por conocer la utilidad de los índices de oxigenación en la evaluación de la gravedad de niños con padecimientos como: enfermedad por membrana Hialina (EMH), síndrome de aspiración del meconio (SAM) y persistencia del conducto arterioso (PCA). Por otro lado, para evaluar el estado ácido-base y ventilatorio de los neonatos en estado crítico, se requieren datos obtenidos a través de la gasometría, tanto arterial como venosa; estos datos se conocen como índices de oxigenación, y son los siguientes: presión inspirada de oxígeno (PIO_2), presión alveolar de oxígeno (PAO_2), presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO_2), gradiente o diferencia alvéolo-arteria] de oxígeno (DA-aO_2), índice de tensión arterio-alveolar de oxígeno o índice de Fick ($\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$), índice de Kirby ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), contenido de oxígeno, diferencia arteriovenosa de oxígeno (Da-vO_2) y cortocircuitos intrapulmonares (Qs/Qt).²⁻⁷

El objetivo del presente estudio fue conocer los índices de oxigenación en neonatos críticamente enfermos y su relación con la morbilidad y letalidad de estos pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal descriptivo, en 58 recién nacidos atendidos en la UCIN del Hospital Regional «Lic. Adolfo López Mateos» del ISSSTE, durante un periodo comprendido del 10. de mayo de 1997 al 31 de abril de 1998. Se incluyó a los neonatos con diagnóstico de SDR secundario a EMH, SAM y PCA. Se excluyeron del estudio los niños con síndromes genéticos, daño neurológico, patología cardiovascular diferente a PCA y neumonía. Los diagnósticos de EMH y SAM se confirmaron por examen clínico y radiológico. El diagnóstico de PCA se hizo de acuerdo a criterios clínicos, electrocardiográficos y radiológicos, confirmándose con ecocardiografía, de acuerdo a los criterios de Yeh.⁸

En todos los neonatos se hizo somatometría y se valoró su edad gestacional. Se les tomó gasometría de la arteria radial y de una vena periférica. Para la medición de las gasometrías se usó un analizador de gases sanguíneos, modelo AVL, OMNI Modular System (TecnoMed International SA de CV).

Finalmente, se calcularon los índices de oxigenación de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- $\text{PIO}_2 = \text{PB-pH}_2\text{O} \times \text{FiO}_2$, donde PB es la presión barométrica, pH_2O es la presión de vapor de agua y FiO_2 es la fracción inspirada de oxígeno
- $\text{PAO}_2 = \text{PIO}_2 - \text{PACO}_2 / 0.8$
- $\text{DA-aO}_2 = \text{PAO}_2 - \text{PaO}_2$
- Índice de Fick = $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$
- Índice de Kirby = $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$

Cuadro 1. Peso y edad de gestación de los neonatos con enfermedad por membrana hialina según grados clínicos del padecimiento.

Grado de EMH	Peso (g) $\bar{X} \pm \text{DE}$	Edad(Semanas) $\bar{X} \pm \text{DE}$
I	1887 ± 470	34.1 ± 2.0
II	1742 ± 440	34.1 ± 1.6
III	1727 ± 630	32.4 ± 2.4
IV	1275 ± 640	31.3 ± 4.1

EMH: Enfermedad de membrana hialina

SDG: Semanas de edad gestacional

\bar{X} : Promedio

DE: Desviación estándar

Cuadro 2. Peso y edad gestacional de los pacientes incluidos en el estudio.

Diagnóstico	Peso (g) $\bar{X} \pm \text{DE}$	Edad (Semanas) $\bar{X} \pm \text{DE}$
EMH	1686 ± 400	33.6 ± 2.0
SAM	3330 ± 590	40.3 ± 1.5
PCA	2184 ± 680	35.2 ± 1.6

EMH: Enfermedad por membrana hialina

SAM: Síndrome de aspiración de meconio

PCA: Persistencia del conducto arterioso

\bar{X} : Promedio

DE: Desviación estándar

f) Contenido de Oxígeno = $(\text{Hb} \times 1.34 \times \text{SaO}_2) + (\text{pO}_2 \times 0.0031)$

g) $\text{Da-vO}_2 = \text{Contenido de oxígeno arterial} - \text{Contenido de oxígeno venoso}$

h) $\text{Qs-Qt} = (\text{DA-aO}_2 \times 0.0031)/\text{DA-aO}_2 \times 0.0031 + \text{Da-vO}_2$

El manejo estadístico de los datos se hizo mediante porcentajes y frecuencias simples. También con medidas de tendencia central y de dispersión. El protocolo fue sometido a revisión y aprobado por los Comités de Ética y de Investigación del Hospital.

RESULTADOS

De los 202 pacientes que ingresaron a la UCIN durante el periodo de estudio, sólo 58 (28.7%) cumplieron los criterios de inclusión; 37 (63.7%) fueron del sexo masculino. En este grupo la enfermedad que ocupó el primer lugar en frecuencia fue la EMH (64%, n = 38), seguida por PCA en 13 niños (22.3%) y SAM con 7 pacientes (12%).

La edad de gestación fue menor en los que tuvieron EMH, en cambio los de mayor peso y edad gestacional fueron los neonatos con SAM (*Cuadro 1*). Dentro del grupo de pacientes con EMH se observó que los de menor peso y edad gestacional fueron los que tenían el grado IV de la enfermedad (*Cuadro 2*). En el *cuadro 3* se presentan los índices de oxigenación en las tres enfermedades.

La DA-aO₂ y Qs-Qt fueron más altos y los índices de Kirby y Fick y la Da-vO₂ fueron más bajos en la EMH, en comparación con las otras dos enfermedades.

DISCUSIÓN

Los neonatos con mayor DA-aO₂ fueron los de EMH (287.8 ± 137.8), cumpliendo así con los criterios para el manejo con ventilación mecánica asistida (mayor de 250); también los que padecían SAM cubrieron estos criterios (256.1 ± 139.9). Se ha observado que este índice se relaciona con la letalidad y con la respuesta al tratamiento.⁹⁻¹² La DA-aO₂ se eleva al existir un corto-circuito de derecha a izquierda o pulmonar.

Cuadro 3. Índices de oxigenación en los pacientes del estudio.

Índice de oxigenación	EMH (n = 38)		PCA (n = 13)		SAM (n = 7)	
	$\bar{X} \pm DE$					
PIO ₂	361.1 ± 95.8		274 ± 85.8		346.4 ± 145.9	
PAO ₂	372.4 ± 123.3		285.1 ± 122.6		328.3 ± 135.7	
DA-aO ₂	287.8 ± 137.8		204.2 ± 119.1		256.1 ± 139.9	
Kirby	107.5 ± 47.7		170.8 ± 70.7		125.9 ± 73.7	
Fick	0.22 ± 0.17		0.35 ± 0.22		0.28 ± 0.18	
Cont.de O ₂ arterial	1.85 ± 0.42		2.0 ± 0.29		1.88 ± 0.28	
Cont. de O ₂ venoso	1.65 ± 0.28		1.77 ± 0.29		1.54 ± 0.28	
Da-vO ₂	0.29 ± 0.11		0.22 ± 0.13		0.34 ± 0.23	
Qs/Qt	0.79 ± 0.03		0.69 ± 0.21		0.67 ± 0.2	

EMH: Enfermedad por membrana hialina

SAM: Síndrome de aspiración de meconio

PCA: Persistencia del conducto arterioso

\bar{X} : Promedio

DE: Desviación estándar

Cuadro 4. Índices de Oxigenación según diferentes grados de la enfermedad por membrana hialina.

Índice de oxigenación	Grado I		Grado II		Grado III		Grado IV	
	$\bar{X} \pm DE$							
PIO ₂	297.5 ± 94.0		365.2 ± 109.7		442.3 ± 52.2		433 ± 110.4	
PAO ₂	307.7 ± 113.1		385.2 ± 139.5		466.3 ± 98.2		395.6 ± 117.2	
DA-aO ₂	243.9 ± 118.4		276.4 ± 163.0		396.9 ± 95.8		332 ± 141.8	
Kirby	130.8 ± 58.0		100.7 ± 42.4		85.4 ± 28		94.6 ± 64.8	
Fick	0.31 ± 0.21		0.2 ± 0.1		0.14 ± 0.04		0.2 ± 0.1	
Cont.de O ₂ arterial	1.95 ± 0.7		1.85 ± 0.33		1.9 ± 0.2		1.5 ± 0.2	
Cont. de O ₂ venoso	1.74 ± 0.22		1.64 ± 0.33		1.6 ± 0.3		1.3 ± 0.1	
Da-vO ₂	0.30 ± 0.05		0.29 ± 0.2		0.35 ± 0.3		0.25 ± 0.18	
QS/Qt	0.75 ± 0.2		0.82 ± 0.13		0.83 ± 0.18		0.76 ± 0.2	

EMH: Enfermedad por membrana hialina

\bar{X} : Promedio

DE: Desviación estándar

Los niños con EMH tuvieron menor índice de Kirby (107.5 ± 47.7), observándose más afectado el grupo con grado III de la enfermedad (*Cuadro 4*); en segundo lugar los pacientes con SAM y en último lugar los pacientes con PCA, tomándose como valor normal mayor de 200.0.¹³ Este índice también se asocia con mayor sobrevida.¹⁴ El índice de Fick se observó más alterado en los pacientes con EMH que en los de SAM, principalmente en aquéllos con grado III de la enfermedad (*Cuadro 4*).^{14,15}

El contenido de O₂ fue menor en pacientes con EMH, lo que habla de un compromiso en la captación de oxígeno a nivel sanguínea. Es de llamar la atención que prácticamente no se observaron diferencias en los valores de Da-vO₂ entre los distintos grados de EMH, pero sí con los pacientes de SAM y PCA, lo que traduce que los pacientes con EMH tienen mayor consumo de oxígeno tisular. Los pacientes con mayor número de corto-circuitos intrapulmonares fueron los de EMH, principalmente los de grado III, y en segundo lugar los pacientes con PCA.¹⁶

La valoración del estado clínico del niño, visto a través de los índices de oxigenación, tiene algunas desventajas: 1) pueden variar de acuerdo a los cambios en la FiO₂,² se puede ver afectado por la PaCO₂ y los cambios en la temperatura, y 3) su confiabilidad para reflejar los corto-circuitos se afecta por la mezcla en la V/Q.

Los pacientes que presentaron mayor alteración en los índices de oxigenación fueron los de EMH, seguidos por los pacientes con SAM. Por desgracia, el marco teórico limita el poder establecer comparaciones de los resultados obtenidos con las tres enfermedades durante la etapa neonatal. Se ha empleado el índice de oxigenación que incluye las variables con las que se establece el funcionamiento del ventilador, como la presión media de vías aéreas (MAP), en un intento de limitar las variaciones de los índices de oxigenación; el problema es que se han venido utilizando presiones de las vías aéreas bajas condicionando así hipoxemias severas, por lo que este índice es dependiente del tratamiento. Se requiere realizar estudios que incluyan el manejo ventilatorio específico, para conocer en su conjunto la utilidad de los índices de oxigenación en el neonato críticamente enfermo.

Cabe pues resaltar en que en la enfermedad por membrana hialiana se observó una mayor alteración en los índices de oxigenación, principalmente en los niños con grado III de la enfermedad, lo que probablemente traduce un mayor número de corto-circuitos intrapulmonares.

Es de particular importancia contar con los índices de oxigenación en neonatos afectados por enfermedades respiratorias que sometidos a asistencia ventilatoria mecánica,

ca, para así establecer una correlación de éstos con la gravedad de la enfermedad y su letalidad. Esto quizás permitirá en un futuro poder proporcionar un manejo más adecuado a los recién nacidos críticamente enfermos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hayden WR: Respiratory monitoring. En: Rogers MC: *Textbook of Pediatrics Intensive Care*. USA, Williams & Wilkins, 1992: 204-30.
2. Harris T, Wood B. Physiologic principles. En: Goldsmith J, Karotkin E: *Assisted ventilation of the neonate*. USA, WB Saunders Company, 1996: 57-62.
3. William E, Alan H. Principles of management of respiratory problems. En: Avery GB: *Neonatology: Pathophysiology and management of the newborn*. 4th edition. USA, JB Lippincott Co, 1994: 478-504.
4. Boynton BR, Hammond MD. Pulmonary gas exchange: Basic principles and the effects of mechanical ventilation. En: Boynton BR: *New therapies for neonatal respiratory failure: A physiological approach*. USA, Cambridge University Press, 1994: 117-128, 174-176.
5. Lozano EMA, Aldaco OJ, Castillo EM. Cateterismo arterial periférico. *Rev Iberolat C Int* 1997; 4: 123-6.
6. Morales SM, Guzmán RLA. Síndrome de aspiración de meconio. *Rev Perinatol* 1995; 10: 2-7.
7. Garduño EA. La insuficiencia respiratoria grave en el niño. *Acta Pediatr Mex* 1987; 8: 52-63.
8. Yeh TF, Luken JA. Pharmacologic closure of patent ductus arteriosus. En: *Neonatal therapeutics*. USA, 2nd edition, Mosby Year Book 1991: 123-38.
9. Paulson TE. New concepts in the treatment of children with acute respiratory distress syndrome. *J Pediatr* 1995; 127: 163-75.
10. Charon A, Taesh W. Factors associated with surfactant treatment response in infants with severe respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 1989; 83: 348-54.
11. Caballero R, Clark RH, Wright JA. Outcome of respiratory failure: A case control study. *Clin Pediatr Phil* 1996; 35: 199-204.
12. Paulson TE, Spear RM, Peterson BM. New concepts in the treatment of children with acute respiratory distress syndrome. *J Pediatr* 1995; 127: 163-75.
13. Sarnaik AP, Meert KL. Predicting outcome in children with severe acute respiratory failure treated with high-frequency ventilation. *Crit Care Med* 1996; 24: 1396-1401.
14. Stock MC, Ryan ME. Oxygen consumption calculated from Fick equation has limited utility. *Crit Care Med* 1996; 24: 86-90.
15. Thrush DN. Spirometric versus Fick-derived oxygen consumption: Which method is better? *Crit Care Med* 1996; 24: 91-5.
16. Cassels D, Morse M. Effect of the patent ductus arteriosus on the pulmonary blood flow, blood volumes, heart rate, blood pressure, arterial blood gases and pH. *Pediatrics* 1950; 6: 557-72.

Correspondencia:

Dr. Salvador Mendoza Domínguez
Jefatura de Recién Nacidos
Hospital Regional «Lic. Adolfo López Mateos»
del ISSSTE.
Av. Universidad No. 1321.
Col. Florida, México 01030 D.F.
Tel: 661-42-38 FAX: 663-53-02