



# Diferencias entre la saturación de oxígeno al nacer y las 48 horas en neonatos a término reanimados con y sin oxígeno

Alberto Orozco Gutiérrez,<sup>1</sup> Amador Pereira Díaz,<sup>2</sup> Selene Marcelo Orozco<sup>2</sup>

## Resumen

En recién nacidos, los niveles de oxígeno en la sangre alcanzan valores similares al adulto a los 10 minutos después del nacimiento. **Objetivo:** Determinar variaciones en la SpO<sub>2</sub> pre- y postductal en la primera y a las 48 horas de vida extrauterina y analizar su respuesta en neonatos de la Ciudad de México con administración de aire y oxígeno. **Métodos:** Estudio prospectivo, analítico, en neonatos reanimados en un Hospital de la Ciudad de México. Se incluyeron neonatos con peso adecuado, obtenidos por cesárea o vía vaginal, que recibieron maniobras básicas de evaluación. Se registró la administración o no de oxígeno y saturación pre- y postductal al nacer y a las 48 horas. Se realizó análisis descriptivo y de las diferencias; prueba de t pareada y ANOVA de muestra repetida. **Resultados:** Se incluyeron 146 neonatos con edad media de  $37 \pm 0.1$  semanas de gestación, peso promedio de  $2,942 \pm 35$  g; 76 (52.1%) fueron hombres. Al realizar el análisis comparativo entre los pacientes con y sin oxígeno, y su vía de nacimiento, entre los diferentes segmentos saturados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. **Conclusión:** La vía de nacimiento y la aplicación de oxígeno en la reanimación no condicionan diferencias en la saturación de oxígeno en neonatos.

**Palabras clave:** Neonato, reanimación neonatal, oxígeno en recién nacidos.

## Summary

**Introduction:** In newborns, oxygen levels in the blood reach values similar to those of the adult 10 minutes after birth. **Objective:** To determine the variations in pre- and postductal SpO<sub>2</sub> in the first and 48 hours of extrauterine life and to analyze its response in neonates from Mexico City with administration of air and oxygen. **Methods:** Prospective, analytical study in neonates who were resuscitated in a hospital in Mexico City. Neonates with adequate weight for gestational age, obtained by cesarean section or vaginal route, who received the basic evaluation maneuvers, were included. The administration of oxygen and pre- and postductal saturation at birth and at 48 hours were recorded. Descriptive analysis and differences were performed; matched t-test and repeated measures ANOVA. **Results:** We included 146 neonates, with mean age  $37 \pm 0.1$  weeks of gestation, mean weight of  $2,942 \pm 35$  g; 76 (52.1%) were male. When performing the comparative analysis between patients with and without oxygen, and way of birth between the different saturated segments, no statistically significant differences were found. **Conclusion:** The birth pathway and the application of oxygen in resuscitation do not condition differences in oxygen saturation in neonates.

**Key words:** Neonatal, neonatal resuscitation, oxygen application in neonates.

## INTRODUCCIÓN

En el 85% de los recién nacidos, la respiración espontánea se presenta dentro de los 10 y 30 segundos del nacimiento, un 10% de los neonatos presentará su respiración espontánea durante el secado y la estimulación, el 3% aproximadamente iniciará la respiración después de ventilación con presión positiva, 2% ameritará ser intubado para apoyar la función respiratoria y el 0.1% requerirá compresiones torácicas y/o medicamentos.<sup>1</sup>

Los niveles de oxígeno en la sangre de los recién nacidos alcanzan valores similares a los del adulto hasta 10 minutos después del nacimiento. La saturación fetal de

<sup>1</sup> Coordinador del Departamento de Pediatría y Profesor adjunto del Departamento de Neonatología. Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle. Pediatra y Neonatólogo.

<sup>2</sup> Pediatra y Neonatólogo.

Hospital Ángeles Pedregal, Ciudad de México.

### Correspondencia:

Alberto Orozco Gutiérrez

Correo electrónico: orozcogutierrezalberto@gmail.com

Aceptado: 17-03-2017.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/actamedica>

oxígeno ( $SpO_2$ ), medida a través de oximetría de pulso por reflectancia al nacimiento, es de 43%, y la saturación de hemoglobina (Hb) inicial es de 60%; ambas aumentan gradualmente durante los primeros 10 minutos de vida hasta llegar a 95%. La cianosis se manifiesta cuando existen más de 5 g de Hb unidas al dióxido de carbono, por lo que esta presentación es esperada en los primeros 10 minutos de vida extrauterina.<sup>2</sup>

El comportamiento de la  $SpO_2$  en función del tiempo, durante los primeros minutos del nacimiento, se ha establecido midiendo la saturación transcutánea según la vía de nacimiento (cesárea o por vía vaginal); sin embargo, la mayoría de los estudios han sido realizados a nivel del mar, donde la presión barométrica es mayor.<sup>3,4</sup>

Los estudios en modelos animales recién nacidos han demostrado desventajas para el uso de oxígeno al 100% durante la reanimación, que da lugar a un retraso en la aparición de la respiración en comparación con aire ambiente; estudios con neonatos reanimados con oxígeno al 100% presentan hallazgos bioquímicos que reflejan estrés oxidativo prolongado hasta las cuatro semanas de vida postnatal.<sup>5,6</sup> El efecto de los estudios en modelos animales se comprobó en ratas de entre ocho y 10 días de vida, que fueron reanimadas con oxígeno a 21, 40 y 100%, midiendo el tiempo que tardaba en presentarse el primer esfuerzo respiratorio; los resultados fueron que el grupo reanimado con aire tardó 36 y 21 segundos, mientras que en los grupos donde se usó oxígeno, el tiempo de inicio respiratorio fue de 72-72 segundos; ambos grupos presentaron hiperoxia e hipocapnia en comparación con los reanimados con aire ambiente.<sup>7</sup> Un efecto similar fue demostrado por Lofaso y sus colaboradores al exponer a ratones a un flujo de oxígeno de 100% durante tres minutos, seguido de aire durante 12 minutos. Los ratones expuestos al oxígeno redujeron la ventilación por minuto, lo que aumentó en severidad con exposiciones repetidas.<sup>8</sup>

Dos estudios en animales mostraron significativamente el retraso del inicio de la respiración y la posterior aparición de hiperoxia cuando se usó 40 o 100% de oxígeno, comparados con el grupo control que fue reanimado con aire.<sup>7,8</sup>

La evidencia sugiere que la exposición de los tejidos neonatales al oxígeno en altas concentraciones retarda el inicio de la respiración y favorece hiperoxemia e hipocapnia.<sup>9-12</sup> Existe una creciente evidencia experimental de que el uso de oxígeno puro en los niños recién nacidos durante o después de la reanimación, independientemente del tiempo de exposición al oxígeno a 100%, aumenta el estrés oxidativo durante cuatro semanas, así como el daño renal y del miocardio, incrementa las necesidades de oxígeno en la reanimación y se asocia a mayor riesgo de leucemia o cáncer.<sup>1,13-16</sup>

En recién nacidos a término y prematuros tardíos, ha sido reportado que el uso de oxígeno a 100% en comparación con 21% se asocia con mayor morbilidad y mortalidad a corto y largo plazo.<sup>17</sup> Estudios clínicos han demostrado que la reanimación con oxígeno a 100% en comparación con aire en la reanimación aumenta la mortalidad neonatal en 40%.<sup>18,19</sup>

Los recién nacidos obtenidos por cesárea necesitan aproximadamente dos minutos más que los nacidos por parto vaginal para lograr una tasa de saturación de 90%; también los recién nacidos prematuros tardan más tiempo que los de término para llegar a una saturación mayor de 85%.<sup>20-25</sup>

El manejo racional del aporte de oxígeno durante la reanimación neonatal cobra relevancia debido a la evidencia científica sobre la incidencia de desenlaces asociados a la exposición a mayores concentraciones de oxígeno.

Los oxímetros son capaces de estimar con precisión la oxigenación tisular, particularmente cuando estos niveles están en el rango normal.

Se han definido porcentajes de saturación de oxígeno en función al tiempo posterior al nacimiento. Esto incluye saturaciones después del nacimiento por cesárea o por vía vaginal al nivel del mar.<sup>11,12,24,26</sup>

## Objetivo

Determinar las variaciones en la  $SpO_2$  pre- y postductal en la primera y a las 48 horas de vida extrauterina, y analizar su respuesta en neonatos de la Ciudad de México con administración de aire y oxígeno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Tras la aprobación del Comité Local de Ética en Investigación y avalado por la Universidad La Salle, Facultad Mexicana de Medicina, se realizó un estudio prospectivo en neonatos reanimados en el Hospital Ángeles Pedregal de la Ciudad de México (> 2,000 m sobre el nivel del mar).

Se incluyeron neonatos con peso adecuado para la edad gestacional, obtenidos por cesárea o vía vaginal, que recibieron las maniobras básicas de evaluación de embarazos normoevolutivos. Se excluyeron los recién nacidos que ameritaron reanimación avanzada, quienes recibieron aporte de oxígeno durante la reanimación o tuvieron datos de sufrimiento fetal agudo; los sujetos incluidos en el estudio que ameritaron aporte de oxígeno durante las primeras 48 horas fueron eliminados.

Todos los sujetos de estudio fueron obtenidos de la unidad de tococirugía del mismo centro hospitalario. La información fue recabada por pediatras que se encontraban en formación de segunda especialidad de neonatología,

que asistieron junto con el médico responsable al proceso de reanimación, registrando si durante el mismo se decidió, por criterio del médico tratante, la administración o no de oxígeno suplementario. Posteriormente, fue determinada la saturación periférica por oximetría de pulso (sistema de sensores que se colocan directamente en la piel del recién nacido durante un promedio de un minuto) preductal en el brazo derecho, y postductal en el pie derecho a los 15 minutos y a las 48 horas. Se realizó pulsioximetría con el oxímetro Nellcor Puritan Bennett modelo NPB-190, con brazalete para recién nacidos.

La recolección de datos de los sujetos de estudio fue por muestreo por conveniencia de casos consecutivos.

**Análisis estadístico:** se realizaron pruebas de normalidad y los datos descriptivos fueron expresados en variables cuantitativas con medias (como medida de tendencia central) y desviación estándar (dispersión). Las variables cualitativas se reportaron en frecuencias absolutas y porcentajes.

Para la estadística inferencial, fue realizada la prueba t pareada para comparar la saturación por segmentos por

distintos tiempos; para demostrar las diferencias entre ambas mediciones ajustadas por aplicación de oxígeno en la reanimación y vía de nacimiento, se empleó ANOVA de muestras repetidas. El programa estadístico empleado fue SPSS versión 20 para MAC.

## RESULTADOS

Se obtuvieron 146 neonatos, con media de edad gestacional de  $37 \pm 0.1$  semanas de gestación, con peso promedio de  $2,942 \pm 35$  g; 76 (52.1%) fueron hombres. La vía de nacimiento fue la cesárea en 116 (79.5%) neonatos y la aplicación de oxígeno ocurrió en 60 (41.1%). El resto de la información descriptiva se muestra en el [cuadro 1](#).

Al realizar el análisis comparativo entre los pacientes con y sin oxígeno y según la vía de nacimiento entre los diferentes segmentos saturados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, como se muestra en el [cuadro 2](#).

Al llevar a cabo un análisis comparativo de las medias de saturación por segmentos al nacimiento y a las 48 horas, ajustado por la vía de nacimiento y por la aplicación de oxígeno, la única diferencia estadísticamente significativa fue la saturación general, como se muestra en el [cuadro 3](#).

## DISCUSIÓN

El oxígeno al 100% se ha utilizado durante décadas en la reanimación del recién nacido; este empleo es difícil de erradicar: en nuestro hospital, a pesar de campañas de información y de que todos los médicos cuentan con Curso-Taller de Reanimación Neonatal vigente, el oxígeno se usó en forma rutinaria en el 41% de los casos.

No encontramos cambios significativos en la saturación inicial ni a las 48 horas, ni preductal ni postductal. En recién nacidos sanos a la altura de la Ciudad de México, no hallamos diferencias significativas en la

**Cuadro 1.** Características generales de la población.

Variable	Frecuencia (%)/media (desviación estándar)
Sexo	
Hombre	76 (52.1%)
Mujer	70 (47.9%)
Semanas de gestación	$37 \pm 0.1$
Peso (g)	$2,942 \pm 35$
Vía de nacimiento	
Parto	30 (20.5%)
Cesárea	116 (79.5%)
Aplicación de O <sub>2</sub> en la reanimación	60 (41.1%)

**Cuadro 2.** Análisis comparativo de los segmentos saturados.

Variable de saturación de O <sub>2</sub>	Aplicación de oxígeno			Vía de nacimiento		
	Sin	Con	p	Parto	Cesárea	p
BD nacimiento	$92 \pm 1$	$93 \pm 3$	0.90	$93 \pm 2$	$92 \pm 1.3$	0.21
PI nacimiento	$92 \pm 1$	$92 \pm 1$	0.63	$93 \pm 1.2$	$92 \pm 1$	0.27
BD a las 48 horas	$95 \pm 1.5$	$96 \pm 1.2$	0.15	$96 \pm 1.9$	$95 \pm 1.7$	0.16
PI a las 48 horas	$96 \pm 2$	$96 \pm 2$	0.64	$96 \pm 1.4$	$96 \pm 2$	0.10

Prueba de t pareada.

**Cuadro 3.** Comparación de saturación según la vía de nacimiento y la aplicación de oxígeno.

Variable	Brazo derecho al nacimiento	Brazo derecho a las 48 horas	p	Pierna izquierda al nacimiento	Pierna izquierda a las 48 horas	p
Total	92 ± 2.3	96 ± 3	< 0.001	92 ± 2.1	96 ± 1.7	< 0.001
Parto	93 ± 2	96 ± 1.6	0.7	93 ± 2	96 ± 2	0.7
Cesárea	92 ± 1.3	95 ± 1.5		92 ± 1.4	96 ± 2	
Con oxígeno	93 ± 3	96 ± 2	0.7	92 ± 1	96 ± 2	0.3
Sin oxígeno	92 ± 1	95 ± 1.5		92 ± 1	96 ± 1.2	

evolución a corto plazo utilizando oxígeno o aire ambiente. Este estudio no evalúa problemas a largo plazo y establece un parámetro de no inferioridad entre el uso de aire ambiente comparándolo con oxígeno al 100%; permite recomendar el empleo de aire ambiente en la reanimación neonatal, ya que no presenta ningún riesgo comparándolo con el uso de oxígeno y disminuye riesgos potenciales a largo plazo.

Nuestros resultados de acuerdo a la vía de nacimiento, aunque mostraron que la saturación inicial en los niños nacidos por cesárea reanimados con oxígeno fue discretamente menor que la de los pacientes nacidos por vía vaginal, probaron que no existe una diferencia que permita recomendar conductas diferentes de acuerdo a la vía de nacimiento.

El empleo de oxígeno en el niño asfixiado no fue el objeto de este estudio y nuestros datos no pueden ser empleados para ese grupo.

Por lo tanto, pese a la altura de 2,421 m sobre el nivel mar, es seguro reanimar niños con aire ambiente. Sugrimos utilizar el oxímetro de pulso en la sala de partos para mantener una vigilancia estrecha de la saturación de oxígeno, con la finalidad de evitar el uso de oxígeno de forma excesiva.

## CONCLUSIONES

Emplear aire ambiente en la reanimación neonatal a 2,421 m sobre el nivel del mar no es diferente al uso de oxígeno. Este estudio establece un parámetro de no inferioridad entre el uso de aire ambiente y oxígeno al 100%, y permite recomendar el empleo de aire ambiente en la reanimación neonatal.

La diferencia entre las medias de saturación manifestó diferencia estadísticamente significativa al comparar las saturaciones de todos los sujetos de estudio al nacimiento y a las 48 horas; sin embargo, al realizar el análisis ajustado

por vía de nacimiento o por aplicación de oxígeno, no se encontraron diferencias significativas.

Este estudio puede tener sesgos de seguimiento debido a que no se analizaron otras variables confusoras.

La vía de nacimiento y la aplicación de oxígeno en la reanimación no condicionan diferencias en la saturación de oxígeno en neonatos. Por lo tanto, el uso de aire ambiente en la reanimación neonatal a 2,240 metros parece ser un procedimiento seguro y la administración de oxígeno no es necesaria.

## REFERENCIAS

- Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, Wyckoff MH, Aziz K, Guinsburg R et al. Part 7: Neonatal resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation*. 2015; 132: S204-S241.
- Kattwinkel J, Perlman JM, Aziz K, Colby C, Fairchild K, Gallagher J et al. Part 15: Neonatal Resuscitation: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010; 122 (18 Suppl 3): S909-919. doi: 10.1161/CIRCULATION AHA.110.971119.
- Mariani G, Dik PB, Ezquer A, Aguirre A, Esteban ML, Perez C et al. Pre-ductal and post-ductal O<sub>2</sub> saturation in healthy term neonates after birth. *J Pediatr*. 2007; 150 (4): 418-421.
- Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr*. 2006; 148 (5): 590-594.
- Solberg R, Andresen JH, Escrig R, Vento M, Saugstad OD. Resuscitation of hypoxic newborn piglets with oxygen induces a dose-dependent increase in markers of oxidation. *Pediatric Res*. 2007; 62 (5): 559-563.
- Vento M, Asensi M, Sastre J, García-Sala F, Pallardó FV, Viña J. Resuscitation with room air instead of 100% oxygen prevents oxidative stress in moderately asphyxiated term neonates. *Pediatrics*. 2001; 107 (4): 642-647.
- Bookatz GB, Mayer CA, Wilson CG, Vento M, Gelfand SL, Haxhiu MA et al. Effect of supplemental oxygen on reinitiation of breathing after neonatal resuscitation in rat pups. *Pediatr Res*. 2007; 61 (6): 698-702.

8. Lofaso F, Dauger S, Matrot B, Vardon G, Gaultier C, Gallego J. Inhibitory effects of repeated hyperoxia on breathing in newborn mice. *Eur Respir J.* 2007; 29: 18-24.
9. Hutchison AA. Recovery from hypopnea in preterm lambs: effects of breathing air or oxygen. *Pediatr Pulmonol.* 1987; 3 (5): 317-323.
10. Martin RJ, Bradley BG, Gelfand SL, Sastre J, Arduini A, Aguar M et al. Consequences of Neonatal Resuscitation with Supplemental Oxygen. *Semin Perinatol.* 2008; 32 (5): 355-366. doi: 10.1053/j.semperi.2008.08.002
11. Goldsmith JP, Kattwinkel J. The role of oxygen in the delivery room. *Clin Perinatol.* 2012; 39 (4): 803-815.
12. Kattwinkel J, editor. *Neonatal resuscitation textbook.* 6th edition. Elk Grove Village (IL): American Academy of Pediatrics, American Heart Association; 2011. pp. 52-58.
13. Zaichkin J, editor. *Neonatal resuscitation instructor manual.* 6th edition. Elk Grove Village (IL): American Academy of Pediatrics, American Heart Association; 2011. p. 73.
14. Vento M, Asensi M, Sastre J, Lloret A, García-Sala F, Viña J. Oxidative stress in asphyxiated term infants resuscitated with 100% oxygen. *J Pediatr.* 2003; 142 (3): 240-246.
15. Naumburg E, Bellocchio R, Cnattingius S, Jonzon A, Ekbom A. Supplementary oxygen and risk of childhood lymphatic leukaemia. *Acta Paediatr.* 2002; 91: 1328-1333.
16. Spector LG, Klebanoff MA, Feusner JH, Georgieff MK, Ross JA. Childhood cancer following neonatal oxygen supplementation. *J Pediatr.* 2005; 147 (1): 27-31.
17. Peters T, Raghavendra T, Delmore P, Ahlers-Schmidt, Bloom C. Oxygen therapy during resuscitation of preterm infants: a retrospective analysis. *EJ Neonatal Res.* 2012; 2 (3): 118-125.
18. Saugstad OD, Siddarth R, Rootwelt T, Vento M. Response to resuscitation of the newborn: early prognosis variables. *Acta Paediatr.* 2005; 94 (7): 890-895.
19. Saugstad OD, Ramji S, Vento M. Resuscitation of depressed newborn infants with ambient air or pure oxygen: a meta-analysis. *Biol Neonate.* 2005; 87 (1): 27-34.
20. Burón E, Iriondo M, Salguero E, Grupo de RCP Neonatal de la SEN. Aire frente a oxígeno al 100% en reanimación neonatal. En la práctica, un dilema con varias opciones. *An Pediatr (Barc).* 2007; 66 (2): 111-114.
21. Castro A, Rabasa C, Capelli C, Cores PF, Enríquez D, Gutiérrez S et al. Recommendations in neonatal resuscitation 2011: 2nd part: oxygen administration. Ventilatory strategies. Chest compressions. *Arch Argent Pediatr.* 2011; 109 (6): 536-544. doi: 10.1590/S0325-00752011000600018.
22. Toth B, Becker A, Seelbach-Göbel B. Oxygen saturation in healthy newborn infants immediately after birth measured by pulse oximetry. *Arch Gynecol Obstet.* 2002; 266 (2): 105-107.
23. Gonzales GF, Salirrosa A. Arterial oxygen saturation in healthy newborns delivered at term in Cerro de Pasco (4,340 m) and Lima (150 m). *Reprod Biol Endocrinol.* 2005; 3: 46.
24. Rüegger C, Bucher HU, Mieth RA. Pulse oximetry in the newborn: is the left hand pre- or post-ductal? *BMC Pediatr.* 2010; 10: 35. doi: 10.1186/1471-2431-10-35.
25. Levesque BM, Pollack P, Griffin BE, Nielsen HC. Pulse oximetry: what's normal in the newborn nursery? *Pediatr Pulmonol.* 2000; 30 (5): 406-412.
26. Richmond S, Goldsmith JP. Refining the role of oxygen administration during delivery room resuscitation: what are our future goals? *Semin Fetal Neonatal Med.* 2008; 13 (6): 368-374.