Revista de Investigación e Innovación Científica y Tecnológica GnosisWisdom -
ISSN: 2789-4282
Artículo original
Volumen 6 Número 3, Setiembre - Diciembre de 2026

Saturación de oxígeno y puntuación de Apgar durante la transición neonatal a gran altitud: estudio en Huancavelica, Perú

Oxygen saturation and Apgar score during neonatal transition at high altitude: a study in Huancavelica, Peru

Luzmila Corahua Oré ORCID
Universidad Nacional del Santa, Perú

https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v6i2.118
Fecha de publicación: 2026-11-25
Fecha de envío: 2026-10-05

Resumen

En las ciudades andinas el recién nacido se adapta en hipoxia hipobárica, pero los valores de referencia de saturación de oxígeno proceden de estudios a nivel del mar. El objetivo fue describir la saturación de oxígeno durante los primeros diez minutos de vida en recién nacidos a término sanos nacidos a 3680 metros de altitud y explorar su relación con la puntuación de Apgar. Se realizó un estudio observacional, transversal y correlacional en el Hospital Regional Zacarías Correa Valdivia (Huancavelica, Perú), con 101 recién nacidos a término sanos de parto vaginal. La saturación se midió por oximetría de pulso en el pie derecho al minuto, a los cinco y a los diez minutos; se registraron la puntuación de Apgar y las frecuencias cardiaca y respiratoria. La saturación media aumentó de 69,7 % al minuto a 77,5 % a los cinco minutos y a 84,9 % a los diez minutos; la mitad de los recién nacidos no superó 85 % a los diez minutos. No hubo diferencias por sexo. El 99 % obtuvo una puntuación de Apgar de siete a diez al minuto y a los cinco minutos, y todos a los diez minutos La saturación permaneció por debajo de los rangos de nivel del mar durante los primeros diez minutos, aun con Apgar normal, lo que respalda usar rangos locales para decidir la oxigenoterapia.

Palabras clave: recién nacido; oximetría; puntaje de Apgar; altitud; enfermería neonatal.

Abstract

In Andean cities, newborns adapt to a hypobaric hypoxic environment; however, reference values for oxygen saturation are derived from studies conducted at sea level. The objective was to describe oxygen saturation during the first ten minutes of life in healthy, full-term newborns delivered at an altitude of 3,680 meters, and to explore its relationship with Apgar scores. An observational, cross-sectional, correlational study was conducted at the Zacarías Correa Valdivia Regional Hospital (Huancavelica, Peru) involving 101 healthy, full-term newborns delivered vaginally. Oxygen saturation was measured via pulse oximetry on the right foot at one, five, and ten minutes of life; Apgar scores, as well as heart and respiratory rates, were also recorded. Mean oxygen saturation increased from 69.7% at one minute to 77.5% at five minutes and 84.9% at ten minutes; half of the newborns did not reach 85% saturation by the ten-minute mark. No differences were observed based on sex. At one and five minutes, 99% of the newborns had Apgar scores between seven and ten, and by ten minutes, all newborns fell within this range. Oxygen saturation remained below sea-level reference ranges throughout the first ten minutes—even in the presence of normal Apgar scores—which supports the use of local reference ranges when making decisions regarding oxygen therapy.

Keywords: infant, newborn; oximetry; Apgar score; altitude; neonatal nursing.

Introducción

El nacimiento obliga al recién nacido a pasar en pocos minutos de la circulación fetal en paralelo a la circulación neonatal en serie. La expansión pulmonar, el aclaramiento del líquido alveolar y la caída de la resistencia vascular pulmonar permiten que la sangre se oxigene en los pulmones y que la saturación arterial de oxígeno ascienda desde valores fetales cercanos al 50–60 % (Leone y Finer, 2006; Lara-Cantón et al., 2024). Durante esta transición el conducto arterioso todavía deriva sangre, por lo que la saturación medida en el pie (posductal) es menor que la medida en la mano derecha (preductal). La oximetría de pulso es el método no invasivo de elección para vigilar esta transición. Dawson et al. (2010) definieron los rangos de referencia de saturación preductal en 468 recién nacidos sin intervención en sala de partos; la mediana tardó 7,9 minutos en superar 90 %. Estudios previos en neonatos sanos coinciden en que la saturación inicial es baja y sube de forma progresiva durante los primeros diez minutos (Altuncu et al., 2008; Kamlin et al., 2006; Rabi et al., 2006). Estas curvas sustentan las metas de saturación por minuto que usan las guías de reanimación neonatal para decidir el oxígeno suplementario. La puntuación de Apgar, propuesta por Apgar (1953), resume la condición del neonato mediante cinco signos: frecuencia cardiaca, esfuerzo respiratorio, tono muscular, irritabilidad refleja y color. Un valor de siete a diez indica ausencia de depresión neonatal, y el de los cinco minutos es el mejor predictor de supervivencia (Committee on Fetus and Newborn & Committee on Obstetric Practice, 1996). Dos de sus componentes, el color y la frecuencia cardiaca, dependen directamente de la oxigenación, por lo que cabe esperar una asociación entre ambas mediciones. Casi todas las curvas de referencia se obtuvieron a nivel del mar. En altura, la menor presión parcial de oxígeno inspirado reduce la saturación. En Cerro de Pasco (4340 m), la saturación al minuto fue 15 % menor que en Lima, y el Apgar al minuto también fue menor (Gonzales y Salirrosas, 2005). También se han propuesto rangos de saturación específicos de la altura a 1800 m en Kenia (Morgan et al., 2017) y entre 847 y 4360 m en China (Oxygen saturation ranges for healthy newborns, 2023). En Huancavelica, Vidalón (2016) reportó una saturación media de 81,8 % a los diez minutos en el mismo hospital, pero sin analizar su relación con el Apgar.

Aplicar metas de nivel del mar a neonatos sanos de altura podría llevar a administrar oxígeno innecesario, con riesgo de hiperoxia. Por ello, el propósito de este estudio fue describir la saturación de oxígeno durante los primeros diez minutos de vida en recién nacidos a término sanos nacidos a 3680 m de altitud y explorar su relación con la puntuación de Apgar. La hipótesis fue que existe una relación directa y positiva entre la saturación de oxígeno y la puntuación de Apgar al minuto, a los cinco y a los diez minutos.

Metodología

Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, transversal y correlacional en la sala de partos del Hospital Regional Zacarías Correa Valdivia de Huancavelica, Perú, ubicado a 3680 m de altitud.

Participantes. Se incluyó a todos los recién nacidos que cumplieron los criterios de selección durante el periodo de estudio (muestreo no probabilístico por conveniencia, 101 neonatos). Criterios de inclusión: edad gestacional de 37 a 41 semanas y 6 días por el método de Capurro, parto vaginal, examen físico normal y madre residente en la altura durante al menos un año. Criterios de exclusión: malformación congénita, requerimiento de oxígeno suplementario, anemia, hipotermia o hipoglucemia neonatal, y comorbilidad materna (anemia, preeclampsia, diabetes, placenta previa). Las madres tuvieron entre 15 y 42 años; el 54,5 % de los neonatos fue de sexo masculino (Tabla 1). Instrumentos. La saturación de oxígeno se midió con un pulsioxímetro digital Nonin Avant 9700 La puntuación de Apgar se valoró con la escala original de cinco signos, cada uno de 0 a 2 puntos (Apgar, 1953), y se clasificó en 7–10 (sin depresión), 4–6 (depresión moderada) y 0–3 (depresión grave). Los datos se registraron en una ficha elaborada para el estudio con datos maternos, neonatales y las mediciones de cada minuto. Procedimiento. La enfermera de turno colocó el sensor en el pie derecho (posición posductal), con el emisor en la planta y el detector en el dorso. La saturación y las frecuencias cardiaca y respiratoria se registraron al minuto, a los cinco y a los diez minutos de vida. La puntuación de Apgar en esos mismos momentos se tomó de la historia clínica del recién nacido. Aspectos éticos. El estudio se realizó conforme a los principios de la Declaración de Helsinki para la investigación en seres humanos. La Oficina de Apoyo a la Docencia e Investigación del hospital autorizó la recolección de datos. Las madres firmaron un consentimiento informado que explicaba el procedimiento no invasivo, la participación voluntaria y la confidencialidad de los datos. Análisis estadístico. Se usó estadística descriptiva e inferencial con SAS versión 9.4 y Microsoft Excel 2016. Las variables cuantitativas se describieron con media, desviación estándar e intervalo de confianza al 95 %, y las cualitativas con frecuencias y porcentajes. Las diferencias por sexo se evaluaron con la prueba t de Welch. La relación entre saturación y puntuación de Apgar en cada minuto se evaluó con el coeficiente de correlación de Spearman, por tratarse de una escala ordinal. El cambio de la saturación en el tiempo se evaluó con la prueba de Friedman para medidas repetidas. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Se analizó a 101 recién nacidos. La mayoría de madres tenía educación secundaria, convivía con su pareja y era multípara; el 95,0 % de los neonatos pesó entre 2500 y 3999 g.

Tabla 1

Características de las madres y de los recién nacidos (n = 101)

Característica	n	%
Edad materna (años)		
15–18	10	9,9

CC BY

19–22	30	29,7
23–26	11	10,9
27–30	17	16,8
31–35	10	9,9
36–39	17	16,8
40–42	6	5,9
Grado de instrucción		
Primaria	23	22,8
Secundaria	57	56,4
Superior técnica	15	14,9
Superior universitaria	6	5,9
Estado civil		
Conviviente	47	46,5
Casada	34	33,7
Soltera	18	17,8
Separada	2	2,0
Paridad		
Primípara	35	34,7
Multípara	55	54,5
Gran multípara	11	10,9
Tipo de parto		
Vaginal espontáneo	100	99,0
Vaginal inducido	1	1,0
Edad gestacional (semanas)		
37–38	21	20,8
39	33	32,7
40	40	39,6
41	7	6,9
Sexo del recién nacido		
Masculino	55	54,5
Femenino	46	45,5
Peso al nacer (g)		
< 2500	5	5,0
2500–3999	96	95,0
Talla al nacer (cm)		
≤ 48,5	20	19,8
49,0–50,5	49	48,5
≥ 51,0	32	31,7

La saturación media subió 15,2 puntos porcentuales entre el minuto y los diez minutos, y sus intervalos de confianza no se superpusieron entre mediciones. A los diez minutos la mediana fue 85 %: la mitad de los neonatos no superó ese valor. La frecuencia cardiaca y la respiratoria también aumentaron. Un neonato tuvo Apgar de 0–3 al minuto y otro de 4–6 a los cinco minutos; a los diez minutos todos puntuaron entre 7 y 10 (Tabla 2).

Tabla 2

Saturación de oxígeno, frecuencias y puntuación de Apgar en los primeros diez minutos de vida (n = 101)

Variable	1 minuto	5 minutos	10 minutos
Saturación de oxígeno (%), media ± DE	69,7 ± 7,4	77,5 ± 6,2	84,9 ± 5,0
IC 95 %	68,2–71,1	76,3–78,8	83,9–85,9
Mediana (mínimo–máximo)	70 (46–90)	78 (50–92)	85 (50–100)
Frecuencia cardiaca (lpm), media ± DE	132,4 ± 12,8	136,6 ± 10,0	140,7 ± 8,6
Frecuencia respiratoria (rpm), media ± DE	41,4 ± 7,4	42,5 ± 7,0	45,1 ± 6,4
Apgar 7–10, n (%)	100 (99,0)	100 (99,0)	101 (100)
Apgar 4–6, n (%)	0	1 (1,0)	0
Apgar 0–3, n (%)	1 (1,0)	0	0

CC BY

Apgar en el grupo 7–10, media ± DE	8,3 ± 0,7	8,9 ± 0,3	9,4 ± 0,5

Nota. DE = desviación estándar; IC 95 % = intervalo de confianza al 95 %; lpm = latidos por minuto; rpm = respiraciones por minuto.

La saturación y el Apgar no difirieron entre sexos en ningún minuto (Tabla 3).

Tabla 3

Saturación de oxígeno y puntuación de Apgar según sexo

Variable	Masculino (n = 55), media ± DE	Femenino (n = 46), media ± DE	t de Welch	p
Saturación 1 min (%)	69,7 ± 7,7	69,7 ± 7,2	0,01	0,989
Saturación 5 min (%)	77,0 ± 7,1	78,2 ± 5,0	−1,02	0,312
Saturación 10 min (%)	84,7 ± 5,9	85,1 ± 3,6	−0,40	0,692
Apgar 10 min	9,3 ± 0,6	9,4 ± 0,5	−1,04	0,300

El neonato con Apgar bajo en cada minuto tuvo la saturación más baja de la muestra (46 % al minuto y 50 % a los cinco minutos). [Completar: coeficientes de Spearman.] (Tabla 4).

Tabla 4. Saturación de oxígeno según categoría de Apgar y correlación entre ambas variables

Minuto	Apgar < 7: n; saturación (%)	Apgar 7–10: n; saturación media ± DE (%)	rho de Spearman (IC 95 %)	p
1	1; 46	100; 69,9 ± 7,1	[completar]	[completar]
5	1; 50	100; 77,8 ± 5,6	[completar]	[completar]
10	0	101; 84,9 ± 5,0	[completar]	[completar]

Discusión

En recién nacidos sanos a 3680 m, la saturación posductal subió de 69,7 % a 84,9 % en los primeros diez minutos, pero se mantuvo por debajo de los rangos descritos a nivel del mar. Dawson et al. (2010) reportaron que la mediana preductal supera 90 % hacia el minuto 8; en nuestra muestra, la mitad de los neonatos no superó 85 % a los diez minutos, aun sin requerir oxígeno y con Apgar normal.

Dos factores explican esta diferencia. El primero es la altitud: la menor presión parcial de oxígeno inspirado reduce la oxigenación alveolar y retrasa el descenso de la resistencia vascular pulmonar. El segundo es el sitio de medición: durante la transición el conducto arterioso deriva sangre poco oxigenada hacia la aorta descendente, de modo que la saturación del pie es menor que la de la mano derecha; a 1640 m la diferencia inmediata tras el nacimiento fue de unos ocho puntos (Habib, 2013). Por ello, nuestros valores deben compararse con estudios posductales o con la advertencia de ese sesgo.

Nuestros valores fueron superiores a los de Gonzales y Salirrosas (2000) a 4340 m, que hallaron 41,3 % al minuto y 74,3 % a los diez minutos, lo que concuerda con un efecto proporcional a la altitud. Fueron algo mayores que los de Vidalón (2016) en el mismo hospital (81,8 % a los diez minutos), diferencia que podría deberse a la técnica o al momento de colocación del sensor. En México, Camacho et al. (2015) reportaron 68 %, 79 % y 87 % al minuto, a los cinco y a los diez minutos; la curva de Huancavelica comienza en un nivel similar pero asciende más lento.

La frecuencia cardiaca media (132–141 lpm) y la respiratoria (41–45 rpm) estuvieron en rangos fisiológicos y aumentaron con el tiempo, lo que indica una adaptación adecuada pese a la saturación baja. No hubo diferencias por sexo, a diferencia de Camacho et al. (2015), que hallaron mayor saturación inicial en niñas.

La relación entre saturación y Apgar debe interpretarse con cautela. Al seleccionar neonatos sanos, el 99 % tuvo Apgar de siete a diez y su variabilidad fue mínima (desviación estándar de 0,3 a los cinco minutos). Con este efecto techo, una correlación débil es esperable y no excluye una relación fisiológica. Los dos neonatos con Apgar bajo sí tuvieron la saturación más baja, lo que sugiere que la asociación se manifiesta en los extremos. Además, el color y la frecuencia cardiaca forman parte del Apgar y dependen de la oxigenación, lo que puede inflar la asociación. En Cerro de Pasco, el Apgar al minuto también fue menor en altura que a nivel del mar (Gonzales y Salirrosas, 2005).

Implicaciones prácticas. Si en Huancavelica se aplican las metas de saturación de nivel del mar, una proporción importante de neonatos sanos parecería hipoxémica a los diez minutos y podría recibir oxígeno innecesario, con riesgo de hiperoxia. El Apgar normal con saturación cercana a 85 % indica que el profesional de enfermería debe valorar al neonato en conjunto y no solo por la cifra del oxímetro. Implicaciones teóricas. Los resultados apoyan que la transición neonatal en altura sigue una curva propia, por lo que las metas de oxigenación deberían ajustarse a la altitud.

Conclusiones

En recién nacidos a término sanos nacidos a 3680 m de altitud, la saturación posductal de oxígeno aumentó de forma progresiva durante los primeros diez minutos de vida, pero no alcanzó los valores de referencia de nivel del mar: la mitad no superó 85 % a los diez minutos. Prácticamente todos tuvieron una puntuación de Apgar normal, sin diferencias por sexo. Estos hallazgos indican que una saturación baja en los primeros minutos puede ser fisiológica en la altura y no justifica por sí sola el oxígeno suplementario.

Limitaciones. El estudio se realizó en un solo hospital, con muestreo no probabilístico y un tamaño de muestra modesto.

CC BY

La saturación se midió en el pie (posductal), lo que impide la comparación directa con las curvas preductales. La misma enfermera midió la saturación y valoró el Apgar, sin cegamiento. No se registraron gasometría de cordón, momento de pinzamiento del cordón ni el momento exacto de obtención de una señal estable del oxímetro.

Recomendaciones para nuevas investigaciones. Elaborar curvas percentilares locales de saturación preductal y posductal minuto a minuto en un estudio multicéntrico en ciudades andinas; incluir el pinzamiento tardío del cordón y la gasometría como variables; y evaluar si las metas de oxigenación ajustadas a la altitud reducen el uso innecesario de oxígeno en sala de partos.

Referencias bibliográficas

Altuncu, E., Özek, E., Bilgen, H., Topuzoglu, A., y Kavuncuoglu, S. (2008). Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *European Journal of Pediatrics, 167*(6), 687–688.

Apgar, V. (2016). A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Current Researches in Anesthesia & Analgesia, 32*(4), 260–267.

Camacho, R., Moreno, R., Garza, R., y Torres, J. (2015). Saturación periférica de oxígeno por oximetría de pulso en recién nacidos en el periodo neonatal inmediato. *Revista de la Escuela de Medicina "Dr. José Sierra Flores", 29*(1).

Committee on Fetus and Newborn, American Academy of Pediatrics, y Committee on Obstetric Practice, American College of Obstetricians and Gynecologists. (1996). Use and abuse of the Apgar score. *Pediatrics, 98*(1), 141–142.

Dawson, J. A., Kamlin, C. O. F., Vento, M., Wong, C., Cole, T. J., Donath, S. M., Davis, P. G., y Morley, C. J. (2010). Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics, 125*(6), e1340–e1347. https://doi.org/10.1542/peds.2009-1510

Gonzales, G. F., y Salirrosas, A. (2000). Valor predictivo de la saturación arterial de oxígeno al nacer y el resultado del Apgar en el desarrollo neurológico en el neonato a nivel del mar y en la altura. *Revista Peruana de Pediatría, 53*(1–4).

Gonzales, G. F., y Salirrosas, A. (2005). Arterial oxygen saturation in healthy newborns delivered at term in Cerro de Pasco (4340 m) and Lima (150 m). *Reproductive Biology and Endocrinology, 3*, 46. https://doi.org/10.1186/1477-7827-3-46

Habib, H. S. (2013). Oxygen saturation trends in the first hour of life in healthy full-term neonates born at moderate altitude.

Kamlin, C. O. F., O'Donnell, C. P. F., Davis, P. G., y Morley, C. J. (2006). Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *The Journal of Pediatrics, 148*(5), 585–589.

Lara-Cantón, I., Badurdeen, S., Dekker, J., Davis, P., Roberts, C., te Pas, A., y Vento, M. (2024). Oxygen saturation and heart rate in healthy term and late preterm infants with delayed cord clamping. *Pediatric Research, 96*(3), 604–609. https://doi.org/10.1038/s41390-021-01805

Leone, T. A., y Finer, N. N. (2006). Fetal adaptation at birth. *Current Paediatrics, 16*(4), 269–274.

Morgan, M. C., Maina, B., Waiyego, M., Mutinda, C., Aluvaala, J., Maina, M., y English, M. (2017). Oxygen saturation ranges for healthy newborns within 24 hours at 1800 m. *Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition*. https://doi.org/10.1136/archdischild-2016-311813

Oxygen saturation ranges for healthy newborns within 2 h at altitudes between 847 and 4,360 m: A prospective cohort study. (2023). *Neonatology, 120*(1), 111–117.

Rabi, Y., Yee, W., Chen, S. Y., y Singhal, N. (2006). Oxygen saturation trends immediately after birth. *The Journal of Pediatrics, 148*(5), 590–594.

Vidalón, D. (2016). *Saturación de oxígeno de los recién nacidos a término sanos cuantificado por oximetría de pulso en el Hospital Regional Zacarías Correa Valdivia, a una altitud de 3860 metros sobre el nivel del mar* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma].

CC BY