

ARTÍCULO ORIGINAL

VALORES NORMALES DE SATURACIÓN DE OXÍGENO PRE Y POST DUCTAL EN RECIÉN NACIDOS SANOS A 3400 METROS DE ALTITUD

NORMAL OXYGEN PRE- AND POST-DUCTAL SATURATION IN HEALTHY NEWBORNS AT 3400 METERS ABOVE SEA LEVEL

Rubén Darío Escalante Guzmán^{1,2} , Gloria Janet Yábar Galdós³ , María Isabel Chávez González³ 

DOI: <https://doi.org/10.61651/rped.2025v77n2p4-9>

¹ Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco EsSalud.

³ Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco EsSalud.

² Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

RESUMEN

Introducción: La saturación de oxígeno (SpO_2) no es única para todas las altitudes sobre el nivel del mar y se conoce que es inversamente proporcional a la altitud, por lo que es necesario determinar los valores normales para cada altitud específica. La aplicación en altitudes elevadas de los límites de saturación actualmente recomendados para el tamizaje de cardiopatías congénitas críticas conlleva a una sobreestimación de las sospechas de cardiopatía. **Objetivo:** establecer los valores normales de saturación de oxígeno preductal y postductal en recién nacidos sanos a 3400 metros de altitud y recomendar nuevos puntos de corte para sospecha de cardiopatía congénita crítica para esa altitud. **Métodos:** estudio observacional en 1193 recién nacidos sanos del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco EsSalud. Se midió la SpO_2 preductal y postductal entre las 24 y 48 horas de edad. Se calcularon la media, mediana, moda, rango, desviación estándar y percentiles. Se compararon las saturaciones de oxígeno preductales y post ductales utilizando prueba t para muestras pareadas y prueba de Wilcoxon. **Resultados:** el promedio de SpO_2 preductal fue 91.02% (SD 2,47) y el promedio de SpO_2 postductal fue 91.01% (SD 2,38). La mediana fue de 91% tanto para la SpO_2 pre como post ductal. La moda fue de 90% tanto para la SpO_2 pre como post ductal. El rango de la SpO_2 preductal fue de (84% a 100%) y el rango de la SpO_2 post ductal fue de (85% a 100%). El percentil 3 fue de 88% tanto para la SpO_2 pre como para la post ductal y el percentil 97 fue de 96% tanto para la SpO_2 pre como para la post ductal. **Conclusión:** encontramos valores más bajos de SpO_2 pre y postductal, proponemos un punto de corte mucho más bajo para sospecha de cardiopatías congénitas críticas para esta altitud.

Palabras clave: Recién nacido, oxígeno, saturación, preductal, postductal, tamizaje, altitud.

SUMMARY

Introduction: Oxygen saturation is not uniform across all altitudes above sea level and is known to be inversely proportional to altitude, making it necessary to determine normal values for each specific altitude. Applying currently recommended saturation thresholds for screening critical congenital heart disease at high altitudes leads to an overestimation of suspected cases. **Objective:** To establish normal preductal and postductal oxygen saturation values in healthy newborns at 3400 meters of altitude and recommend new cutoff points for suspected critical congenital heart disease at this altitude. **Methods:** Observational study of 1193 healthy newborns at the Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco EsSalud. Preductal and postductal SpO_2 were measured between 24 and 48 hours of age. Mean, median, mode, range, standard deviation, and percentiles were calculated. Preductal and postductal oxygen saturations were compared using paired t-tests and Wilcoxon tests. **Results:** The mean preductal SpO_2 was 91.02% (SD 2.47), and the mean postductal SpO_2 was 91.01% (SD 2.38). The median was 91% for both preductal and postductal SpO_2 . The mode was 90% for both preductal and postductal SpO_2 . The preductal SpO_2 range was 84% to 100%, and the postductal SpO_2 range was 85% to 100%. The 3rd percentile was 88% for both preductal and postductal SpO_2 , and the 97th percentile was 96% for both. **Conclusion:** We found lower preductal and postductal SpO_2 values and propose a significantly lower cutoff point for suspected critical congenital heart disease at this altitude.

Keywords: Newborn, oxygen, saturation, preductal, postductal, screening, altitude.

Mensajes principales

- **Motivación:** La saturación de oxígeno de los recién nacidos es menor a elevadas altitudes. Aunque la medición preductal, postductal y su diferencia se emplean para el tamizaje de cardiopatías congénitas críticas, los puntos de corte utilizados a nivel del mar no son aplicables en elevadas altitudes.
- **Hallazgos principales:** Los recién nacidos a 3400 metros de altitud presentan saturaciones de oxígeno (pre y postductal) mucho más bajas que aquellos a nivel del mar.
- **Implicancias:** Es necesario establecer puntos de corte más bajos para la saturación de oxígeno en recién nacidos de elevada altitud, a fin de optimizar la detección de cardiopatías congénitas críticas en estas poblaciones.

INTRODUCCIÓN

La saturación de oxígeno (SpO₂) medida por oximetría de pulso permite predecir si la oxigenación de un recién nacido se encuentra dentro de los parámetros normales; sin embargo, la saturación de oxígeno disminuye conforme se incrementa la altitud^{1,2}. Se han establecido los valores normales de saturación de oxígeno al nivel del mar, pero no se conocen con claridad los valores normales para recién nacidos a 3400 metros¹.

La SpO₂ preductal y postductal, así como su diferencia, se utilizan para realizar el tamizaje de cardiopatías congénitas críticas. Se recomienda que dicho tamizaje sea universal; no obstante, los puntos de corte establecidos en los algoritmos no son aplicables a todas las poblaciones, ya que estos valores fueron determinados para recién nacidos a bajas altitudes^{1,9}.

La SpO₂ no es uniforme en todas las altitudes sobre el nivel del mar, y se sabe que es inversamente proporcional a la altitud. Por lo tanto, es necesario determinar valores normales específicos para cada altitud, evitando así utilizar los valores establecidos a nivel del mar como referencia para recién nacidos a moderada o gran altura^{1,10}.

Wang y colaboradores intentaron definir el intervalo de referencia de la SpO₂ en recién nacidos a diferentes altitudes. Realizaron búsquedas exhaustivas en múltiples bases de datos e identificaron siete estudios transversales, publicados entre 1991 y 2020, en diversos países. Obtuvieron los promedios de SpO₂ con desviación estándar (DE) en recién nacidos de 40 altitudes diferentes (desde 25 hasta 3100 metros). Determinaron que el límite inferior del intervalo de referencia de la SpO₂ disminuye conforme aumenta la altitud en recién nacidos saludables. Identificaron tres estudios de alta calidad y cuatro de calidad moderada, y sugirieron la necesidad de realizar más estudios prospectivos de alta calidad para confirmar sus resultados¹.

Ucrós y colaboradores realizaron un metanálisis para examinar la variación de la SpO₂ en niños saludables que viven a gran altitud. Señalaron que la SpO₂ tiende a disminuir con la altitud, pero se desconoce su comportamiento durante la infancia y en diferentes estados de vigilia y sueño. Incluyeron 20 estudios hasta diciembre de 2018, pero no

podieron realizar un metanálisis debido a las diferencias metodológicas y en las mediciones. Encontraron que la SpO₂ presenta las siguientes características: disminuye progresivamente con el aumento de la altitud, muestra una mejoría gradual con el avance de la edad durante la infancia, y registra valores más bajos durante el sueño y la alimentación en comparación con los estados de vigilia. Asimismo, observaron que la variabilidad de la SpO₂ es más marcada en los primeros años de vida y durante los periodos de sueño. Además, en seis de los 20 estudios, la distribución de SpO₂ no fue normal y mostró un sesgo hacia la izquierda².

Guo y colaboradores buscaron establecer valores de referencia para la saturación de oxígeno (SpO₂) en neonatos en altitudes bajas y moderadas. Analizaron 41097 neonatos asintomáticos de 35 hospitales en Yunnan, China, con altitudes entre 267 y 2202 metros. Midieron la SpO₂ preductal y postductal a las 24 horas de nacimiento y antes del alta. Establecieron tres grupos según la altitud: baja (0-500 m), leve (500-1500 m) y moderada (1500-2500 m). Cada 1000 metros de incremento en la altitud se asoció con una disminución del 1,54% en la SpO₂ promedio. Las medias de SpO₂ preductal fueron 97,9%, 96,4% y 95,5% en los grupos de baja, leve y moderada altitud, respectivamente. Utilizaron el percentil 2,5 de la distribución de SpO₂ como umbral para el tamizaje neonatal; a una altitud moderada (1500-2000 m), este valor fue del 92%, mientras que el percentil 97,5 fue del 100%. Los autores recomendaron valores de corte revisados para la SpO₂ neonatal en altitudes leves y moderadas, y proporcionaron nuevos parámetros para la detección de enfermedades cardíacas o pulmonares congénitas graves en neonatos³.

Vidalón investigó los niveles de SpO₂ en 129 recién nacidos sanos a término durante sus primeras 24 horas de vida en Huancavelica (Perú), a 3860 metros de altitud. Registró los valores de SpO₂ a los 1, 5, 10, 30, 120, 360 y 1440 minutos, obteniendo los siguientes resultados: 67,01%, 75,47%, 81,81%, 86,88%, 88,71%, 89,62% y 91,45%, respectivamente. La SpO₂ promedio a las 24 horas de vida fue de 91,45% ± 2,26 DE (rango: 84%-97%). El autor concluyó que los niveles de SpO₂ eran significativamente más bajos que los observados a nivel del mar⁴.

Guisbert determinó la SpO₂ en 109 recién nacidos a término sanos durante las primeras 24 horas de vida a 3200 metros

de altitud. El estudio evaluó diferencias en la SpO₂ según el tipo de parto y la actividad física, además de generar percentiles de SpO₂. Las mediciones preductales realizadas en diferentes intervalos temporales mostraron que la SpO₂ era consistentemente más baja que los valores reportados a nivel del mar. Asimismo, se observó que el tiempo de estabilización posnatal de la SpO₂ era hasta tres veces mayor a esta altitud. Los percentiles (3, 10, 50, 90 y 97) de SpO₂ a las 24 horas fueron 86,7%, 89%, 91%, 94% y 96%, respectivamente. Con base en estos hallazgos, el autor sugirió un punto de corte del 86% para el tamizaje de cardiopatías congénitas a esta altitud⁵.

Rao y colaboradores determinaron la tasa de falsos positivos en el tamizaje con oximetría de pulso a altitudes moderadas en Albuquerque, Nuevo México. Analizaron retrospectivamente 3548 lactantes utilizando las pautas universales de tamizaje cardiológico. Solo hubo un resultado verdadero positivo. La SpO₂ promedio, tanto preductal como postductal, fue del 96%. Entre los 93 falsos positivos, los valores de SpO₂ fueron 92% (preductal) y 90% (postductal). La tasa de falsos positivos disminuyó del 3,5% (antes de abril de 2013) al 1,5% (después de esa fecha), mostrando una reducción significativa a lo largo del tiempo. Este estudio fue el primero en reportar una tasa elevada de falsos positivos (1,5%) a altitudes moderadas, en comparación con el 0,035% observado a nivel del mar, lo que sugiere que tanto la curva de aprendizaje como la altitud influyeron en los resultados⁶.

Lozano Duau y colaboradores describieron la saturación preductal y postductal mediante el tamizaje cardíaco recomendado por la Academia Americana de Pediatría (AAP) a 2240 metros de altitud en Ciudad de México. Incluyeron 292 recién nacidos (256 a término y 36 pretérmino tardío). La media de SpO₂ fue 95,5% (IC 95%: 95,2-95,8) en mediciones preductales y 95,8% (IC 95%: 95,5-96,1) en postductales. Establecieron valores de referencia para esta altitud y sugirieron que el tamizaje cardíaco según los lineamientos de la AAP puede aplicarse de manera segura en Ciudad de México⁷.

Arroyo Cabrales y colaboradores compararon los valores de SpO₂ mediante oximetría de pulso en 128 recién nacidos a término sin patología respiratoria durante sus primeras 24 horas de vida (dos días consecutivos) en Ciudad de México (2240 m), evaluando dos contextos: 64 en terapia de invasión mínima (TIM) y 64 en alojamiento conjunto. La saturación basal fue 92,9% (DE: 2,1) en alojamiento conjunto y 92,7% (DE: 2,4) en TIM. Ningún neonato presentó valores inferiores a 88%. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos durante el periodo de estudio; sin embargo, los recién nacidos en alojamiento conjunto mostraron menos episodios de desaturación, lo que los autores atribuyeron a la alimentación exclusiva con lactancia materna⁸.

Cárdenas E.K. evaluó los niveles de SpO₂ preductal y postductal en 264 recién nacidos entre las 24 y 48 horas de

vida en Huancayo (Perú), ubicado a 3250 metros de altitud. La distribución de la SpO₂ preductal y postductal difirió significativamente de la observada en estudios realizados a nivel del mar. La mediana de SpO₂ fue de 90,93% (DE: 2,27) en mediciones preductales y de 91,92% (DE: 2,17) en postductales, valores que se encuentran dentro del rango considerado positivo (90-94%) por la AAP. Estos hallazgos sugieren la necesidad de ajustar los puntos de corte para el tamizaje cardiológico a 3250 metros de altitud. El estudio estableció valores de referencia específicos y propuso modificar el algoritmo diagnóstico para adaptarlo a las variaciones altitudinales locales⁹.

Tian y colaboradores analizaron la distribución y variabilidad de la SpO₂ mediante oximetría de pulso en recién nacidos a diferentes altitudes en China. Utilizando datos del Proyecto Nacional de Tamizaje de Cardiopatías Congénitas Neonatales (CCN), evaluaron 26766 recién nacidos en seis rangos altitudinales: 0-100 m, 600-700 m, 900-1100 m, 1400-1600 m, 1900-2100 m y 2200-2500 m. Los valores promedio de SpO₂ en la mano derecha fueron 97,7% ± 1,4%, 97,1% ± 1,1%, 96,1% ± 1,3%, 96,0% ± 1,7%, 95,9% ± 1,8% y 95,5% ± 2,4%, respectivamente; mientras que en ambos pies fueron 97,7% ± 1,4%, 96,9% ± 1,1%, 96,3% ± 1,4%, 96,0% ± 1,7%, 95,6% ± 1,8% y 95,2% ± 2,7%. Los investigadores encontraron diferencias estadísticamente significativas (p de tendencia <0,001), demostrando una relación inversa entre la altitud y los valores de SpO₂. Concluyeron que los puntos de corte para el tamizaje de CCN establecidos a nivel del mar no son aplicables a mayores altitudes¹⁰.

Hoffman destacó que la oximetría de pulso en la detección de cardiopatías congénitas críticas presenta mayor tasa de falsos positivos a altitudes elevadas, debido a la disminución de la SpO₂ basal y a su mayor variabilidad. Observó que recién nacidos sanos en estas condiciones pueden presentar valores de SpO₂ tan bajos como 85%, con una presión arterial de oxígeno de 43 mmHg. El autor resaltó además las diferencias interétnicas en la respuesta a la hipoxia hipobárica, lo que dificulta -cuando no imposibilita- establecer valores de corte universales de SpO₂ para diferentes grupos étnicos en condiciones de aire ambiente¹¹.

Nuestro objetivo fue establecer los valores normales de SpO₂, tanto preductal como postductal, en recién nacidos a una altitud de 3400 metros. Esto permitió proponer límites más adecuados para los algoritmos de tamizaje cardiológico en esta población específica, lo que facilita una detección más precisa de posibles cardiopatías congénitas críticas.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional de corte transversal en recién nacidos sanos a una altitud de 3400 metros. Se midió la SpO₂ preductal y postductal entre las 24 y 48 horas de vida, y se recopilaron datos demográficos para establecer valores normales específicos mediante análisis estadístico.

Participantes

El estudio incluyó recién nacidos del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco de EsSalud (3400 m) durante el año 2023.

- **Criterios de inclusión:**
 - ◊ Edad gestacional entre 37 y 42 semanas.
 - ◊ Puntaje Apgar >7 al minuto y a los 5 minutos.
 - ◊ Peso al nacer entre 2500 gramos y 3999 gramos.
 - ◊ Adecuados para la edad gestacional.
 - ◊ Clínicamente sanos con temperatura, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria normales.
- **Criterios de exclusión:**
 - ◊ Edad gestacional <37 semanas o >42 semanas.
 - ◊ Apgar <7 al minuto y/o a los 5 minutos.
 - ◊ Peso <2500 gramos o ≥4000 gramos.
 - ◊ Grandes o pequeños para la edad gestacional.
 - ◊ Clínicamente enfermos o con signos vitales fuera de los rangos normales.
- **Procedimiento:**

Se obtuvo el consentimiento informado de los padres antes de incluir a los participantes en el estudio. Las mediciones de saturación de oxígeno se realizaron con un oxímetro de pulso ACCURO CHARMCARE, cuyos rangos de medición fueron los siguientes:

 - ◊ **Frecuencia cardíaca:** 15-300 latidos por minuto.
 - ◊ **SpO₂:** 0-100%.
 - ◊ **Perfusión:** 0.02%-20%.
 - ◊ **Precisión en neonatos:**
 - » 70-100% (±3%).
 - » 50-69% (±4%).
 - » 0-49% (sin especificación).

Se realizó una única medición entre las 24 y 48 horas posteriores al nacimiento. Para la medición preductal, se colocó el sensor en la mano derecha, mientras que para la medición postductal se ubicó en el pie derecho. El sensor se aplicó con una presión adecuada (sin compresión excesiva), asegurando que los componentes ópticos quedaran correctamente alineados. El dispositivo permaneció en posición durante al menos un minuto, registrándose los valores únicamente cuando la onda de pulso y la barra de oscilación del oxímetro mostraban patrones regulares.

Los datos recolectados se almacenaron en una base de datos en Excel para su posterior análisis. Se calcularon estadísticos descriptivos, incluyendo media, mediana, desviación estándar, rango y percentiles. Adicionalmente, se compararon las saturaciones preductales y postductales mediante pruebas estadísticas para determinar la existencia de diferencias significativas entre ambas mediciones.

Aspectos éticos

Se garantizó la confidencialidad de la información recopilada de los participantes. Los datos se manejaron de forma anónima o mediante códigos de identificación para proteger la privacidad. La investigación se realizó siguiendo el principio de minimización de riesgos para los participantes.

El protocolo de estudio, junto con todos los aspectos éticos involucrados, fue revisado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación del hospital.

RESULTADOS

De un total de 2779 recién nacidos durante el año 2023 en el Hospital Nacional Adolfo Guevara ubicado a 3400 metros de altitud, cumplieron con los criterios de inclusión 1193 recién nacidos (42,92%). En la tabla 1 se muestran las características de la muestra estudiada.

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de los recién nacidos estudiados (n=1,193).

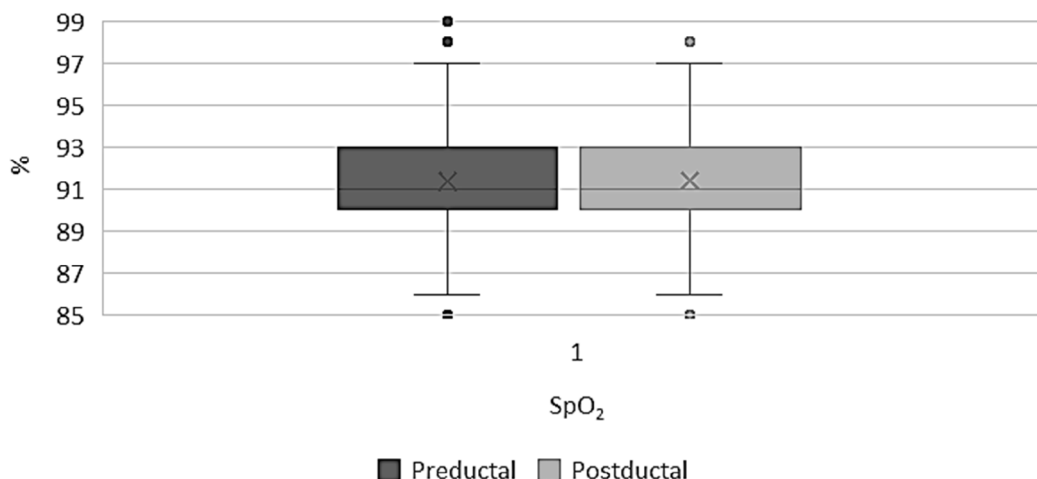
Característica	Valor/Medida	Rango o Porcentaje
Peso (g)	3273	2500-3990
Sexo		
- Varones	598	50.1%
- Mujeres	595	49.9%
Apgar		
- 1 minuto	8.3 ± 0.58*	7-9
- 5 minutos	9.0 ± 0.07*	7-10
Talla (cm)	49.2 ± 1.29*	43-56
Perímetro cefálico (cm)	34.5 ± 1.04*	32-37
Perímetro torácico (cm)	33.9 ± 1.31*	30-36
Frecuencia cardíaca (lpm)	124.5 ± 10.35*	110-140
Frecuencia respiratoria (rpm)	50.4 ± 2.73*	40-60
Temperatura (°C)	36.8 ± 0.16*	36.0-37.5
Tipo de parto		
- Vaginal	835	70.0%
- Cesárea	358	30.0%

*Valores expresados como media ± desviación estándar. Fuente: elaboración propia.

La media de SpO₂ preductal fue 91,02% (SD 2,47) y la media de SpO₂ post ductal fue 91,01% (SD 2,38). La mediana fue de 91% tanto para la SpO₂ pre como post ductal. La moda fue de 90% tanto para la SpO₂ pre como postductal. El rango de la SpO₂ preductal fue de (84% a 100%) y el rango de la SpO₂ postductal fue de (85% a 100%).

El gráfico 1 muestra la distribución de la SpO₂ pre y postductal, la media de ambas saturaciones fue 91% y los rangos de 84-100% y de 85-100%, respectivamente. La cercanía en las medianas y rangos muestra que no hay una diferencia significativa entre ambas mediciones. Se observan pocos valores fuera del rango, los cuales podrían representar casos con alteraciones respiratorias o cardiovasculares.

Como se puede apreciar en la tabla 2, no hubo diferencias entre los percentiles de SpO₂ pre y post ductal. El percentil 3 fue de 88% tanto para la SpO₂ pre como para la postductal y el percentil 97 fue de 96% tanto para la SpO₂ pre como para la post ductal.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 1. SpO₂ pre y postductal en recién nacidos a 3400 metros de altitud n=1193.

Tabla 2. Percentiles de saturación pre y postductal en recién nacidos a 3400 metros de altitud, n=1193.

Percentiles	SpO ₂ preductal	SpO ₂ postductal
p ^o 3 *	88	88
p ^o 5	88	88
p ^o 10	88	89
p ^o 50	91	91
p ^o 90	94	94
p ^o 95	95	95
p ^o 97 *	96	96

*Wilcoxon P >0.05.

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

Medimos la SpO₂ pre y postductal en 1193 recién nacidos sanos a 3400 metros de altitud. Otros autores han evaluado la SpO₂ en diferentes alturas: Guisbert estudió la SpO₂ pre y postductal en un grupo pequeño de 109 recién nacidos a 3200 metros⁵ (200 metros menos que en nuestro estudio), mientras que Guo y colaboradores establecieron los valores de SpO₂ pre y postductal en 40097 neonatos de altitudes entre 267 y 2202 metros³; el grupo de mayor altitud en su estudio se encontraba a 1198 metros por debajo del nuestro.

En nuestro estudio, el 50,1% de los recién nacidos fueron varones y el 49,9%, mujeres. En contraste, en el grupo de Guisbert, el 43,12% fueron varones y el 56,78%, mujeres⁵, diferencia que podría explicarse por el tamaño reducido de su muestra.

Como criterios de inclusión, medimos la frecuencia cardíaca y respiratoria. Los promedios fueron de 124,5 latidos por minuto y 50,4 respiraciones por minuto, respectivamente, valores que se encuentran dentro de los rangos normales para la edad. El puntaje Apgar promedio fue de 8,3 al minuto y de 9 a los 5 minutos, también dentro de los parámetros normales.

Las medias de SpO₂, preductal y postductal, fueron de 91,02% (DE 2,47) y 91.01% (DE 2,38), respectivamente.

La desviación estándar ligeramente mayor en la preductal podría reflejar una mayor variabilidad en la oxigenación antes del paso por el ductus arterioso. Vidalon reportó un promedio de SpO₂ de 91,45% (DE: 2,2) a 3800 metros de altitud⁴, un valor similar al nuestro, a pesar de que su muestra se encontraba a 400 metros por encima de la nuestra. Esta similitud podría deberse a que nuestra población está adaptada por generaciones a la altitud elevada. Los promedios de SpO₂ pre y postductal que obtuvimos fueron menores que los reportados en estudios realizados a menores alturas, lo cual respalda lo señalado por Tian y colaboradores: los valores de SpO₂ se asocian negativamente con la altitud, por lo que los puntos de corte para el tamizaje de cardiopatías a nivel del mar no serían aplicables en recién nacidos de altitudes mayores¹⁰.

No observamos diferencias significativas entre los percentiles de SpO₂ preductal y postductal. El percentil 3 fue de 88% en ambas mediciones, y el percentil 97, de 96%. Esto sugiere que, dentro de este rango, las SpO₂ pre y postductales son clínicamente equivalentes. Nuestros resultados difieren de los de Guisbert, quien, a 3200 metros, reportó una saturación del 86,7% en el percentil 3 (valor más bajo que el nuestro, pese a la menor altitud, lo que podría atribuirse a diferencias étnicas entre las poblaciones estudiadas)⁵. Guo y colaboradores, en altitudes moderadas (1500–2000 metros), hallaron una saturación del 92% en el percentil 2.5, valor inferior al punto de corte utilizado a nivel del mar³.

Nuestros hallazgos son consistentes con estudios realizados en altitud moderada y elevada. Guisbert (3200m) reportó un percentil 3 del 86,7%⁵, lo que concuerda con nuestra observación de que la SpO₂ disminuye con la altitud. Vidalon (3800m) encontró una SpO₂ promedio del 91,45%, valor cercano al nuestro (91,01% y 91,02%)⁴, lo que refuerza que la saturación en altitud es intrínsecamente menor. Guo y cols. (1500-2000m) identificaron una saturación del 92% en el percentil 2.5³, lo que respalda la necesidad de ajustar los puntos de corte según la altitud.

La propuesta de utilizar una SpO₂ de 88% (percentil 3) como punto de corte para el tamizaje de cardiopatías congénitas críticas en recién nacidos a 3400 metros de altitud se justifica por las siguientes razones: la presión atmosférica y la presión parcial de oxígeno disminuyen con la altitud, lo que reduce la SpO₂ en individuos sanos. Estudios previos, como el de Tian y colaboradores demuestran una correlación negativa entre altitud y SpO₂, confirmando que los valores estándar de tamizaje (≥95%) no son aplicables en altitudes elevadas. En nuestro estudio, el percentil 3 de SpO₂ fue de 88%, lo que indica que el 97% de los recién nacidos sanos en esta altitud presentan saturaciones iguales o superiores a este valor. Nuestros datos muestran que el percentil 5 fue también del 88%, lo que significa que el 5% de los neonatos sanos tienen SpO₂ por debajo de este valor sin patología asociada. Si se utilizara el 95% como punto de corte, se generaría un alto número de falsos positivos, lo que sometería a neonatos sanos a evaluaciones innecesarias.

La principal fortaleza de nuestro estudio es el gran número de neonatos incluidos. Entre las limitaciones destacan el diseño transversal del estudio y otros factores como el entorno de medición, la temperatura y la tranquilidad del recién nacido, los cuales pudieron afectar las mediciones de SpO₂. Además, los valores normales obtenidos solo son aplicables a recién nacidos a 3400 metros de altitud.

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio demuestra que, en recién nacidos sanos a 3400 metros de altitud, los valores de SpO₂ son inferiores a los estándares utilizados a nivel del mar. La SpO₂ preductal y postductal en el percentil 3 fue del 88%, con medias de 91.02% (DE 2.47) y 91.01% (DE 2.38), respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIORÁFICAS

1. Wang B, Zhang J, Wu YZ, Lu ZH, Wang N, Yu ZB. Reference Interval for Pulse Oxygen Saturation in Neonates at Different Altitudes: A Systematic Review. *Front Pediatr.* 2021; 9:771750. DOI: 10.3389/fped.2021.771750.
2. Ucrós S, Granados CM, Castro-Rodríguez JA, Hill CM. Oxygen Saturation in Childhood at High Altitude: A Systematic Review. *High Alt Med Biol.* 2020;00(00): 1-12. DOI: 10.1089/ham.2019.0077.
3. Guo F, Tang S, Guo T, Bartell S, Detrano R. Revised Threshold Values for Neonatal Oxygen Saturation at Mild and Moderate Altitudes. *Acta Paediatr.* 2019. DOI: 10.1111/apa.14962.
4. Vidalón Hidalgo DM. 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, de setiembre a noviembre del año 2016 [tesis]. Lima: Universidad Ricardo Palma; 2017.
5. Guisbert Elescano SI. Rangos de saturación de oxígeno en recién nacidos sanos a 3200 metros de altitud [tesis]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2020.
6. Rao S, Goens MB, Myers OB, Sebesta EA. Detección de defectos cardíacos congénitos mediante oximetría de pulso a 1646 m en Albuquerque, Nuevo México. *Cardiol Young.* 2020;1-5. DOI: 10.1017/S104795112000. (antes 8)
7. Lozano Duau CM, Hernández Benítez R, Iglesias Leboireiro J, Bernárdez Zapata I, Vidaña Pérez D. Saturación pre y postductal en recién nacidos sanos de la Ciudad de México. *Acta Méd Grupo Ángeles.* 2020;18(2). DOI: 10.35366/93888.
8. Arroyo Cabrales LM, Bernal Zamudio A, Fernández Carrocera LA, Romero Maldonado S. Valores de saturación periférica de oxígeno por oximetría de pulso en recién nacidos de término sin patología respiratoria. *Perinatol Reprod Hum.* 2017. DOI: 10.1016/j.rph.2018.03.008.
9. Cárdenas Ordoñez EK. Saturación pre y post ductal en neonatos del Hospital Regional Docente Materno Infantil "El Carmen" de Huancayo a 3250 MSNM [tesis]. Repositorio UPLA; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/6458>.
10. Tian Y, Hu X, Ma X, Gu Q, et al. Distribución y variación de la saturación de la oximetría de pulso neonatal a diferentes altitudes, Shanghai. *Rev Méd Nac China.* 2021;101(19). DOI: 10.3/cma.j.cn1-20200831-02504.
11. Hoffman JIE. Pulse oximetry in neonates at high altitudes: a modified Colorado protocol. *Cardiol Young.* 2020;1-3. DOI: 10.1017/S1047951119003330.

Correspondencia:

Rubén Darío Escalante Guzmán

Gloria Janet Yábar Galdós

María Isabel Chávez Gonzáles

Correo electrónico:

darioescal@gmail.com

janetyabar@gmail.com

chavezmaria20@yahoo.com

Conflicto de intereses: Ninguno que declarar.