

## Características del período de adaptación del recién nacido en la altura

### *Adaptation period characteristics in high - altitude newborn*

Wilson Ronny Valero Ramos<sup>1</sup>, Ivan Hanco Zirena<sup>2</sup>, Moises Coronel Bejar<sup>3</sup>, José Ramiro Dueñas Castillo<sup>4</sup>

#### RESUMEN

**Introducción:** El nacimiento constituye un cambio obligado de ambiente para el recién nacido. Los procesos de adaptación que ocurren en los minutos siguientes al parto son de vital importancia para su supervivencia en el ambiente extrauterino. Las condiciones ambientales de la altura principalmente la hipoxia hipobárica hace que los períodos de adaptación sean distintos en relación a aquellos recién nacidos bajo condiciones de normoxia.

**Objetivos:** Conocer las características del período de adaptación de los recién nacidos en la altura. Determinar la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria durante los períodos de adaptación del recién nacido en la altura.

**Materiales y métodos:** El presente es un estudio de tipo prospectivo, longitudinal y analítico. Se estudiaron a un total de 81 neonatos de ambos sexos seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Se realizó en el hospital ESSALUD III de la ciudad de Juliaca localizada a 3 828 m.s.n.m.

**Resultados:** La saturación de oxígeno se incremento progresivamente con un promedio de 69,1 a los 5 minutos, 79,6 a los 15 minutos, 88 a los 30 minutos estabilizándose a los 120 minutos donde se tiene un valor promedio de 90,5. Se observó una disminución progresiva de la frecuencia cardíaca, habiéndose obtenido un promedio de 167,7 latidos por minuto a los 5 minutos; 162,9 a los 15 minutos, estabilizándose a partir de las 3 horas. A los 5 minutos, una frecuencia respiratoria de 68,3 respiraciones por minuto; 65,8 respiraciones por minuto a los 15 minutos: 60 respiraciones por minuto a los 30 minutos, estabilizándose a los 120 minutos con una frecuencia de 54,6 respiraciones por minuto.

**Conclusiones:** El período de adaptación de los recién nacidos en la altura es más prolongado.

La frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca muestran valores estables a partir de las 6 horas.

La saturación de oxígeno que inicialmente es baja se estabiliza a partir de las 6 horas.

**Palabras clave:** Recién nacido, altura, hipoxia.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Birth is a mandatory environmental change for the fetus when turning into a newborn. The adjustment processes that occur in the minutes following childbirth are crucially important for the baby's survival in the extrauterine environment. High-altitude environmental conditions, particularly hypobaric hypoxia, make this adjustment period different from what occurs in babies born in a normoxic environment.

**Objectives:** To describe the characteristics of the adjustment period for high-altitude newborns. Also, we measured both cardiac and respiratory rates during the adjustment period in high-altitude newborns.

**Materials and methods:** This is a prospective, longitudinal and analytical study, where 81 female and male newborns selected according to inclusion and exclusion criteria were assessed. The study was performed in EsSALUD Hospital in Juliaca, a city located at 3828 meters above sea level.

**Results:** Oxygen saturation progressively increased, from an average 69.1 percent at 5 minutes, 79.6 percent at 15 minutes, and 88 percent at 30 minutes, stabilizing at 120 minutes, where the value was 90.5 percent on average. Cardiac rate was on average 167.7 beats per minute at 5 minutes, and it progressively decreased, to 162.9 at 15 minutes, and it stabilized from three hours of age on. Respiratory rate was 68.3 at 5 minutes, 65.8 at 15 minutes, 60 at 30 minutes, and it stabilized in 54.6 breaths per minute at 120 minutes.

**Conclusions:** The adjustment period for high-altitude newborns is longer compared to that reported in low-altitude newborns. Both respiratory and cardiac rates stabilize around 6 hours of age. Oxygen saturation, which is low at birth becomes stabilized after 6 hours of life.

**Key words:** Newborn(s), high-altitude, hypoxia.

## INTRODUCCIÓN

Más de 140 millones de habitantes viven a más de 2 500 m.s.n.m. a nivel mundial<sup>1</sup>. De acuerdo al último censo en el Perú más de 9 millones de personas viven por encima de los 2 000 m.s.n.m.<sup>2</sup>. Las características climáticas del medio ambiente en la altura, han hecho que los habitantes de estas zonas desarrollen una serie de mecanismos de compensación. En el Perú el mayor número de comunidades y ciudades se encuentran entre 3 000 y 5 000 m.s.n.m.<sup>2</sup>.

La menor presión atmosférica de la altura condiciona una menor presión parcial de oxígeno y una menor saturación

arterial de oxígeno. A pesar de estas características, el habitante de la altura no presenta mayores problemas para sobrevivir. En estas condiciones no se aprecian muchos cambios en el proceso reproductivo del hombre de la altura; muchos de estos, incluso, llegan a tener más de cinco hijos lo que nos indica que el hombre andino ha desarrollado una serie de mecanismos compensatorios, lo que permite una adecuada vida reproductiva<sup>3</sup>.

El nacimiento constituye un cambio obligado de ambiente para el recién nacido. Procesos de adaptación que ocurren en los minutos consecutivos al parto son de vital importancia para su supervivencia en el nuevo ambiente extrauterino, ya que su curso no perturbado contribuye a determinar el grado de morbilidad y/o morbimortalidad del neonato y su posterior desarrollo<sup>4</sup>.

Las principales adaptaciones inmediatas que experimenta el recién nacido son a nivel del aparato respiratorio

1 Médico de la red asistencial EsSalud – Cuzco.

2 Profesor de Fisiología y Biología Celular y Molecular, Facultad de Medicina Humana – Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

3 Médico Asistente del Servicio de Neonatología Hospital EsSalud III – Juliaca.

4 Presidente de Asociación Científica de Estudiantes de Medicina – Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

y cardiovascular donde la menor presión parcial de oxígeno presente en el ambiente de altura podrían influir negativamente en este período<sup>5</sup>. Hasta el momento no se han realizado estudios que indiquen las características de este período de adaptación en recién nacidos de la altura, por lo que realizamos el presente trabajo con la finalidad de determinar las características del período de adaptación del recién nacido a 3 828 m.s.n.m.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

El presente es un estudio prospectivo, analítico y longitudinal.

Población de estudio: Hospital EsSalud III – Juliaca, ubicado en la ciudad de Juliaca departamento de Puno a 3 828 m.s.n.m., donde se calcula un promedio de 600 partos por año.

El estudio se realizó en un período de 5 meses, habiéndose estudiado un total de 81 neonatos de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión.

### **Criterios de Inclusión:**

- Recién nacido de parto eutósico a término sano, nacido en el Hospital III EsSalud Juliaca.
- RNT (37 – 41 semanas y 6 días). Determinado por capurro.
- Recién nacidos de madres con procedencia y residencia en altura o por lo menos por un período de un año en el sitio donde nació su hijo.
- Recién nacido a término por parto sin complicaciones.
- APGAR de nacimiento entre 7-10 puntos al 1er minuto y a los 5 minutos de nacido.
- Examen físico normal y peso para la edad gestacional.
- No sufrimiento fetal agudo.
- Sin malformaciones anatómicas de la caja torácica.
- Sin problemas neuromusculares que alteren la mecánica ventilatoria.

### **Criterios de Exclusión:**

- Recién nacido con anomalías congénitas (cardiopatías congénitas) o malformaciones anatómicas de la caja torácica.
- Recién nacido de madres con patología obstétrica como toxemia gravídica, diabetes, anemia, insuficiencia placentaria, hemorragias del tercer trimestre.
- Embarazo múltiple.
- Recién nacido menor de 37 semanas y mayores de 42 semanas de gestación.
- APGAR menos de 7 puntos al minuto.

### **Tamaño de la muestra**

Para la obtención de la muestra se utilizó la fórmula de muestreo para poblaciones finitas, tomándose como población total el número de recién nacidos que es de 549 neonatos. Por lo tanto, de acuerdo a la fórmula, se obtiene un total de 59 individuos con un intervalo de confianza de 95% y un margen de error de 0,05%.

## **METODOLOGÍA**

Los neonatos incluidos en el presente estudio fueron seleccionados aleatoriamente, tomándose a los recién nacidos cuyas madres estuvieron dispuestas a que se realice el monitoreo de los mismos. En primer lugar, se hizo la selección de las madres gestantes hospitalizadas en dilatación y se realizó el seguimiento del parto hasta completar la dilatación en sala de partos. Se observó la evolución de parte de la madre y evolución de parte del recién nacido determinándose el APGAR, coloración del líquido amniótico. Seguidamente se pasó al niño a una servocuna a temperatura óptima y se realizaron las atenciones respectivas por personal de enfermería. Luego del examen fisiológico se procedió con la medición de saturación oxígeno, usando el monitor del pulsoxímetro portátil MP 111 de marca ILIC Intelligent con un sensor en gancho de tecnología Masimo Set. Las mediciones fueron realizadas por los investigadores previa capacitación, para evitar sesgos de técnica, y por un mismo monitor para todos los sujetos de estudio: se recostó al recién nacido en la servocuna, vestido, a temperatura ambiente, despierto, tranquilo. Se colocó el sensor en la mano izquierda en la región palmar por un tiempo de 1 a 2 minutos. Estas mediciones se realizaron a los 5 minutos, 30 minutos, 2 horas, entre las 6 y 12 horas y a las 24 horas. Se llenaron los datos obtenidos en las fichas respectivas.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se elaboró una base de datos en el programa Excel y se usó el programa SPSS 11,0. Para la descripción de las variables se utilizó las frecuencias simples y proporciones. Los resultados se presentan en tablas de doble entrada y para relacionar las variables del presente estudio se utilizó la prueba T de student para comparar las medidas.

Un valor de *P* menor a 0,05 fue considerado significativo. La prueba de regresión múltiple evaluó la situación entre signos vitales y saturación de oxígeno.

## **RESULTADOS**

El 100% de los recién nacidos fueron de parto Eutócico. El 49,4% eran de sexo femenino y el 50,6% eran de sexo masculino. El promedio de edad gestacional fue de 39,4 semanas con una desviación estandar de 0,81 semanas.

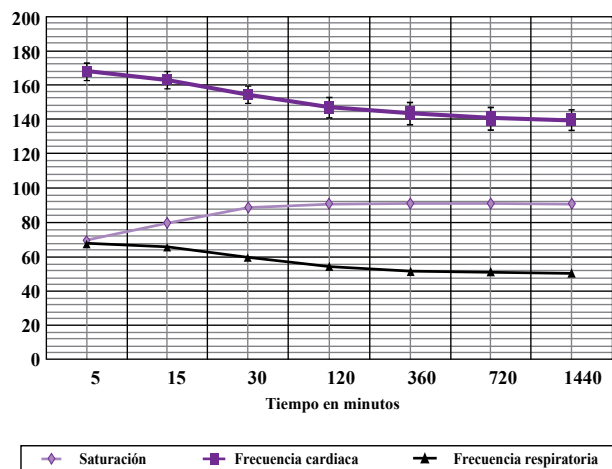
**Tabla 1. Saturación, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria a los 5 min, 15 min, 30 min, 2 hrs, 6 hrs, 12 hrs, 24 hrs.**

Tiempo (min.)	Saturación		Frecuencia Cardiaca		Frecuencia Respiratoria	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
5	69,1	3,6376	167,7	5,2777	68,3	3,0317
15	79,7	2,8470	162,9	5,3976	65,8	3,5471
30	88,0	2,1110	154,4	5,2722	60,0	4,577
120	90,5	1,0439	147,5	6,2412	54,6	3,1447
360	90,8	1,0581	143,4	6,734	51,8	3,4753
720	90,8	0,8791	140,8	6,5659	50,8	2,1763
1440	90,8	0,7587	140,0	5,7183	50,5	1,8365

En la Tabla 1 se aprecia un incremento progresivo de la saturación de oxígeno con un promedio de 69,1 a los 5 minutos, 7 a los 15 minutos, 88 a los 30 minutos, estabilizándose a los 120 minutos donde se tiene un valor promedio de 90,5. Respecto a la frecuencia cardiaca se aprecia una disminución progresiva, habiéndose obtenido un promedio de 167,7 latidos por minuto a los 5 minutos, 162,9 a los 15 minutos, estabilizándose a partir de las 3 horas. Respecto a la frecuencia respiratoria se aprecia a los 5 minutos una frecuencia de 68,3 respiraciones por minuto, 65,8 respiraciones por minuto a los 15 minutos, 60 respiraciones por minuto a los 30 minutos, estabilizándose a los 120 minutos con una frecuencia de 54,6 respiraciones por minuto.

## DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

Los procesos de adaptación que ocurren en los minutos siguiente al parto son de vital importancia para la supervivencia del recién nacido en el ambiente extrauterino. Las principales adaptaciones inmediatas ocurren a nivel del aparato respiratorio y cardiovascular, adaptaciones que tienen que ver con la regulación de temperatura corporal y adaptaciones mediatas<sup>4,5</sup>.



**Figura 1. Saturación, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria tomados a los 5 min, 15 min, 30 min, 2 hrs, 6 hrs, 12 hrs y a las 24 hrs.**

Durante las primeras horas del vida se describen 3 períodos bien definidos conocidos como de transición. El primer período de reactividad abarca hasta los primeros 15 a 30 minutos. Durante este período se produce un incremento de la frecuencia cardiaca entre 160 y 180 latidos por minuto que persisten por 10 a 15 minutos y luego gradualmente descendiendo en 30 minutos hasta mantener una frecuencia basal entre 110 y 120 latidos por minuto<sup>4,5</sup>. En nuestro estudio, a los 5 minutos se registró una frecuencia cardiaca promedio 167,7 latidos por minuto, a los 15 minutos 162,9 latidos por minuto estabilizándose la frecuencia cardiaca recién a las 6 horas de ocurrido el parto. Estos datos difieren de los mencionados previamente. En el presente estudio encontramos que el primer período de reactividad tendría una duración más prolongada, el mismo que probablemente sea debido a la hipoxia de la altura, ya que en estos primeros 15 minutos de vida se observa una respiración irregular, la misma que oscila entre 60 y 80 por minuto. Esto coincide con los cambios de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria obtenidos en el estudio.

El intervalo de poca respuesta que corresponde entre los 15 minutos a 2 horas caracteriza al período de tranquilidad relativa con tendencia al sueño y disminución de la actividad motora acentuándose la frecuencia cardiaca que se mantiene entre 100 y 120 latidos por minuto, al igual que la frecuencia respiratoria. Este período dura entre una hora a hora y media; el segundo período de reactividad abarca de 2 a 8 horas luego del parto<sup>6,7</sup>.

En este período, los latidos cardiacos se tornan débiles y se detectan grandes variaciones en frecuencia cardiaca y respiratoria.

En el presente estudio se observó que un incremento en los niveles de saturación de oxígeno a medida que pasa el tiempo van desde una saturación mínima a los 5 minutos hasta un valor de 90,8% a las 24 horas. La curva de saturación se estabiliza aproximadamente entre 30 y 120 minutos a partir del cual se mantienen valores constantes de saturación. La frecuencia cardiaca también varía en función del tiempo, partiendo de un valor promedio de 167,7 latidos por minuto a los 5 minutos estabilizándose aproximadamente a las 2 horas a partir del cual se registran valores constantes.

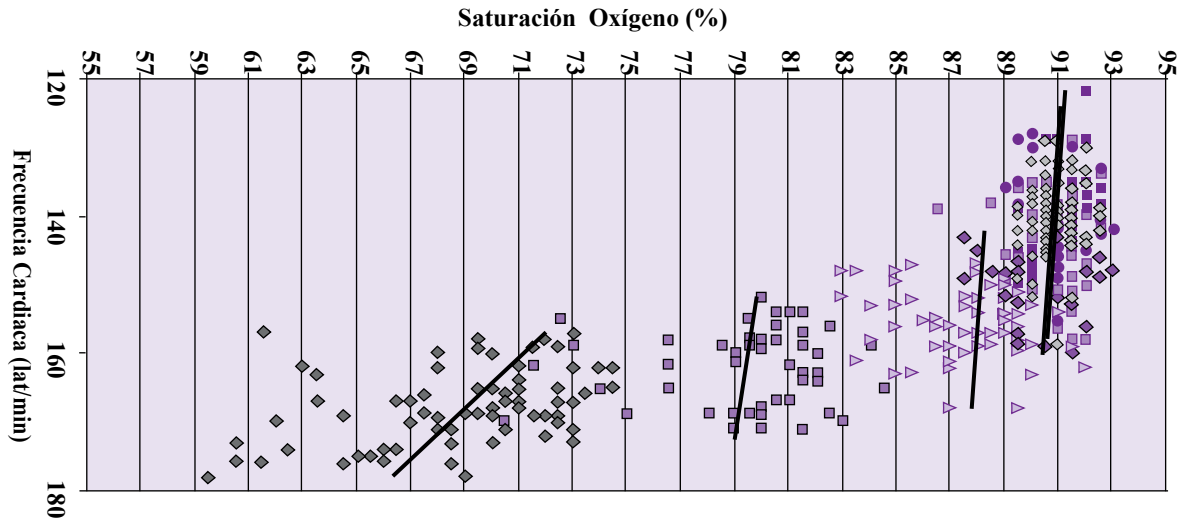


Figura 2. Relación entre la saturación de oxígeno y la frecuencia cardíaca durante las primeras 24 hrs de nacido

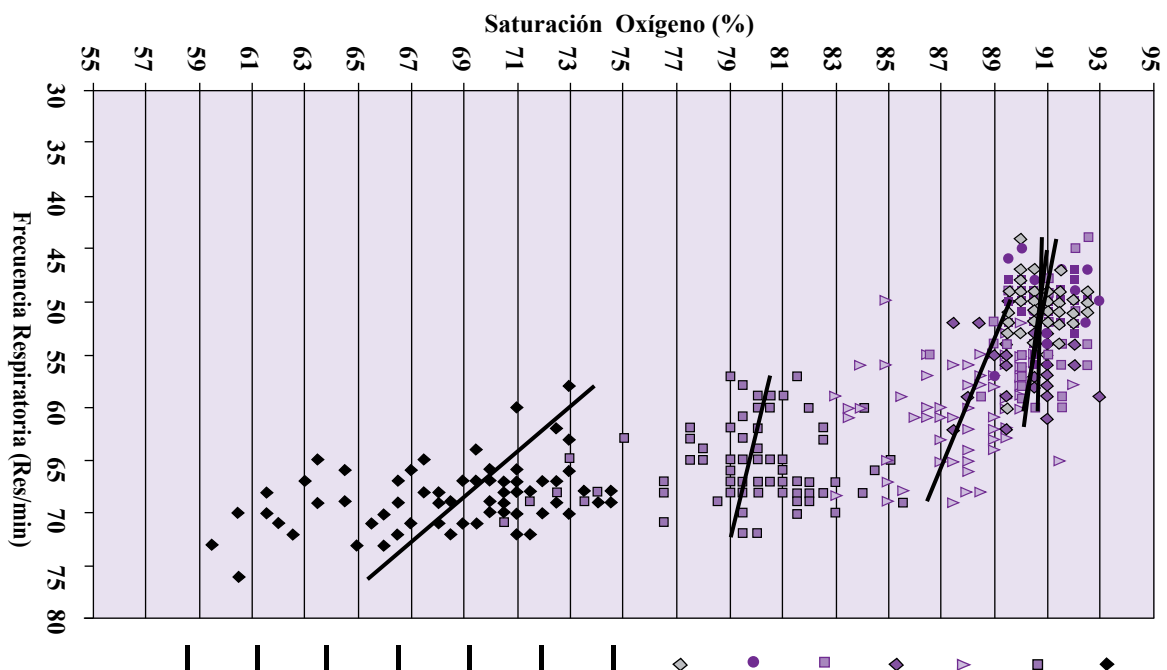


Figura 3. Relación entre la saturación de oxígeno y la frecuencia respiratoria durante las primeras 24 hrs de nacido

La frecuencia respiratoria inicialmente es de 68,3 respiraciones por minuto. Muestra una estabilización aproximada a las 6 horas a partir del cual obtenemos valores constantes.

Todos estos datos indican las variaciones que ocurren en las primeras horas de adaptación del recién nacido en la altura. Estos cambios probablemente se deban a la hipoxia que genera ciertos mecanismos compensatorios, apreciándose también una mayor variabilidad de la frecuencia respiratoria y cardíaca. Estos datos son corroborados por los datos obtenidos en la saturación

de oxígeno con lo cual concluimos que los períodos de transición de los recién nacidos en la altura muestran diferencias significativas en relación a lo referido en la bibliografía<sup>11-22</sup>.

### CONCLUSIONES

El período de adaptación de los recién nacidos en la altura es más prolongado.

La frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca muestran valores estables a partir de las 6 horas.

La saturación de oxígeno que inicialmente es baja se estabiliza a partir de las 6 horas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moore LG, Armaza F, Villena M, Vargas E. Comparative aspects of high altitude adaptation in human populations. *Adv Exp Med Biol.* 2000; 475: 45-62.
2. Primeros resultados. Perú: crecimiento y distribución de la población 2007. Censos nacionales 2007 XI de población VI de vivienda. Fecha de acceso (05/01/09) <http://www.inei.gob.pe/web/resultadoscensos1.asp>.
- 3 Gustavo F. Gonzáles. Endocrinología en las grandes alturas. *Act And* 1994; 3 (2): 83-111.
4. Rigatto H, Brady JP. Periodic breathing and apnea in preterms infants. II. Hypoxia as a primary event. *Pediatrics* 1972; 50: 219-228.
- 5 Hackett PH, Roach RC, Harrison GL, Schoene RB, Mills WJ Jr. Respiratory stimulants and sleep periodic breathing at high altitude: Almitrine versus acetazolamide. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 896- 898.
6. Heartley LH, Vogel JA, Cruz JC. Reduction of maximal exercise heart rate at altitude and its reversal with atropine. *J Appl Physiol* 1974; 36: 362- 365.
7. Carroll J. & Donnelly D. Postnatal development of carotid chemoreceptor function. In Loughlin GM, Carroll JL, Marcus CL: *Sleep and breathing in children, a developmental approach.* NY: Marcel Dekker, Inc., 2000; 231-260.
8. Cohen G, Malcolm G, Henderson-Smart D. Ventilatory response of the newborn infant to mild hypoxia. *Pediatr Pulmonol* 1997; 24: 163-172.
9. Kahn A, Sawaguchi T, Sawaguchi A, Groswasser J, Franco P, Scaillet S, Kelmanson I, Dan B. Sudden infant deaths: from epidemiology to physiology. *For Sci Intern* 2002; 130: 8-20.
10. Gordon b. Avery “neonatología, fisiopatología y manejo del recién nacido” 1991 3era. Edición Argentina Cáp. 44: 1083 -1084.
11. Hultgren HN, Lundgren E (1968) Medical problems of high altitude. In: Jokl E, Jokl P (eds) *Exercise and Altitude.* Univ Park Press, Baltimore, MD, pp 110-121.
12. Gill MB, Pugh LG (1964) Basal metabolism and respiration in men living at 5800 m (19, 000ft). *J Appl Physiol* 19: 949-954.
13. Niederbacher V, Garcia N, Gómez M. “Valores de referencia de saturación arterial de oxígeno mediante pulsoximetría en niños sanos de Bucaramanga”; *Rev, Med UNAB* 2003; 6 (17): 63-69.
14. West JB, Wagner PD (1980) Predicted gas exchange on the summit of Mt Everest. *Respir Physiol* 42: 1-16.
15. Hay WW, Brockway JM, Eyzaguirre M. Neonatal pulse oximetry: accuracy and reliability. *Pediatrics* 1989; 83: 717-722.
16. Anderson JV. Physiology of oxygenation and its relation to pulse oximetry in neonates. *J Perinatol* 1987; 7: 309-310.
17. Schnapp LM, Cohen NH. Pulse oximetry. Uses and abuses. *Chest* 1990; 98: 1244-1250.
18. Zela R, Tapia V, Carrillo C, Gonzales GF. “Respuestas fisiológicas en el recién nacido en ambientes de la altura”. Unidad de Reproducción Humana Instituto de Investigaciones de la Altura Universidad Peruana Cayetano Heredia- Libro de comunicaciones. Lima- Perú 2007; 62-63.
19. José Alduncin, Nora Grañana, Francisco Follett, Manuel Rocca Rivarola. “Problemas respiratorios durante el sueño en lactantes nativos del altiplano argentino” *Arch. Argent. Pediatr* 2005; 103 (1): 14-22.
20. Soledad Nuñez, Roxana Cassini, Saskya Ue Maiios, Hachei Acland, Lourdes Olivera, Raquel López Miguel Martell. “Epidemiología de la hipoxia en las unidades de cuidado neonatal”, Artículo Original: *Rev Med Uruguay* 1992; 8 (1): 34-37.
21. Cecilia Alvarez, Pablo Bertrand, Eugenia Campos ignacio. “Monitorización continua nocturna de saturación arterial de oxígeno en pacientes pediátricos con sospecha de hipoxemia”. *Rev Chil Pediatr* 2001; 72 (2): 110-120.
22. Heath D., Reid D. *High-Altitude Medicine and Pathology.* Oxford University Press. 1995. Capítulo Sueño pp. 346-352.

## CORRESPONDENCIA

Ivan Hanco Zirena

[ihz\\_md@yahoo.es](mailto:ihz_md@yahoo.es)

**Recibido: 01/04/09**

**Arbitrado: Sistema por pares**

**Aprobado: 01/05/09**