

Artículo Original

# APNEA DEL SUEÑO Y SATURACIÓN DE OXÍGENO EN NIÑOS A 2.640 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

Elida Dueñas-Mesa <sup>1</sup>, María Angélica Bazurto <sup>1</sup>, Mauricio González <sup>2</sup>, Carlos Torres-Duque <sup>2</sup>

1. Centro de estudios de sueño, Fundación Neumológica Colombiana-Bogotá, Colombia  
2. Departamento de investigación. Fundación Neumológica Colombiana-Bogotá, Colombia

## RESUMEN

**Introducción:** en Bogotá (2.640 m), se desconoce el comportamiento de la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) durante el sueño en niños con Síndrome de Apnea-Hipopnea de Sueño (SAHS). **Objetivo:** describir los diagnósticos polisomnográficos, la SpO<sub>2</sub> en vigilia, sueño y durante las apneas-hipopneas en menores de 18 años a 2.640 m. **Diseño:** estudio analítico, descriptivo de corte transversal. Los PSG se clasificaron en normales, SAHS obstructivo y central con o sin respiración periódica (RP). Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión. Prueba *t* de Student, chi cuadrado. **Resultados:** 430 niños, 41.8% femenino. 47.1% (203) < 1 año, de ellos 146 (71.9%) apneas centrales y 22 (11%) apneas obstructivas ( $p < 0.001$ ). En los  $\leq 1$  año con apneas centrales 60 (41%) y 6 (21%) de los > 1 año tuvieron RP ( $p = 0.05$ ). Apneas obstructivas: > 1 año (26.8%) y  $\leq 1$  año (11%) ( $p < 0.001$ ). En > 1 año con IAH normal SpO<sub>2</sub> > 90% en vigilia y sueño;  $\leq 1$  año SpO<sub>2</sub> en NREM y REM (88.8 y 89.6%) ( $p < 0.001$ ). En todos los casos de SAHS hubo una caída ( $p < 0.001$ ) de la SpO<sub>2</sub> de vigilia a sueño no REM y REM, desaturación pico durante eventos (78 a 82%). **Conclusiones:** a 2640 metros sobre el nivel del mar los niños con SAHS presentan desaturación de oxígeno durante el sueño. Las apneas centrales son más frecuentes en  $\leq 1$  año (71.9%). La RP es un patrón frecuente en menores de 1 año y se asocia a desaturación significativa.

**Palabras claves:** apnea, saturación, niños, oxígeno, respiración periódica

## SLEEP APNEA AND OXYGEN SATURATION IN CHILDREN A 2,640 METERS ABOVE SEA LEVEL

### ABSTRACT

**Rationale:** the behavior of oxygen saturation during sleep in children diagnosed with sleep apnea/hypopnea syndrome (SAHS) has not been sufficiently studied at high altitudes. **Objective:** To describe the oxygen saturation during wake, sleep and apnea-hypopnea in children under 18 years old with SAHS living at 2640 meters above sea level. **Design:** cross-sectional study. polysomnographic results were classified as normal or obstructive/central SAHS with or without periodic breathing (PB) and oxygen saturation was registered in wakefulness, during sleep (REM and No REM) and during apnea/hypopnea events. Data analysis was performed using Student's and chi-square tests. **Results:** we included 430 children (42% female). In children <1 year (n=203), 146 (71,9%) had central and 22 (11%) obstructive apneas. In children >1yr, 26,8% had obstructive apnea ( $p<0.001$ ). Sixty (41%) children <1yr and 6 (21%) >1yr with central apnea had PB ( $p=0.05$ ). Children >1yr with normal AHI had an awake and sleeping oxygen saturation >90% while those <1yr had 88,8% and 89,6% during NREM and REM, respectively) ( $p<0.001$ ). All SAHS cases showed a saturation fall as they went from awake state to asleep state (NREM and REM) with peaks of desaturation between 78 and 82%. **Conclusions:** at 2640 m above sea level, children with SAHS have sleep desaturation. Central apneas are more frequently seen in children under 1yr (71,9%).The PB is a common pattern in children under 1yr and it is associated with significant desaturation.

**Keywords:** apnea, oxygen saturation, children, periodic breathing

### INTRODUCCIÓN

No se han establecido con certeza la patogénesis y la fisiopatología de los trastornos respiratorios durante el sueño (TRS) en los niños (1,2). El sistema respiratorio y su control se desarrollan después del nacimiento; por lo cual, la desaturación de oxígeno podría verse como una consecuencia y como una causa o un condicionante de los TRS (3).

Los estudios en niños que relacionan la SpO<sub>2</sub> con estadios de sueño y patrón respiratorio son escasos y los pocos datos existentes en las alturas sugieren la presencia de saturaciones de oxígeno inferiores a las encontradas a nivel del mar (4-8). En Bogotá (2.640 msnm), considerada "gran altura" (9) la SpO<sub>2</sub> normal en lactantes en vigilia se encuentra entre 93 a 93.6 % (10), muy cercana a los límites de desaturación (SpO<sub>2</sub> < 90%), lo cual impone una desventaja respiratoria que no se ha evaluado suficientemente. Esta desventaja se hace aparente ante enfermedad respiratoria o durante el sueño y se traduce en un mayor riesgo de hipoxemia y desaturación de oxígeno.

La definición de apnea e hipopnea durante el sueño en niños tiene como requisito que la pausa respiratoria (apnea)

o la reducción del flujo de aire de más del 50% (hipopnea), se acompañen de una caída simultánea de 3% de la SpO<sub>2</sub>. Esta caída no tiene las mismas implicaciones fisiopatológicas cuando parte de una SpO<sub>2</sub> mayor de 94% durante el sueño como sucede a nivel mar(11), que cuando parte de una SpO<sub>2</sub> menor de este valor como sucede en altura.

No existe información sobre el comportamiento de la SpO<sub>2</sub> en vigilia y durante el sueño en niños sanos o con TRS a 2.640 m, por lo que nuestro objetivo fue describir el comportamiento de la SpO<sub>2</sub> en vigilia, en las etapas del sueño y durante las apneas e hipopneas, y la distribución de los diagnósticos polisomnográficos en niños menores de 18 años residentes a 2.640 m sobre el nivel del mar.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio analítico y descriptivo de corte transversal en niños menores de 18 años.

**Población y muestra:** se revisaron todos los estudios polisomnográficos de niños de 1 mes a 18 años, de ambos sexos, con sospecha de trastornos respiratorios del sueño,

remitidos al Laboratorio de Sueño de la Fundación Neurológica Colombiana, en Bogotá (Colombia), entre julio de 2002 y marzo de 2006.

Los estudios debían tener un tiempo total de sueño mayor de 3 horas y por lo menos un periodo de sueño activo o sueño REM.

Los padres de los pacientes que participaron en el estudio firmaron un informe de consentimiento en el cual aprobaron la participación en el estudio.

**Estudios polisomnográficos y oximetría de pulso:** a todos los pacientes se les practicó polisomnograma con equipo Marca Respirationics (Alice 3 y Alice 4), según recomendación de la Asociación Americana de Medicina del Sueño (AASM) (11, 12), con medición simultánea de electroencefalograma, electrooculograma, electrocardiograma, flujo respiratorio, movimiento toraco-abdominal con dos bandas, oximetría de pulso, sensor de posición corporal, electromiograma de mentón y de miembros inferiores y micrófono para el ronquido.

El registro de la SpO<sub>2</sub> se realizó por electrodo cutáneo (pulso-oximetría SpO<sub>2</sub>), el cual está integrado al equipo polisomnográfico y hace mediciones en intervalos de 3 segundos.

Al terminar el estudio un profesional entrenado en sueño hizo la revisión manual de acuerdo con las guías de Reschtchaffen y Kales (vigentes en la época en la que se realizaron los estudios), con las adaptaciones establecidas para niños por la AASM (12, 13). Se analizaron las apneas/hipopneas en relación con la edad, estadios de sueño y saturación de oxígeno.

**Diagnósticos polisomnográficos:** se determinaron cuatro grupos: 1) Normales 2) Síndrome de apnea central, 3) Síndrome de apnea obstructiva 4) Síndrome de apnea mixta. En los pacientes con apnea central se estableció la presencia o no de respiración periódica (RP). De acuerdo con la edad, la población se dividió en dos grupos: menores o mayores de un año. Se definió como criterio de normalidad para apneas centrales un índice de apnea-hipopnea (IAH)  $\leq 5$ /hora y para apneas obstructivas  $\leq 1$ /hora, sin desaturación  $\geq 3\%$ .

Para el análisis de las variables respiratorias se tomaron en cuenta las definiciones según lo establecido por la

ATS "Standards and Indications for Cardiopulmonary Sleep Studies in Children" y la AASM (11, 12).

Apnea obstructiva: cesación del flujo de aire por la nariz y la boca asociada con movimientos de tórax y el abdomen. En niños se considera anormal un IAH  $> 1$  por hora.

Apnea central: ausencia de flujo de aire en boca y nariz con ausencia de movimientos toraco-abdominales. Se consideraron anormales cuando tuvieron una duración mayor de 20 segundos o, más cortos acompañados de desaturación  $\geq 3\%$  o bradicardia (disminución mayor del 25% de la frecuencia cardiaca de base).

Apnea mixta: se define como una apnea central seguida por una apnea obstructiva.

Respiración periódica: tres o más apneas centrales separadas por respiración normal de menos de 20 segundos.

Desaturación: saturación de oxígeno menor de 90% sostenida por más de 10 segundos y/o disminución de la saturación de oxígeno en 3% desde el nivel basal.

**Análisis estadístico:** se utilizaron medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar) para las variables cuantitativas. Se calcularon las proporciones de las variables cualitativas. Para establecer el grado de significación estadística de las comparaciones en las variables continuas entre dos categorías, se utilizó la prueba *t* de Student para muestras independientes o para datos pareados. En el caso de la diferencia de proporciones, se empleó el chi cuadrado. Los valores de *p* (*t* de Student para muestras independientes, asumiendo heterogeneidad de varianzas) fueron medidos para evaluar la significación de las diferencias de SpO<sub>2</sub> entre todas las combinaciones de diagnóstico polisomnográfico, grupo de edad, estadio de sueño y SpO<sub>2</sub> durante los eventos (apneas o hipopneas obstructivas y centrales). (Gráficas 1, 2 y 3) Se consideró como significativo un valor de *p*  $< 0.05$ . Se utilizaron los programas estadísticos Stata 7.0 y SPSS 10.0.

## RESULTADOS

Se revisaron 532 polisomnogramas de niños referidos por sospecha de TRS. Se excluyeron 70 por información incompleta. En la Tabla 1 se presenta la distribución de diagnósticos polisomnográficos de los restantes 430 estudios, de acuerdo con la edad y el sexo. El 41.8% de los niños fueron de sexo femenino y el 47.1% menores de 1 año.

**TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS DIAGNÓSTICOS POLISOMNOGRÁFICOS POR EDAD Y GÉNERO EN NIÑOS MENORES DE 18 AÑOS RESIDENTES A 2.640 M SOBRE EL NIVEL DEL MAR**

GRUPOS DE EDAD	TOTAL					MUJERES					HOMBRES				
	n	Central (%)	Obstruktiva (%)	Mixta (%)	Normal (%)	n	Central (%)	Obstruktiva (%)	Mixta (%)	Normal (%)	n	Central (%)	Obstruktiva (%)	Mixta (%)	Normal (%)
0-6 meses	140	78.6	8.6	4.3	8.6	80	81.3	7.5	2.5	8.8	60	75.0	10.0	6.7	8.3
7-12 meses	63	57.1	15.9	3.2	23.8	22	68.2	9.1	4.5	18.2	41	51.2	19.5	2.4	26.8
1-4 años	108	17.6	23.1	3.7	55.6	35	22.9	28.6	2.9	45.7	73	15.1	20.5	4.1	60.3
5-10 años	63	7.9	25.4	1.6	65.1	25	12.0	16.0	4.0	68.0	38	5.3	31.6	0	63.2
> 10 años	56	7.1	32.1	1.8	58.9	18	11.1	22.2	0	66.7	38	5.3	36.8	2.6	55.3
Total	430	40.5	18.8	3.3	37.4	180	51.3	14.4	2.8	31.1	250	32.4	22.0	3.6	42.0

En el grupo de sexo femenino, independientemente de su edad, se observó predominio de apneas centrales sobre las obstructivas.

Como puede observarse en las Tabla 2, se encontró mayor frecuencia de apneas centrales en los niños ≤ 1 año (71.9%) en relación con los mayores de 1 año (12.3%) ( $p < 0.001$ ). Por el contrario, las apneas obstructivas predominaron en los niños mayores de 1 año (26.8%) en relación con los menores o igual de 1 año (10.8%) ( $p < 0.001$ ). No se analizaron los pacientes con apneas mixtas por ser un

grupo pequeño sin mayor importancia estadística para el análisis general.

El 41% de los niños menores o igual de 1 año con apneas centrales ( $n = 146$ ) presentó patrón de respiración periódica (RP) en relación con el 21.4% de los niños mayores de 1 año ( $n = 28$ ) ( $p = 0.05$ ) (Tabla 3). De los 6 pacientes mayores de 1 año con apnea central y RP, 4 eran menores de tres años.

La tabla 4 presenta la SpO<sub>2</sub> de acuerdo con los diagnósticos polisomnográficos, la edad y el estadio de sueño. En los tres grupos: IAH normal, apnea central y apnea obstructiva

**TABLA 2. FRECUENCIA DE APNEAS SEGÚN DIAGNÓSTICO POLISOMNOGRÁFICO POR GRUPOS DE EDAD**

GRUPOS DE EDAD	CENTRAL		VALOR DE $p^1$	OBSTRUKTIVA		VALOR DE $p^2$	MIXTA		NORMAL		TOTAL	
	n	%		n	%		n	%	n	%	n	%
≤ 1 año	146	71.9	<0.001	22	10.8	<0.001	8	3.9	27	13.3	203	100.0
> 1 año	28	12.3		59	26.0		6	2.6	134	59.0	227	100.0
Total	174	40.5		81	18.8		14	3.3	161	37.4	430	100.0

<sup>1</sup> Valor de  $p$  para comparar diferencias entre apneas centrales por grupos de edad

<sup>2</sup> Valor de  $p$  para comparar diferencias entre apneas obstructivas por grupos de edad

**TABLA 3. FRECUENCIA DE APNEAS CENTRALES CON RESPIRACIÓN PERIÓDICA**

GRUPOS DE EDAD	RESPIRACIÓN PERIÓDICA				VALOR DE $p^1$	TOTAL	
	PRESENTE		AUSENTE			n	%
	n	%	n	%			
≤ 1 año	60	41.1	86	58.9	0.049	146	100.0
> 1 año	6	21.4	22	78.6		28	100.0
Total	66	37.9	108	62.1		174	100.0

<sup>1</sup> Valor de  $p$  para comparar diferencias entre la frecuencia de apneas centrales por grupos de edad

tiva, se observó una reducción significativa de la SpO<sub>2</sub> de vigilia a sueño No REM, de vigilia a sueño REM y de sueño No REM a sueño REM ( $p < 0.001$ ). En los niños mayores de 1 año con IAH normal, la SpO<sub>2</sub> se mantuvo dentro de

valores normales ( $\geq 90\%$ ); en los menores de 1 año con IAH normal, la caída de la SpO<sub>2</sub> fue de 2.5 %, desde 91.3 % en vigilia hasta 88.8 % durante el sueño (Figura 1, 2 y 3).

TABLA 4. PROMEDIO DE SATURACIÓN DE OXÍGENO SEGÚN ESTADIO DE SUEÑO, DIAGNÓSTICO POLISOMNOGRÁFICO Y GRUPOS DE EDAD									
ESTADIO DE SUEÑO	DIAGNÓSTICO POLISOMNOGRÁFICO								
	APNEA CENTRAL		VALOR DE $p^1$	APNEA OBSTRUCTIVA		VALOR DE $p^1$	NORMAL		VALOR DE $p^1$
	$\leq 1$ AÑO	$>1$ AÑO		$\leq 1$ AÑO	$>1$ AÑO		$\leq 1$ AÑO	$>1$ AÑO	
Vigilia <sup>2</sup>	90.3 (6.2)	86.3 (9.1)	0.004	87.1 (9.5)	90.2 (5.3)	0.067	91.3 (8.5)	91.8 (3.2)	0.61
No REM <sup>2</sup>	88.2 (6.7)	83.6 (9.7)	0.002	85.3 (9.2)	86.4 (9.8)	0.643	89.6 (9.5)	90.6 (3.7)	0.343
REM <sup>2</sup>	87.1 (7.3)	82.7 (10.3)	0.008	84.2 (9.0)	85.1 (10.5)	0.726	88.8 (10.3)	90.1 (4.0)	0.266
Evento <sup>2</sup>	80.9 (7.6)	78.3 (8.7)	0.104	80.2 (81.7)	81.7 (9.4)	0.518			

Los resultados se muestran como media (desviación estándar)

<sup>1</sup> Valor de  $p$  para comparar diferencias entre grupos de edad para cada estadio de sueño y diagnóstico polisomnográfico

<sup>2</sup> El valor de  $p$  para comparar las diferencias de SaO<sub>2</sub> entre vigilia, sueño No REM, sueño REM y durante eventos fue significativas con valor  $< 0.001$  para todos los grupos y combinaciones

FIGURA 1. Promedio de saturación de oxígeno según estadio de sueño y diagnóstico polisomnográfico en menores de un año

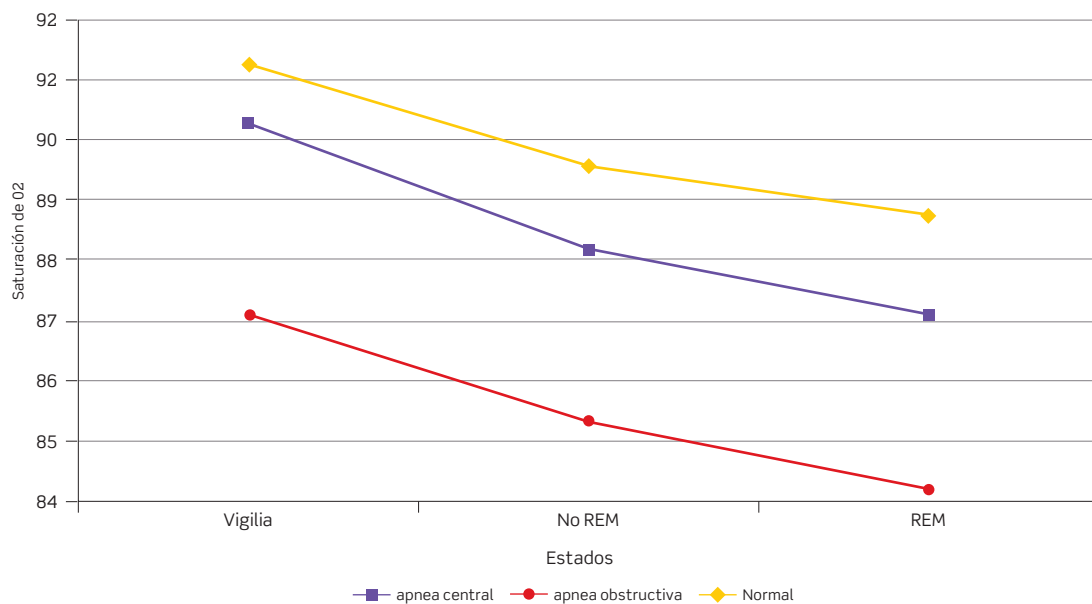


FIGURA 2. Promedio de saturación de oxígeno según estado de sueño y diagnóstico polisomnográfico en mayores de un año

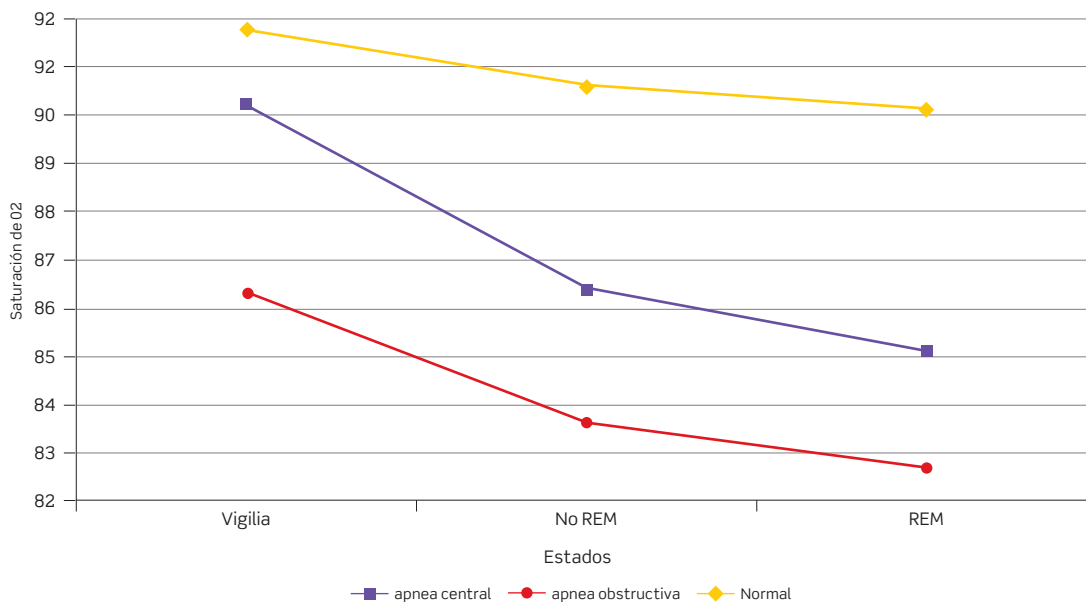
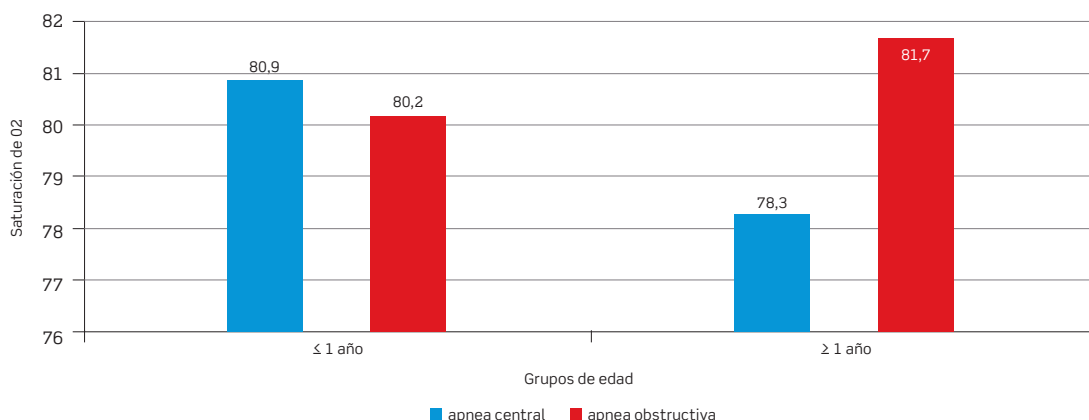


FIGURA 3. Promedio de saturación de oxígeno en eventos por diagnóstico polisomnográfico y grupos de edad



En todos los niños con SAHS, la SpO<sub>2</sub> promedio en sueño No REM y sueño REM estuvo por debajo de 90%, desde 88.2% en menores de 1 año con SAHS central durante sueño No REM, hasta un valor mínimo de 82.7% en mayores de 1 año con SAHS central durante sueño REM. Durante las apneas-hipopneas, para todos los grupos, la SpO<sub>2</sub> fue aún menor con valores de 78.3 a 81.7%, con caídas superiores a 6.9% con respecto a la SpO<sub>2</sub> en vigilia ( $p < 0.001$ ).

En niños mayores de 1 año con apnea central, la SpO<sub>2</sub> fue significativamente menor que la encontrada en niños

de la misma edad con IAH normal para cada uno de los estadios de sueño y durante los eventos ( $p < 0.001$  para todos los casos). Igualmente, en niños con SAHS central, la SpO<sub>2</sub> fue significativamente menor en mayores de 1 año que la encontrada en menores de 1 año, en vigilia ( $p = 0.004$ ) en sueño No REM ( $p = 0.002$ ) y sueño REM ( $p = 0.008$ ).

En niños con apnea obstructiva, la SpO<sub>2</sub> fue significativamente menor en relación con niños con IAH normal para los dos grupos de edad y para cada uno de los estadios ( $p < 0.001$ ) para todos los casos excepto para la diferencia de la SpO<sub>2</sub> en vigilia en mayores de 1 año ( $p = 0.009$ ).

La SpO<sub>2</sub> en vigilia fue significativamente menor en niños con apnea obstructiva que en niños con apnea central, tanto en menores o iguales de 1 año ( $p = 0.037$ ) como en mayores de 1 año ( $p = 0.014$ ).

En los niños menores de 1 año con apnea central, la SpO<sub>2</sub> durante los eventos fue significativamente menor si había respiración periódica (RP) (78.5%) que si no la había (82.4%) ( $p = 0.002$ ). En niños con SAHS central, tanto mayores como menores de 1 año, la caída de la SpO<sub>2</sub> durante los eventos fue significativamente mayor en niños con RP (11.5% en menores o iguales de 1 año y 8.8% en mayores de 1 año) que en aquellos sin RP.

En los tres grupos: normal, apnea central con y sin RP, se observó una reducción significativa de la SpO<sub>2</sub> de vigilia a sueño No REM, de vigilia a sueño REM y de sueño No REM a sueño REM ( $p < 0.001$  para todos los casos).

## DISCUSIÓN

Este estudio muestra una frecuencia alta de TRS (62.6%) en esta población de niños remitidos a PSG. Suponiendo un valor normal de SpO<sub>2</sub> de 90% o más, se demuestra que a gran altura (2.640 msnm), estos trastornos tienen un comportamiento diferente y se asocian casi invariablemente a desaturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub> < 90%).

En cuanto a la distribución de los trastornos polisomnográficos, observamos un predominio de apneas centrales en niños menores o iguales de 1 año (72%), en relación con los mayores (12%) y un predominio de apneas obstructivas en mayores de 1 año (26%). Estos hallazgos son semejantes a los descritos en otros estudios (14-16). La frecuencia alta de apneas centrales en niños menores o iguales de 1 año se ha atribuido a la inmadurez funcional del control ventilatorio en el primer año de vida (17). Para el caso de las apneas obstructivas, el crecimiento de las amígdalas y las adenoides y su relación con el tamaño orofaríngeo (14, 16, 18) es el factor condicionante principal.

El 41% de los niños menores o iguales de 1 año con apneas centrales ( $n = 146$ ) presentó patrón de respiración periódica (RP) en relación con el 21.4% de los niños mayores de 1 año ( $n = 28$ ) ( $p = 0.05$ ). (Tabla 3) Es de resaltar en RP la SpO<sub>2</sub> significativamente menor durante los eventos, observándose en los niños menores o iguales de 1 año una disminución de la SpO<sub>2</sub> desde la vigilia del 11%, alcanzando SpO<sub>2</sub> promedio entre 79.5 y 78.5%. No hay estudios en

nuestro medio que establezcan los parámetros de normalidad de RP. Estos resultados sorprenden si se tiene en cuenta que todos los pacientes mostraron desaturación durante los eventos respiratorios, lo que pone en duda la benignidad de la RP al menos en el grupo de lactantes que han presentado un episodio de apnea o desaturación inexplicable durante el sueño, lo cual está de acuerdo con el concepto de Rigatto y cols, quienes sugieren que este desorden puede estar asociado a desaturaciones severas y podría predisponer a evento de aparente amenaza a la vida (19, 20).

El hallazgo más importante en nuestro estudio es que, casi invariablemente, los niños con SAHS presentan desaturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub> < 90%) durante el sueño. La disminución de la SpO<sub>2</sub> es progresiva desde vigilia hasta sueño REM y mayor durante los eventos. Es posible que el SAHS a esta altitud pueda tener un impacto mayor en la reducción de la SpO<sub>2</sub> que a nivel del mar; si esto se suma a un punto de partida cercano a 90%, el resultado será el observado en el estudio: desaturación en todos los casos de SAHS, por lo que todo niño a la altura de Bogotá con TRS se encuentra en alto riesgo de presentar desaturación significativa. El impacto de la desaturación en estos niños es desconocido.

Los hallazgos de este estudio podrían cuestionar, para alturas similares, el valor establecido por la AASM (12), de 3% de reducción de la SpO<sub>2</sub>, que con un cese o reducción de flujo de aire de más de 50% durante 2 ciclos respiratorios, se usa como criterio para definir apnea o hipopnea de sueño al nivel del mar en niños.

Comparar el porcentaje de desaturación en niños con IAH normal en relación con los que presentan trastornos respiratorios durante el sueño nos puede llevar a establecer un punto de corte por debajo del cual podemos sospechar la presencia de apnea en nuestro medio. Nuestros hallazgos son semejantes a los encontrados en alturas similares, alta prevalencia de hipoxemia y gran número de desaturaciones que podrían llevar a hipertensión pulmonar (21).

Como una observación incidental, 108 niños (25% de la muestra) tenían diagnóstico de hipertensión pulmonar, dato que estudiaremos con mayor detalle de aquí en adelante.

En las alturas, los estudios en niños relacionando SpO<sub>2</sub>, estadios de sueño y RP son escasos. Los pocos datos existentes apoyan nuestros resultados y sugieren la presencia de SpO<sub>2</sub> inferiores a las encontradas a nivel del mar

durante el sueño, lo cual puede predisponer a presentar un número mayor de alteraciones respiratorias, más frecuentemente RP. Podríamos afirmar que la altura alimenta un círculo vicioso de presión baja de oxígeno inspirado, SpO<sub>2</sub> baja, respiración periódica y mayor hipoxemia (7, 8). Cabe también el interrogante si este es un patrón normal a la altura de Bogotá (2600mts). Es necesario realizar estudios que evalúen la repercusión clínica de la desaturación en estos pacientes y analicen si la relación entre la duración de apneas o hipopneas y la desaturación es diferente que a nivel del mar.

## REFERENCIAS

1. Kahn A, Franco P, Scaillet S, Groswasser J, Dan B. Development of cardiopulmonary integration and the role of arousability from sleep. *Curr Opin Pulm Med.* 1997;3(6):440-4. Epub 1997/12/10.
2. Kahn A, Dan B, Groswasser J, Franco P, Sottiaux M. Normal sleep architecture in infants and children. *J Clin Neurophysiol.* 1996;13(3):184-97. Epub 1996/05/01.
3. KT. Cardiorespiratory regulation during sleep in infants. *Sleep across the age spectrum: Dawn to dusk.* International American Thoracic Society Conference. 1999.
4. Huicho L, Niermeyer S. Cardiopulmonary pathology among children resident at high altitude in Tintaya, Peru: a cross-sectional study. *High Alt Med Biol.* 2006;7(2):168-79.
5. Niermeyer S. Cardiopulmonary transition in the high altitude infant. *High Alt Med Biol.* 2003;4(2):225-39. Epub 2003/07/12.
6. Yaron M, Niermeyer S, Lindgren KN, Honigman B, Strain JD, Cairns CB. Physiologic response to moderate altitude exposure among infants and young children. *High Alt Med Biol.* 2003;4(1):53-9. Epub 2003/04/26.
7. Niermeyer S, Yang P, Shanmina, Drolkar, Zhuang J, Moore LG. Arterial oxygen saturation in Tibetan and Han infants born in Lhasa, Tibet. *N Engl J Med.* 1995;333(19):1248-52. Epub 1995/11/09.

8. Niermeyer S, Shaffer EM, Thilo E, Corbin C, Moore LG. Arterial oxygenation and pulmonary arterial pressure in healthy neonates and infants at high altitude. *J Pediatr.* 1993;123(5):767-72. Epub 1993/11/01.
9. Barry PW, Pollard AJ. Altitude illness. *BMJ.* 2003;326(7395):915-9. Epub 2003/04/26.
10. Lozano JM, Duque OR, Buitrago T, Behaine S. Pulse oximetry reference values at high altitude. *Arch Dis Child.* 1992;67(3):299-301. Epub 1992/03/01.
11. Standards and indications for cardiopulmonary sleep studies in children. *American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153(2):866-78. Epub 1996/02/01.
12. Iber C A-IS, Chesson A, and Quan SF for the American Academy of Sleep Medicine. *The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications.* Westchester, Illinois: 2007.
13. Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, Gozal D, Iber C, Kapur VK, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. *Deliberations of the Sleep Apnea Definitions Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. J Clin Sleep Med.* 2012;8(5):597-619. Epub 2012/10/16.
14. Castronovo V, Zucconi M, Nasetti L, Marazzini C, Hensley M, Veglia F, et al. Prevalence of habitual snoring and sleep-disordered breathing in

- preschool-aged children in an Italian community. *J Pediatr.* 2003;142(4):377-82.
15. Gislason T, Benediktsdottir B. Snoring, apneic episodes, and nocturnal hypoxemia among children 6 months to 6 years old. An epidemiologic study of lower limit of prevalence. *Chest.* 1995;107(4):963-6. Epub 1995/04/01.
16. Rosen CL. Clinical features of obstructive sleep apnea hypoventilation syndrome in otherwise healthy children. *Pediatr Pulmonol.* 1999;27(6):403-9. Epub 1999/06/24.
17. Gaultier C, Tournier G, Girard F. [Sleep and respiration in infants and children]. *Sem Hop.* 1982;58(37):2137-9. Epub 1982/10/14.
18. Rosen CL, Larkin EK, Kirchner HL, Emancipator JL, Bivins SF, Surovec SA, et al. Prevalence and risk factors for sleep-disordered breathing in 8- to 11-year-old children: association with race and prematurity. *J Pediatr.* 2003;142(4):383-9. Epub 2003/04/25.
19. Rigatto H. Apnea and periodic breathing. *Semin Perinatol.* 1977;1(4):375-81. Epub 1977/10/01.
20. Weintraub Z, Cates D, Kwiatkowski K, Al-Hathlol K, Hussain A, Rigatto H. The morphology of periodic breathing in infants and adults. *Respir Physiol.* 2001;127(2-3):173-84. Epub 2001/08/16.
21. Kato I, Franco P, Groswasser J, Kelmanson I, Togari H, Kahn A. Frequency of obstructive and mixed sleep apneas in 1,023 infants. *Sleep.* 2000;23(4):487-92. Epub 2000/06/30.

## CONCLUSIONES

A la altura de Bogotá, los niños con SAHS presentan desaturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub> < 90%) durante el sueño. Las apneas centrales son más frecuentes en niños menores o iguales de 1 año. A 2640 msnm, la RP es un patrón frecuente en niños menores o iguales de 1 año y se asocia a desaturación significativa durante el sueño. Las implicaciones clínicas de la desaturación de oxígeno durante el sueño en niños con SAHS a 2640 metros están por determinarse.