

## Poligrafía y predictores diurnos de trastornos respiratorios del sueño en niños con enfermedades respiratorias crónicas

### Polysomnography and day predictors of sleep disordered breathing in children with chronic respiratory diseases

MSc. Iván Rodríguez Núñez,<sup>I,II</sup> Lic. Ximena Navarro Tapia,<sup>II</sup> Lic. Montserrat Morín Palacios,<sup>I</sup> Lic. Claudio San Martín Mera,<sup>I</sup> Lic. Camila Mora Hinojosa,<sup>I</sup> Dr. Daniel Zenteno Araos<sup>III</sup>

<sup>I</sup>Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Concepción, Chile.

<sup>II</sup>Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Concepción, Chile.

<sup>III</sup>Departamento de Pediatría. Facultad de Medicina. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

---

#### RESUMEN

**Introducción:** las enfermedades neuromusculares o pulmonares crónicas en niños predisponen la aparición de trastornos respiratorios del sueño. Los estudios nocturnos son empleados para establecer el diagnóstico de trastornos respiratorios del sueño, sin embargo, la evidencia actual apoya la realización de ciertos estudios diurnos (función pulmonar y función muscular respiratoria) para la evaluación de estos trastornos.

**Objetivo:** determinar la correlación entre función pulmonar, función muscular respiratoria y estudios de sueño en pacientes pediátricos con enfermedades neuromusculares y daño pulmonar crónico.

**Métodos:** estudio correlacional, en el cual se registraron parámetros espirométricos: capacidad vital, volumen espiratorio en el primer segundo y flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 %, así como la fuerza muscular respiratoria (Pimax y Pemax) y parámetros poligráficos (índice apnea/hipopnea, saturación mínima y saturación promedio nocturna) de 19 niños (10 con enfermedades neuromusculares y 9 con daño pulmonar crónico).

**Resultados:** en enfermedades neuromusculares solo se observó correlación fuerte entre el % Pimax y la saturación mínima nocturna ( $r = 0,8$ ;  $p < 0,005$ ); el resto de las variables poligráficas, solo mostraron correlación débil con parámetros de función respiratoria. En el daño pulmonar crónico solo se observó correlación

moderada entre el % Pimax y la saturación mínima nocturna ( $r= 0,6$ ;  $p < 0,08$ ). El resto de las variables de poligrafía no mostró correlación con las variables de función muscular respiratoria y espirometría.

**Conclusión:** los parámetros de predicción diurna de trastornos respiratorios del sueño muestran una débil a moderada correlación con variables poligráficas en niños con enfermedades respiratorias crónicas. Solo la fuerza de los músculos inspiratorios se correlacionó significativamente con saturación nocturna mínima en niños con enfermedades neuromusculares.

**Palabras clave:** trastornos del sueño, enfermedad neuromuscular, enfermedad pulmonar, niños.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** chronic neuromuscular or pulmonary diseases in the child presupposes the occurrence of sleep disordered breathing. Night studies are used to set the diagnosis of these disorders, but present evidence support the conduction of certain daytime studies (pulmonary function and respiratory muscular function) for their assesment.

**Objective:** to determine the correlation of the pulmonary function, the respiratory muscular function and the sleep studies in pediatric patients with neuromuscular diseases and chronic pulmonary damage.

**Methods:** correlational study in which the following spirometric parameters were measured: vital capacity, expiratory volume at the first second and forced expiratory flow from 25 % to 75 % as well as respiratory muscular strenght (Pimax and Pemax) and polysomnographic parameters (apnea/hypoapnea index, minimal saturation and average saturation at night). Nineteen children, 10 with neuromuscular diseases and 9 with chronic pulmonary damage, were studied.

**Results:** in the neuromuscular diseases, strong corelation was observed between Pimax percentage and minimal saturation at night ( $r= 0.8$ ;  $p < 0.005$ ) whereas the rest of polysomnographic variables showed weak correlation with respiratory function variables. In the chronic pulmonary damage, there was slight correlation between the Pimax percentage and the minimal saturation at night ( $r= 0.6$ ;  $p < 0.08$ ). The rest of the polygraphic variables showed no correlation with respiratory muscular function and spirometric variables.

**Conclusions:** the day predictive parameters of sleep disordered breathing are slightly to moderately correlated with the polysomnographic variables in children with chronic respiratory diseases. Just the inspiratory muscle strength was significantly correlated with minimal saturation at night in children with neuromuscular diseases.

**Keywords:** sleep disorders, neuromuscular disease, pulmonary disease, children.

---

## INTRODUCCIÓN

Los trastornos respiratorios del sueño (TRS) constituyen un amplio espectro de enfermedades que comprenden: el ronquido primario, el síndrome de resistencia

---

umentada de la vía aérea (SRAVAS), la hipoventilación nocturna y el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS).<sup>1,2</sup>

En el contexto de las enfermedades respiratorias crónicas (ERC), la alteración ventilatoria progresiva es la característica más importante del deterioro funcional en los pacientes con enfermedades neuromusculares (ENM), fibrosis quística (FQ) y bronquiolitis obliterante (BO) posinfecciosa, condiciones que facilitan el desarrollo de TRS. En este ámbito, los pacientes con ENM presentan una prevalencia de TRS 10 a 20 veces mayor en relación con la población pediátrica general; y es su inicio variable según el tipo de patología y presentación individual.<sup>3</sup> Se estima que más del 40 % presentará a lo largo de su vida un TRS, el cual puede asociarse a alteración en el intercambio gaseoso, arquitectura del sueño, calidad de vida y mayor morbilidad y mortalidad.<sup>2</sup> Desde el punto de vista fisiopatológico son gatillados, principalmente, por la debilidad de la musculatura inspiratoria y el aumento de la resistencia de la vía aérea.<sup>1,2</sup>

Si bien los pacientes con ENM pueden presentar TRS en etapas iniciales de la vida, la mayor parte de ellos los manifiestan al evolucionar su enfermedad, y es este, el primer signo de afección respiratoria; por lo tanto, su detección precoz es fundamental para realizar en tratamiento oportuno.<sup>4,5</sup>

La polisomnografía (PSG) constituye el estándar de oro para el diagnóstico de trastornos del sueño. Sin embargo, su alto costo de implementación ha incentivado el desarrollo de la poligrafía (PG), examen abreviado destinado a la evaluación específica de TRS, con un alto rendimiento diagnóstico en distintos grupos de pacientes con ERC.<sup>1,2</sup> En este examen, no se efectúa registro de electroencefalograma, electromiograma ni electrooculograma, por lo que solo es posible verificar los trastornos en la continuidad de las etapas de sueño, mediante el registro directo de los eventos asociados a TRS por un cuidador, tanto en el contexto hospitalario como domiciliario. No obstante, este examen ha mostrado un alto rendimiento diagnóstico comparado con la PSG en niños.<sup>6</sup> En adición a lo anterior, las pruebas de función pulmonar, mediante la espirometría; y la evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios, mediante la presión inspiratoria máxima (Pimax) y presión espiratoria máxima (Pemax), constituyen parámetros de predicción diurna de TRS, gracias a su asociación con variables de PG como el índice de apnea hipopnea (IAH), índice de apnea e hipopnea obstructiva y mixta (MOAHI) y saturación nocturna.<sup>2</sup> Por este motivo, han sido consideradas pruebas complementarias a los *test* nocturnos de evaluación.<sup>7-9</sup>

La asociación entre la función de sueño, medida a través de PG, y los parámetros funcionales de predicción diurna, ha sido escasamente evaluada en pacientes pediátricos con daño pulmonar crónico (DPC). Por este motivo, el objetivo de este estudio es identificar la correlación entre variables poligráficas y parámetros de predicción diurna en niños con ENM y DPC.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio correlacional, con el fin de identificar la asociación entre las variables de PG y parámetros de función respiratoria en pacientes con ENM y con DPC.

Se consideraron niños y adolescentes entre 6 y 15 años de edad, estables, con diagnóstico de ENM, FQ y BO posinfecciosa, que hayan sido sometidos a una PG, evaluación de la función muscular respiratoria y espirometría. Por otra parte,

considerando un riesgo de error tipo I 5 %, riesgo de error tipo II 20 % y coeficiente de correlación moderado ( $Rho= 0,6$ ), la muestra mínima necesaria es 19 pacientes.

Los padres de los niños firmaron consentimiento informado, y el estudio fue aprobado por el comité de ética del servicio de salud de Concepción, Chile.

Se registraron variables biodemográficas (edad, sexo, peso y talla), resultados de PG, espirometría, y valores de fuerza muscular respiratoria. Todas las evaluaciones se realizaron en el servicio de pediatría del hospital "Dr. Guillermo Grant Benavente", en Concepción, Chile. Durante la noche el niño fue acompañado por su madre o algún cuidador, quien registró actividades asociadas al cuidado, aseo y confort, para descartar del registro poligráfico posibles eventos falsos positivos. El equipo empleado fue un polígrafo ApneaLink™ Plus (ResMed®) con 5 canales de registro de información (flujo nasal, esfuerzo torácico, saturometría, ronquido y pulso). El *scoring* fue realizado bajo los criterios de la Academia Americana de Medicina del Sueño (AASM), que define apnea obstructiva como: disminución de más de 90 % del flujo aéreo por al menos 2 ciclos respiratorios, con presencia de esfuerzo torácico; apnea central como: cese del flujo aéreo nasal con ausencia de la fuerza respiratoria y de los movimientos tóraco-abdominales, con una caída de la saturación mayor a 3 %; apnea mixta como: evento que se inicia con apnea central, y luego con componentes obstructivos; y finalmente hipopnea: cuando se aprecia una reducción mayor al 50 % del flujo aéreo en la vía aérea superior, relacionado a desaturaciones (caída de más del 3 % del basal).<sup>10</sup>

La evaluación de función pulmonar fue realizada al día siguiente de la PG con un espirómetro Medical Microlab 3500. El procedimiento fue realizado según los estándares publicados por la Asociación Americana del Tórax (ATS). Los resultados de la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio en el primer segundo ( $VEF_1$ ) y el flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 % ( $FEF_{25-75}$ ) se expresan en valores absolutos, y en porcentaje de valor predicho según *Knudson*.<sup>11</sup>

La fuerza de los músculos respiratorios fue evaluada al día siguiente de los estudios de sueño con un pimómetro aneroide (NS 120-TRS, *Instrumentation Industries Bethel Park, PA, USA*), calibrado en centímetros de agua (desde 0 a -120 cm H<sub>2</sub>O y desde 0 a +120 cm H<sub>2</sub>O). Se consideró la Pimax y la Pemax. Las pruebas se realizaron según las normas publicadas por la ATS, y los valores absolutos se compararon con valores predictivos según *Szeimberg* y otros.<sup>12,13</sup> La resistencia muscular respiratoria se evaluó a través de la presión inspiratoria máxima sostenida (Pims) con una válvula umbral Threshold IMT (Phillips Respironics®), mediante el *test* de resistencia a cargas incrementales de acuerdo con lo publicado por *Rodríguez* y otros.<sup>14</sup>

En el *software* SPSS 11,5, se realizó análisis exploratorio de los datos y, mediante el *test* de Shapiro Wilk, fue evaluada la distribución de las variables. Posteriormente, se realizó estadística descriptiva utilizando promedio y desviación estándar. Considerando que las variables estudiadas no poseen distribución normal, se utilizó el *test* U de Mann-Whitney para identificar si existen diferencias significativas en las variables entre los grupos. La correlación entre PG, función pulmonar y fuerza muscular respiratoria fue evaluada a través del índice de correlación Rho de Spearman y se consideró significativo  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

---

Al estudio ingresaron 19 pacientes (12 varones), con edad promedio  $12,7 \pm 2,6$ , ninguno obeso; de ellos, 10 niños tienen ENM (5 con distrofia muscular de Duchenne, 2 con distrofia muscular escapulohumeral, 1 síndrome de Bethlem, 1 miopatía congénita y 1 síndrome mitocondrial), y el resto DPC (5 niños con FQ y 4 con BO) (tabla 1).

**Tabla 1.** Caracterización de la muestra

Variabes	ENM	DPC
Hombre/mujer	7/3	5/4
Edad (en años)	$12,4 \pm 2,1$	$12,7 \pm 3,1$
Peso (kg)	$39,0 \pm 9,5$	$44,9 \pm 16,4$
Talla (m)	$1,4 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,2$

ENM: enfermedad neuromuscular,  
DPC: daño pulmonar crónico.

Se registraron los resultados de PG, espirometría y función muscular respiratoria de todos los pacientes. En un paciente con enfermedad mitocondrial, distrofia muscular de Duchenne (DMD) y FQ, se excluyeron los resultados de espirometría por ausencia de reproducibilidad y aceptabilidad de las curvas obtenidas. En la tabla 2 se detallan los resultados de función muscular respiratoria y función pulmonar de ambos grupo de pacientes.

**Tabla 2.** Función respiratoria

Variabes	ENM	DPC
VEF <sub>1</sub> (Litros)	$1,8 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,7$
PRED VEF <sub>1</sub> (%)	$87,8 \pm 15,4$	$76,9 \pm 31,8$
CVF (L)	$2,0 \pm 0,6$	$2,6 \pm 0,8$
PRED CVF (%)	$88,3 \pm 18,7$	$95,9 \pm 21,5$
VEF <sub>1</sub> /CVF	$88,1 \pm 9,3$	$75,6 \pm 12,7$
FEF <sub>25-75</sub> (L)	$2,4 \pm 1,1$	$1,6 \pm 1,0$
PRED FEF <sub>25-75</sub> (%)	$98,3 \pm 33,5$	$59,1 \pm 37,6$
Pimax (cm H <sub>2</sub> O)	$63,5 \pm 26,7$	$85,0 \pm 23,5$
Pimax (%)	$54,6 \pm 21,7$	$72,6 \pm 20,5$
Pemax (cm H <sub>2</sub> O)	$44 \pm 24,5$	$69,4 \pm 18,4$
Pemax (%)	$29,4 \pm 18,2$	$47,7 \pm 12,5$

ENM: enfermedad neuromuscular, DPC: daño pulmonar crónico, PRED: porcentaje del valor predictivo, VEF<sub>1</sub>: volumen espiratorio en el primer segundo, CVF: capacidad vital forzada, FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 % de la CVF, Pimax: presión inspiratoria máxima, Pemax: presión espiratoria máxima, L: litros.

En el grupo de ENM, 5 presentan espirometría normal, 2 presentan alteración ventilatoria restrictiva leve y 1 alteración ventilatoria restrictiva moderada. En el grupo de DPC, 4 presentan espirometría normal, 1 presenta alteración ventilatoria

obstructiva moderada y 2 alteración ventilatoria obstructiva avanzada; 4 pacientes poseen FEF<sub>25-75</sub> bajo los límites predichos. En relación con la fuerza de los músculos respiratorios, los pacientes con ENM, la Pimax fue de 63,5 cm H<sub>2</sub>O que corresponde al 54,6 % del valor predictivo; la Pemax fue de 44 cm H<sub>2</sub>O correspondiente al 29,4 % del valor predictivo. Por su parte, en los pacientes con DPC, la Pimax fue de 85,0 cm H<sub>2</sub>O que corresponde al 72,6 % del valor predictivo, y la Pemax fue de 69,4 cm H<sub>2</sub>O correspondiente al 47,7 % del valor predictivo.

Respecto a los estudios de sueño, en el grupo de ENM, el promedio de tiempo validado en la PG fue de 6,6 h, donde el IAH fue de  $4,3 \pm 3,8$ , MOAHI de  $3,7 \pm 3,3$ , saturación de O<sub>2</sub> promedio de  $97,3 \pm 1,3$  y saturación de O<sub>2</sub> mínima de  $89,5 \pm 6,3$ . Por otra parte, para el grupo de enfermedades neuromusculares o pulmonares crónicas (EPC), el promedio de tiempo validado en la PG fue de 7,1 h, donde el IAH fue de  $1,1 \pm 0,9$ , MOAHI de  $1,2 \pm 0,8$ , saturación de O<sub>2</sub> promedio  $96,2 \pm 1,8$  y saturación de O<sub>2</sub> mínima de  $86,2 \pm 8,8$  (tabla 3).

**Tabla 3. Resultados de estudios de sueño**

Variables	ENM	DPC
Duración mínima validada	397,5 ± 123,6	425,8 ± 81,4
Sat. O <sub>2</sub> basal (%)	98,6 ± 0,8	97,1 ± 1,7
Sat. O <sub>2</sub> promedio (%)	97,3 ± 1,3	96,2 ± 1,8
Sat. O <sub>2</sub> mínima (%)	89,5 ± 6,3	86,2 ± 8,8
FC promedio (LPM)	86,8 ± 14,8	69,0 ± 7,2
IAH *	4,3 ± 3,8	1,1 ± 0,9
MOAHI	3,7 ± 3,3	1,2 ± 0,8

ENM: enfermedad neuromuscular, DPC: daño pulmonar crónico, Sat. O<sub>2</sub>: saturación de oxígeno, FC: frecuencia cardíaca, IAH: índice apnea obstructiva, MOAHI: índice de apnea hipoapnea obstructiva mixta, IAC: índice de apnea central, IAO: índice de apnea obstructiva, IAM: índice de apnea mixta.

En las tablas 4 y 5 se muestra la matriz de correlación entre parámetros de PG y variables de función respiratoria en ambos grupos de pacientes. En niños con ENM, solo el porcentaje del valor predictivo de Pimax mostró una fuerte correlación con la saturación nocturna mínima ( $r= 0,8$ ;  $p < 0,005$ ). El resto de las variables de función pulmonar y de función muscular respiratoria no muestran correlación significativa con variables de PG.

**Tabla 4.** Correlación entre variables de función respiratoria y poligrafía (PG) en niños con enfermedad neuromuscular (ENM)

Variables	% PRED CVF	% PRED Pimax	Pims/Pimax
IAH	0,35 (0,32)	-0,57 (0,08)	-0,45 (0,18)
Sat. O <sub>2</sub> promedio	0,11 (0,7)	0,57 (0,07)	0,13 (0,71)
Sat. O <sub>2</sub> mínima	-0,019 (0,96)	0,8 (0,0054)	0,11 (0,74)
% PRED CVF	1 (1)	0,11 (0,78)	ND

ENM: enfermedad neuromuscular, IAH: índice de apnea obstructiva, Sat. O<sub>2</sub>: saturación de oxígeno, % PRED: porcentaje del predicho, CVF: capacidad vital forzada, Pimax: presión inspiratoria máxima, Pems: presión espiratoria máxima, Pims: presión inspiratoria máxima sostenida, ND: no determinado.

Se expresa el coeficiente de correlación r de Pearson y el nivel de significancia (valor p).

**Tabla 5.** Correlación entre variables de función respiratoria y poligrafía (PG) en niños con daño pulmonar crónico (DPC)

Variables	% PRED VEF <sub>1</sub>	% PRED CVF	% PRED FEF <sub>25-75</sub>	% PRED Pimax	Pims/Pimax
IAH	0,14 (0,73)	0,35 (0,39)	0,09 (0,84)	-0,1 (0,7)	0,006 (0,99)
Sat. O <sub>2</sub> promedio	-0,27 (0,5)	-0,37 (0,35)	-0,42 (0,34)	0,57 (0,1)	-0,53 (0,17)
Sat. O <sub>2</sub> mínima	-0,2 (0,55)	-0,32 (0,4)	0,04 (0,92)	0,60 (0,08)	-0,51 (0,19)
% PRED CVF	ND	1 (1)	ND	-0,44 (0,26)	ND

DPC: daño pulmonar crónico, IAH: índice de apnea obstructiva, Sat. O<sub>2</sub>: saturación de oxígeno, % PRED: porcentaje del predicho, CVF: capacidad vital forzada, Pimax: presión inspiratoria máxima, Pems: presión espiratoria máxima, FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 % de la capacidad vital forzada, Pims: presión inspiratoria máxima sostenida, ND: no determinado.

Se expresa el coeficiente de correlación r de Pearson y el nivel de significancia (valor p).

Por otra parte, en niños con DPC, las variables de función pulmonar y de función muscular respiratoria no muestran correlación significativa con variables de PG.

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo se analizaron los resultados de los estudios de sueño, función pulmonar y función muscular respiratoria de niños y adolescentes con ENM y DPC, con el fin de evaluar la posible correlación entre variables de predicción diurna y función de sueño. Entre los principales hallazgos se observó una fuerte correlación entre la Pimax y saturación mínima nocturna en niños con ENM.

Diversos estudios han evaluado la asociación entre parámetros de función respiratoria y función de sueño en niños con ENM.<sup>9,15,16</sup> En este contexto, es actualmente aceptado que la restricción ventilatoria progresiva que afecta al niño con ENM se correlaciona con debilidad muscular respiratoria, lo cual resulta en un TRS progresivo que puede ser predicho desde estudios diurnos de función muscular respiratoria y función pulmonar.<sup>17</sup> *Bersanini* y otros observaron la existencia de correlación entre la saturación mínima nocturna y la CVF, así como también, entre saturación mínima nocturna y presión inspiratoria nasal (*sniff*) en niños con ENM, similar a lo reportado en nuestro estudio.<sup>16</sup> *Anderson* y otros no observaron asociación entre parámetros de predicción diurna y PSG; no obstante, sí observaron la existencia de correlación entre *sniff* nasal y CVF, variables que permiten predecir la función de sueño en estadios avanzados de la ENM.<sup>15</sup> En nuestro estudio, no se encontró asociación entre la CVF y Pimax, debido al escaso deterioro de la CVF en la muestra evaluada.

Por otra parte, se ha descrito que un nivel de Pimax bajo el 60 % del valor predictivo, se asocia con la existencia de TRS.<sup>7,18</sup> En la muestra de pacientes con ENM la Pimax fue de 54 % y el IAH fue de 4,3; no obstante, no existió correlación estadísticamente significativa entre ambas variables ( $r = -0,57$ ;  $p < 0,08$ ).

En el grupo de pacientes con DPC se observó una débil correlación entre los parámetros de predicción diurna y variables PG. En este ámbito, son escasos los reportes que han evaluado esta posible asociación en este grupo de pacientes.<sup>19</sup> En este contexto, es posible establecer la relación entre el deterioro funcional causado por el DPC y la existencia de TRS, considerando el severo compromiso funcional concomitante al daño pulmonar en estos pacientes.<sup>20</sup> Se ha observado, en niños con DPC, la existencia de hipoxemia nocturna, lo cual se asocia fuertemente con el grado de severidad en la obstrucción.<sup>19,20</sup> En nuestro estudio, la muestra estudiada tuvo un IAH de 1,1, por debajo de lo observado en la muestra de pacientes con ENM; sin embargo, alcanzaron un mayor nivel de desaturación nocturna, similar a lo observado en otros reportes.<sup>19,20</sup>

Nuestro estudio posee algunas limitaciones. Debido a la heterogeneidad de diagnósticos y el pequeño tamaño muestral, no fue posible evaluar la asociación entre TRS y parámetros de predicción diurna en cada grupo de pacientes de acuerdo con el diagnóstico etiológico. Por este motivo el análisis estadístico se llevó a cabo de acuerdo con el deterioro funcional de la enfermedad respiratoria.

Finalmente, se puede concluir que los parámetros de predicción diurna de TRS muestran una débil a moderada correlación con variables poligráficas en niños con ERC. Solo la fuerza de los músculos inspiratorios se correlaciona significativamente con saturación nocturna mínima en niños con ENM.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zenteno D, Salinas P, Vera R, Brockmann P, Prado F. Enfoque Pediátrico para el Estudio de los Trastornos Respiratorios del Sueño. *Rev Chil Pediatr.* 2010;81:445-55.
2. Brockmann P. Trastornos respiratorios del sueño y enfermedades neuromusculares. *Neumol Pediatr.* 2009;4(2):76-7.

3. Phillips MF, Smith PE, Carroll N, Edwards RH, Calverley PM. Nocturnal oxygenation and prognosis in Duchenne muscular dystrophy. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;160(1):198-202.
4. Sinha D, Guilleminault C. Sleep disordered breathing in children. *Indian J Med Res.* 2010;131:311-20.
5. Arens R, Muzumdar H. Sleep, sleep disordered breathing, and nocturnal hypoventilation in children with neuromuscular diseases. *Paediatr Respir Rev.* 2010;11(1):24-30.
6. Brockmann P, Schaefer C, Poets A, Poets CF, Urschitz MS. Diagnosis of obstructive sleep apnea in children: a systematic review. *Sleep Med Rev.* 2013;17(5):331-40.
7. Vega-Briceño L, Contreras I, Prado F. Evaluación respiratoria de la enfermedad neuromuscular en niños. *Neumol Pediatr.* 2007;2(1):6-10.
8. Vega-Briceño L, Zenteno D. Guía clínica para el diagnóstico y cuidado de niños/adolescentes con bronquiolitis obliterante post-infecciosa, 2009. *Rev Chil Enf Respir.* 2009;25(3):141-63.
9. Balbani AP, Weber SA, Montovani JC. Update in obstructive sleep apnea syndrome in children. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2005;71(1):74-80.
10. 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.
11. Gutiérrez CM, Beroiza WT, Borzone TG, Caviedes SI, Céspedes GJ, Gutiérrez NM, et al. Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias, 2006. *Rev Chil Enf Respir.* 2007;23:31-42.
12. ATS/ERS Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):518-624.
13. Szeinberg A, Marcotte JE, Roizin H, Mindorff C, England S, Tabachnik E, et al. Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children, adolescents, and young adults. *Pediatr Pulmonol.* 1987;3(4):255-8.
14. Rodríguez I, Fuentes C, Rivas C, Molina F, Sepúlveda C, Zenteno D. Rehabilitación respiratoria en el paciente neuromuscular: efectos sobre la tolerancia al ejercicio y musculatura respiratoria. Resultado de una serie de casos. *Rev Chil Enferm Respir.* 2013;29(4):196-203.
15. Anderson VB, McKenzie JA, Seton C, Fitzgerald DA, Webster RI, North KN, et al. Sniff nasal inspiratory pressure and sleep disordered breathing in childhood neuromuscular disorders. *Neuromuscul Disord.* 2012;22(6):528-33.
16. Bersanini C, Khirani S, Ramirez A, Lofaso F, Aubertin G, Beydon N, et al. Nocturnal hypoxaemia and hypercapnia in children with neuromuscular disorders. *Eur Respir J.* 2012;39(5):1206-12.

17. White JE, Drinnan MJ, Smithson AJ, Griffiths CJ, Gibson GJ. Respiratory muscle activity and oxygenation during sleep in patients with muscle weakness. Eur Respir J. 1995;8(5):807-14.

18. Brockmann P, Prado F. Estudio de los trastornos respiratorios del sueño en pacientes con enfermedades neuromusculares. Neumol Pediatr. 2008;3:18-24.

19. Braggion C, Pradal U, Mastella G. Hemoglobin desaturation during sleep and daytime in patients with cystic fibrosis and severe airway obstruction. Acta Paediatr. 1992;81(12):1002-6.

20. Ramos RT, Salles C, Daltro CH, Santana MA, Gregorio PB, Acosta AX. Sleep architecture and polysomnographic respiratory profile of children and adolescents with cystic fibrosis. J Pediatr (Rio J). 2011;87(1):63-9.

Recibido: 7 de enero de 2015.

Aprobado: 22 de mayo de 2015.

*Iván Rodríguez Núñez.* Universidad San Sebastián. Escuela de Kinesiología.  
Facultad de Ciencias de la Salud. Lientur # 1 457. Concepción, Chile.  
Correo electrónico: [ivan.rodriguez@uss.cl](mailto:ivan.rodriguez@uss.cl)