

## Ventilación no invasiva en Cuidado Intensivo Pediátrico, cuatro años de experiencia

### *Non invasive mechanical ventilation in Pediatric Intensive Care, four years of clinical practice*

Lic. Juan Pablo Bonora<sup>a</sup>, Lic. Dardo Frachia<sup>a</sup>, Dr. Mauro García<sup>a</sup>, Dra. Silvia Fillipini<sup>a</sup>, Dr. Aldo Haimovich<sup>a</sup> y Lic. Gustavo Olguín<sup>b</sup>

#### RESUMEN

Diferentes estudios demostraron la efectividad de la ventilación no invasiva (VNI) para reducir la tasa de intubación en insuficiencia respiratoria aguda y crónica, disminuyendo la morbimortalidad por la vía aérea artificial y los días de internación en cuidados intensivos.

**Objetivo.** Describir la experiencia en la aplicación de VNI en una unidad de cuidados intensivos pediátricos y analizar las características asociadas al éxito del procedimiento.

**Diseño.** Descriptivo, observacional y retrospectivo. **Población y método.** Se revisaron las historias clínicas de pacientes que ingresaron a VNI entre 2006 y 2010. Se establecieron 3 grupos, según el contexto clínico de aplicación: VNI electiva (1); VNI de rescate (2); VNI preventiva (3). Para cada grupo se recolectaron edad, gravedad (puntaje PIM 2), días de VNI y evolución. Se consideró fracaso de VNI a la necesidad de intubación (grupo 1) o de reintubación (grupo 2 y 3) en las 72 h posteriores a la aplicación de VNI.

**Resultados.** Ingresaron a VNI 313 niños en quienes se utilizó VNI en 332 ocasiones: 154 correspondieron al grupo electivo, 60 al de rescate y 118 al preventivo; la tasa de éxitos fue del 52%, 63% y 77% respectivamente; en el grupo 1 el éxito se asoció a menor gravedad de los niños y en todos los casos los pacientes que fracasaron tuvieron mayor tiempo de internación y peor evolución. **Conclusión.** La VNI evitó el ingreso a ventilación mecánica invasiva en un alto porcentaje de niños. Su uso preventivo requiere aún estudios para definir las indicaciones de su aplicación.

**Palabras clave:** ventilación no invasiva, cuidados intensivos pediátricos.

#### SUMMARY

In the last years, different studies have shown the effectiveness of noninvasive ventilation (NIV) in reducing rate of intubation in chronic and acute respiratory failure, with the direct consequence of lower morbidity and mortality associated with artificial airway, and reduction of days of hospitalization in ICU.

**Objective.** To describe our clinical experience in the use of NIV in the pediatric intensive care unit (PICU) and to analyze the characteristics associated with the success of this technique.

**Design.** Retrospective, descriptive and observational study.

**Population and methods.** We reviewed the medical records of all patients treated with NIV between 2006 and 2010. We divided the patients in

three groups, according to the clinical setting of application: elective NIV (group 1), rescue NIV (group 2) and preventive NIV (group 3). For each group we collected age, severity (score PIM 2), day of NIV and evolution. We considered failure of NIV if the patient needed intubation (group 1) or reintubation (groups 2 and 3) in the first 72 hours after the application of NIV.

**Results.** During the period of study, 313 children used NIV, some of them in more than one occasion (332 total events): 154 in group 1, 60 in group 2 and 118 in group 3. NIV was applied successfully in 52%, 63% and 77% of the patients in each group, respectively. In group 1, the success of NIV was related with less severity and in all the cases, patients who failed NIV had more days of admission in ICU and worse evolution.

**Conclusions.** There is an increase in the use of NIV and this technique avoided invasive mechanical ventilation in a high rate of children. The preventive use of NIV demands more studies to define the clinical applications in this setting.

**Key words:** non invasive mechanical ventilation, pediatric intensive care unit.

#### INTRODUCCIÓN

Distintos trabajos sobre la utilización de ventilación no invasiva (VNI) en pacientes adultos describen buenos resultados para evitar la intubación, así como también la utilidad de esta terapéutica para prevenir la falla respiratoria postextubación en pacientes con comorbilidades previas.<sup>1,2</sup>

Actualmente la VNI es considerada una estrategia alternativa para utilizarse en pacientes seleccionados con el objeto de evitar la reintubación al presentar insuficiencia respiratoria postextubación<sup>3,4</sup> y como método preventivo para evitar la misma.<sup>1,2,5</sup>

Diferentes estudios han demostrado la efectividad de la VNI utilizada en pacientes pediátricos para reducir la tasa de intubación en la insuficiencia respiratoria crónica y aguda y, en consecuencia la reducción de la morbimortalidad asociada a vía aérea artifi-

a. Unidad de Cuidados Intensivos 45.

b. Servicio de Kinesiología. Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan".

**Correspondencia:**  
Lic. Juan Pablo Bonora:  
juampabon@yahoo.com.ar

**Conflicto de intereses:**  
Ninguno que declarar.

Recibido: 13-10-10

Aceptado: 22-2-11

cial, como así también la disminución de los días de internación en cuidados intensivos.<sup>6-10</sup>

Essouri et al. muestran en forma retrospectiva una efectividad de 77% para evitar la intubación en pacientes con falla respiratoria aguda.<sup>11</sup>

Yañez et al. en un estudio prospectivo, randomizado y controlado muestran un 28% de intubaciones en el grupo tratamiento (VNI) contra 60% en el grupo control.<sup>12</sup>

Si disociamos las causas de fracaso de extubación en la población pediátrica vemos que el 40% de los mismos están asociados a obstrucción alta, y un menor porcentaje se debe a fatiga muscular.<sup>13</sup> La VNI puede ser una ayuda importante en la obstrucción de la vía aérea superior a través de la aplicación de presión positiva espiratoria (EPAP) mientras que la presión positiva inspiratoria (IPAP) ayuda a disminuir la carga de la musculatura evitando su fatiga. En nuestra unidad, la mediana de fracaso de extubación de los últimos 4 años se encuentra entre el 13,2 y el 20,6% pero asciende hasta el 37% en pacientes con más de 10 días de ventilación mecánica. Las causas más comunes son la obstrucción alta, la fatiga muscular y la disminución del sensorio.

El objetivo de este estudio es describir nuestra experiencia clínica en la aplicación de la VNI en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) de referencia y establecer si existen factores asociados con el éxito del procedimiento en el marco de su uso electivo, de rescate o preventivo.

## POBLACIÓN Y MÉTODOS

El estudio es descriptivo, observacional y retrospectivo, a través de la revisión de las historias clínicas de todos los pacientes que han utilizado VNI, independientemente de su motivo de ingreso, por más de 30 minutos entre enero de 2006 y diciembre de 2009 en la UCIP del Hospital Garrahan.

La unidad de análisis está constituida por el evento uso de VNI (ya que algunos pacientes lo utilizaron en más de una oportunidad).

La población de estudio se dividió en el marco de la indicación del procedimiento en tres diferentes grupos:

*VNI electiva:* pacientes en los cuales la VNI intenta evitar la intubación.

*VNI de rescate:* pacientes que dentro de las 72 h postextubación comienzan con dificultad respiratoria y la VNI intenta evitar la reintubación.

*VNI preventiva:* pacientes con riesgo de presentar dificultad respiratoria postextubación por comorbilidades previas y la VNI intenta evitar la reintubación.

## Descripción de la VNI

En la UCIP existen guías de atención que definen las indicaciones para cada caso, procedimiento de colocación y cuidados: la aplicación se realiza en forma continua mediante dos niveles de presión utilizando EPAP y FiO<sub>2</sub> necesarias para que el paciente alcance una SatO<sub>2</sub> >92% y una IPAP necesaria para que el paciente ventile entre 8-10 ml/kg. Alcanzada la meta terapéutica se inicia el descenso progresivo de los parámetros según la estabilidad clínica, gasométrica y radiológica hasta su retiro definitivo. Para evitar la irritación ocular y las lesiones de la piel por apoyo, en algunos pacientes se utilizaron diferentes interfases y si la condición clínica lo permitía, se intercalaron períodos de descanso, hasta su retiro definitivo.

Los respiradores utilizados fueron: Neumovent Graph (Tecme, Argentina); Neumovent Graph Net (Tecme, Argentina); Harmony (Philips Respironics, EE.UU.). En todos los casos se utilizaron calentadores-humidificadores de tipo activo (Fisher and Paykel, Nueva Zelanda).

Las interfases utilizadas fueron:

- Cánulas nasales: Hudson RCI (Hudson Respiratory Inc. Care, EE.UU.); SNAPP (Medical Tiara System, EE.UU.); Opus nasal pillows (Fisher and Paykel, Nueva Zelanda).
- Máscaras nasales: Confort Deluxe (Philips Respironics, EE.UU.); Profile Lite (Philips Respironics, EE.UU.); Flexi fit 401 (Fisher and Paykel; Nueva Zelanda).
- Máscaras oronasales: Image 3 (Philips Respironics, EE.UU.); Flexi Fit 405 (Fisher and Paykel, Nueva Zelanda).

Las máscaras nasales se utilizaron como oronasales en los lactantes e infantes.

## Variables de estudio

Consideramos resultado primario del estudio el éxito o fracaso de la VNI. Se definió éxito al destete de la VNI sin requerir intubación (VNI electiva) o evitando la reintubación (VNI rescate y preventiva); se consideró fracaso de la VNI a la necesidad de intubación en el primer grupo y de reintubación en los otros dos en las 72 h posteriores a la extubación. Como variables predictoras se consideraron: edad (expresada en meses); motivo de aplicación de la VNI; diagnóstico; puntaje de gravedad PIM 2 (solo en el subgrupo 2009); días de ARM previo a la VNI (VNI de rescate y preventiva); días de VNI; tiempo al fracaso (inicial: entre 30 min y 2 h; precoz: entre 2 y 12 h; tardío: >12 h).<sup>14</sup> Como puntos finales secundarios se des-

cribieron: causa de fracaso; días de internación en UCI y mortalidad.

Las variables numéricas se expresaron en mediana y rango intercuartílico y las nominales en valores absolutos y/o porcentajes.

En las tres situaciones descriptas los pacientes que respondieron a la VNI se compararon con los que no respondieron utilizando el test de Chi cuadrado para variables dicotómicas y el test de Mann Whitney para variables numéricas con un valor de  $p < 0,05$ .

Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico SPSS 11.5 para Windows.

## RESULTADOS

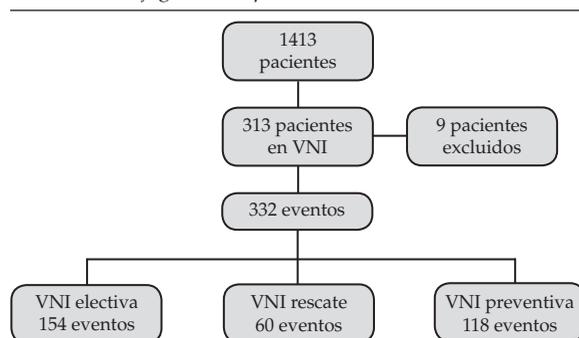
La UCIP del Hospital Garrahan cuenta con 16 camas para la atención de pacientes pediátricos entre 1 mes y 18 años. Entre enero de 2006 y diciembre de 2009 ingresaron 1413 pacientes y 313 recibieron VNI en algún momento de su evolución. Nueve pacientes fueron excluidos por falta de datos. El porcentaje de pacientes que requirieron VNI sobre el total de pacientes ingresados en la unidad en el año 2006 fue de 20,5% elevándose a 31,1% en el año 2009. El motivo de ingreso a VNI fue dificultad respiratoria secundaria a aumento de la carga (83,5% de los casos); hipoventilación (8,5%) y obstrucción alta de la vía aérea (8%).

Los diagnósticos de los pacientes fueron variados siendo el grupo predominante la infección respiratoria aguda baja en: niños con alguna secuela respiratoria o neurológica previa (33%), niños sin antecedentes previos (17%) y pacientes inmunocomprometidos (12%).

En algunos pacientes la VNI se utilizó más de una vez y por lo tanto se describen 332 procedimientos de VNI. De los 332 eventos en los que se aplicó la VNI, 154 pertenecieron a VNI electiva; 60 a VNI de rescate y 118 a VNI preventiva. (Ver Figura 1)

La tasa de éxito con la aplicación de VNI fue

FIGURA 1. Flujograma de pacientes



del 52% en el grupo de uso electivo (80/154), 63% en el grupo de uso de rescate (38/60) y del 77% en el grupo de uso preventivo (91/118).

En las Tablas 1, 2 y 3 se analizan las diferencias entre los niños que tuvieron éxito o fracaso según el grupo de estudio.

El grupo que respondió a la VNI electiva pre-

TABLA 1. Ventilación no invasiva electiva (n total= 154). Comparación entre niños con éxito y fracaso de VNI

Variables	Éxitos (n= 80)	Fracasos (n= 74)	P
Edad (meses) (mediana, RIQ)	9 (4-84)	14 (6-96)	0,171*
Puntaje PIM 2 (mediana, RIQ)	1,2 (0,6-3,9)	4,85 (2,07-11,9)	0,009*
Días de VNI (mediana, RIQ)	4 (2,25-6)	2 (1-4)	0,0001*
Días de internación (mediana, RIQ)	6 (5-9)	13 (9-24)	0,0001*
Mortalidad (%)	3,8	38,8	0,0001**

$P < 0,05$ . RIQ: rango intercuartílico.

\* prueba de Mann Whitney; \*\* prueba de Fisher.

TABLA 2. Ventilación no invasiva de rescate (n total= 60). Comparación entre niños con éxito y fracaso de VNI

Variables	Éxitos (n= 38)	Fracasos (n= 22)	P
Edad (meses) (mediana, RIQ)	19 (5,25-67,75)	48 (10,5-108)	0,177*
Score PIM 2 (mediana, RIQ)	5,25 (1,27-9,22)	2,15 (1,2-5,42)	0,228*
Días de VNI (mediana, RIQ)	2,5 (1-3)	2 (1-2,25)	0,119*
Días de ARN previos (mediana, RIQ)	7 (3-12)	12,5 (3,75-16,25)	0,122*
Días de internación (mediana, RIQ)	12,5 (9-19,75)	23 (15-35)	0,002*
Mortalidad (%)	2,8	23,8	0,013**

$P < 0,05$ . RIQ: rango intercuartílico.

\* prueba de Mann Whitney; \*\* prueba de Fisher.

TABLA 3. Ventilación no invasiva preventiva (n total= 118). Comparación entre niños con éxito y fracaso de VNI

Variables	Éxitos (n= 91)	Fracasos (n= 27)	P
Edad (meses) (mediana, RIQ)	11 (3-36)	10 (3,5-48)	0,632*
Score PIM 2 (mediana, RIQ)	3 (0,62-10,75)	2,8 (0,7-6,6)	0,945*
Días de VNI (mediana, RIQ)	2 (1-3)	2 (1-3)	0,103*
Días de ARN previos (mediana, RIQ)	9 (6-19)	11 (8-25)	0,118*
Días de internación (mediana, RIQ)	17 (12-26)	35 (18-57,5)	0,001*
Mortalidad (%)	1,3	23,8	0,001**

$P < 0,05$ . RIQ: rango intercuartílico.

\* prueba de Mann Whitney; \*\* prueba de Fisher.

sentó significativamente un menor puntaje de gravedad (4,85 contra 1,2  $p=0,009$ ). En los tres grupos el uso exitoso de VNI se asoció con menor tiempo de internación y menor mortalidad.

En los tres grupos el mayor porcentaje de los fracasos (61,8%) se produjo en forma tardía (> 12 h), 23,6% en forma precoz (2-12 h) y 14,6% en la forma inicial (30 min-2 h). Dentro de las causas de fracaso encontramos la progresión de la dificultad respiratoria (50,8%), disminución del sensorio (17,8%), hipoxemia (11%), hipercapnia (3,4%), obstrucción alta (3,4%), mal manejo de la vía aérea (2,5%) y otras causas (10,2%).

La interfase más utilizada con la que aplicamos dos niveles de presión, fue la cánula nasal (81%). La interfase oronasal le siguió en frecuencia (16%) siendo la menos utilizada la máscara nasal (3%). El recambio de interfases en un mismo paciente fue importante para reducir las lesiones de piel, cuyo mayor porcentaje se produjo en el puente de la nariz a través de las máscaras nasales y oronasales.

## DISCUSIÓN

En nuestra Unidad la VNI ha aumentado su protagonismo en los últimos años. Actualmente el 30% de los pacientes que ingresan en la unidad utilizan VNI en una o más situaciones.

En este estudio se observa una importante diferencia en la performance de la VNI entre las tres situaciones planteadas. No tenemos registro de otro estudio pediátrico que haya hecho esta diferencia en la utilización de la VNI.

Al encontrar como causa principal de fracaso de la VNI la progresión de la dificultad respiratoria, la diferencia en el rendimiento de los tres grupos, podría explicarse por el momento de aplicación de la misma. En el grupo 1 la dificultad respiratoria, en la mayoría de los pacientes, ya estaba instaurada a su ingreso; en el grupo 2 la colocación de la VNI se instrumenta con los primeros signos de dificultad respiratoria. El tercer grupo, recibe soporte ventilatorio sin tener signos de dificultad respiratoria, por lo que sería una instancia previa a las dos anteriores.

Essouri y cols. reportaron su experiencia de 5 años en el uso de la VNI en una serie de 114 pacientes pediátricos y dividieron a los mismos en 5 grupos. En los 4 primeros realizan VNI en forma electiva y encuentran que la VNI tiene éxito en el 75% de los pacientes, mientras que nosotros solo lo logramos en el 52%. Sin embargo, en el trabajo descripto consideran un tiempo mínimo de VNI de 2 h, mientras que nosotros contabilizamos a

todos los pacientes a partir de 30 minutos de estabilidad clínica.

En el mismo estudio, el 5<sup>to</sup> grupo correspondiente a falla respiratoria postextubación, similar a nuestra VNI de rescate, encuentran éxito en el 67% de los pacientes y nosotros en el 63%.

Stefano Nava y col. en un estudio controlado de pacientes adultos utilizan VNI para prevenir falla respiratoria postextubación en pacientes de riesgo y obtienen que 4 pacientes se reintubaron de 48 (92% de éxitos) con una reducción de la mortalidad en 10%. En nuestro 3<sup>er</sup> grupo 27 pacientes se reintubaron de 118 (77% de éxitos).

Aun con estas diferencias, consideramos sumamente importante la reducción de la tasa de intubación/reintubación a expensas de la VNI en nuestra población, lo que podría influir en la reducción de la morbimortalidad asociada a la vía aérea artificial, como así también a la disminución de los días de internación en UCI.<sup>15</sup>

La bibliografía describe la importancia de restituir en forma precoz la intubación endotraqueal en aquellos pacientes que no responden a la VNI ya que su demora puede ser causa de aumento de la mortalidad.<sup>3,4</sup> En nuestro estudio, la mayor cantidad de pacientes fracasó en forma tardía, luego en forma precoz e inicial, pero no encontramos diferencias en la mortalidad entre estos tres grupos 31,4%, 37% y 33% respectivamente.

Las interfases juegan un papel fundamental.<sup>16</sup> Vasallo y col. en un estudio multicéntrico sobre 220 pacientes describieron a la cánula nasal como la interfase más utilizada (40%), seguida en frecuencia por la máscara nasal (23%) y la máscara oronasal (21%).<sup>17</sup> En nuestra unidad, la cánula nasal fue la interfase más empleada, ya que es sencilla de colocar y se logra buena adaptación sobre todo de los pacientes más pequeños, pero el desarrollo y la incorporación de nuevas interfases nasales y oronasales genera mayores posibilidades de aplicación y adaptación para todo el rango etario que manejamos. Actualmente, estamos utilizando la máscara oronasal como primera elección para la dificultad respiratoria aguda instaurada.<sup>14</sup>

Fauroux y col. demostraron en un estudio de laboratorio las limitaciones que tienen los respiradores actuales para su utilización en pediatría.<sup>18</sup> En nuestra experiencia resulta difícil lograr una buena sincronía paciente-respirador en pacientes infantes debido a las fugas, bajos esfuerzos respiratorios y frecuencias respiratorias elevadas. Con los equipos microprocesados con software de VNI tuvimos la posibilidad de utilizar fracciones inspiradas de O<sub>2</sub> altas pero tuvimos mayor dificultad

para compensar las fugas que con los equipos de flujo continuo. Con ambos equipos tuvimos problemas para lograr sincronía a frecuencias respiratorias elevadas (> 40/min) por lo que intentamos programar frecuencias cercanas a las espontáneas del paciente.

La evaluación de la mecánica respiratoria, FR, FC y SatO<sub>2</sub>, complementada con la radiología de tórax y gasometría fue la secuencia de monitoreo utilizada. Actualmente nuevos índices como la Sat/FiO<sub>2</sub> y la capnografía pueden llegar a ser herramientas sumamente útiles para el monitoreo no invasivo de pacientes en VNI.<sup>19</sup>

Reconocemos las limitaciones de nuestro trabajo en su diseño retrospectivo y la falta de grupos control. A la vista de los resultados y comparando con otras series de pacientes descriptas consideramos que podríamos estar sobreestimando los efectos de la VNI. Creemos así de suma importancia la implementación de protocolos más rígidos tanto para la selección de pacientes como para la suspensión de la terapéutica y, de esta manera, no demorar los tiempos de instauración de una vía aérea artificial. Es necesaria la realización futura de trabajos controlados para tener certeza de la efectividad de la VNI en cada una de las situaciones planteadas.

## CONCLUSIÓN

En el presente estudio descriptivo la ventilación no invasiva tuvo un 52%, 63% y 77% de éxitos en los grupos electiva, rescate y preventiva respectivamente. En el grupo 1 el éxito se asoció a la menor gravedad de los niños y en todos los casos los pacientes que fracasaron tuvieron mayor tiempo de internación y peor evolución.

La aplicación de VNI es una técnica de creciente utilización y evitó el ingreso a ventilación mecánica invasiva en un alto porcentaje de niños. Su uso preventivo requiere aún estudios que permitan definir las indicaciones de su aplicación.

## Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Juan Carlos Vasallo y a la Dra. Graciela Demirdjian por su asesoramiento y colaboración en la revisión del manuscrito. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E et al. Non-invasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005; 33(11): 2465-70.
- Ferrer M, Valencia M, Nicolas J, Bernadich O. et al. Early noninvasive ventilation averts extubations failure in patients at risk. A randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173(2): 164-170.
- Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson N, Arabi Y, et al. Non-invasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med* 2004; 350(24): 2452-60.
- Keenan SP, Powers C, McCormack D, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress. A randomized controlled trial. *JAMA* 2002; 287(24): 3238-44.
- Burns KEA, Adhikari NK, Keenan S, Meade M. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: meta-analysis and systematic review. *BMJ* 2009; 338:b1574.
- Norregaard O. Noninvasive ventilation in children *Eur Respir J* 2002; 20(5): 1332-42.
- Prado F, Godoy MA, Godoy M, Boza ML. Ventilación no invasiva como tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría. *Rev Med Chile* 2005; 133(5):525-33.
- Teague G. Noninvasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. *Pediatr Pulmonol* 2003; 35(6): 418-26.
- Lule Morales M, de la Rosa Rodríguez A, Robledo Pascual J, Narváez Porras O, Niebla Álvarez B. Eficiencia de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2004; 17(3):181-91.
- Loh L, Chan Y, Chan I. Noninvasive ventilation in children: a review. *J Pediatr (Rio J)* 2007; 83(2 Suppl): S91-99.
- Essouri S, Chevret L, Durand P, Haas V, et al. Noninvasive positive pressure ventilation: Five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2006; 7(4): 329-34.
- Yañez L, Yunge M, Emilfork M, Lapadula M, et al. A prospective, randomized, controlled trial of noninvasive ventilation in pediatric acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med* 2008; 9(5): 484-89.
- Newth C, Venkataraman S, Willson D, Meert K, et al. Weaning and extubation readiness in pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med* 2009; 10(1): 1-11.
- Medina A, Pons M, Martín-Torres F. Ventilación no invasiva en pediatría. 2ª ed. Barcelona: Ergón, 2009.
- Epstein S, Cinbotaru R, Wong J. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 1997; 112(1):186-92.
- de Carvalho W, Johnston C. The fundamental role of interfaces in noninvasive positive pressure ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2006; 7(5):495-6.
- Vasallo JC, Landry LM, Esquinas Rodríguez A, Olguín G, et al. EPIVENIP: estudio epidemiológico de ventilación no invasiva en pediatría. 6º Congreso Argentino de Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría. Sociedad Argentina de Pediatría. Libro de Resúmenes; 118. Buenos Aires, 2008. [Acceso: 22 feb 2011]. Disponible en: [http://www.sap.org.ar/staticfiles/actividades/congresos/congre2008/ccriticos/cc\\_resumenes.pdf](http://www.sap.org.ar/staticfiles/actividades/congresos/congre2008/ccriticos/cc_resumenes.pdf).
- Fauroux B, Leroux K, Desmarais G, Isabey D, et al. Performance of ventilators for noninvasive positive-pressure ventilation in children. *Eur Respir J* 2008; 31(6):1300-07.
- Khemani R, Patel N, Bart R, Newth C. Comparison of the pulse oximetric saturation/fraction of inspired oxygen ratio and the PaO<sub>2</sub>/fraction of inspired oxygen ratio in children. *Chest* 2009; 135(3): 662-68.