

# Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

Volumen  
Volume **17**

Número  
Number **3**

Julio-Septiembre  
July-September **2004**

*Artículo:*

Eficiencia de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda

Derechos reservados, Copyright © 2004:  
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

**Otras secciones de  
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in  
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Medigraphic.com**

# Eficiencia de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda

MARÍA SILVIA LULE MORALES\*  
 ARIADNA LUCÍA DE LA ROSA RODRÍGUEZ†  
 JULIO CÉSAR ROBLEDO PASCUAL§  
 OCTAVIO NARVÁEZ PORRAS||  
 BENITO ARTURO NIEBLA ÁLVAREZ¶

\* Jefa del Servicio de Neumología Pediátrica, INER.

† Médico adscrito en Neumología Pediátrica, INER.

§ Médico adscrito en Neumología, INER.

|| Director Médico, INER.

¶ Subdirector Médico de Servicios Auxiliares de Diagnóstico Paramédico, INER.

Trabajo recibido: 01-IX-2004; Aceptado: 29-IX-2004

## RESUMEN

**Introducción:** Uno de los avances en el manejo de la insuficiencia respiratoria en adultos y niños es la ventilación no invasiva con presión positiva. El método disminuye el espacio muerto, mejora la ventilación alveolar, la función biventricular, disminuye la estancia hospitalaria, los procesos infecciosos nosocomiales y los costos. Conocidas sus ventajas, es importante decidir de manera temprana el inicio del método en la insuficiencia respiratoria de origen pulmonar y/o extrapulmonar en el niño, ya sea en la sala de urgencias o terapia intensiva por médicos capacitados, contando en cada paciente con la integridad del estado de conciencia, cooperación y apoyo de sus familiares.

**Palabras clave:** Insuficiencia respiratoria aguda, ventilación alveolar, función biventricular, disminuye la estancia hospitalaria, los procesos infecciosos nosocomiales y los costos. Conocidas sus ventajas, es importante decidir de manera temprana el inicio del método en la insuficiencia respiratoria de origen pulmonar y/o extrapulmonar en el niño, ya sea en la sala de urgencias o terapia intensiva por médicos capacitados, contando en cada paciente con la integridad del estado de conciencia, cooperación y apoyo de sus familiares.

**Key words:** Acute respiratory failure (ARF), non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV), conventional assisted mechanical ventilation (AMVC), intensive respiratory care unit (IRCU).

**Material y métodos:** Estudio experimental longitudinal, maniobra, retrospectivo-prospectivo. Constituido por dos grupos: 14 con ventilación no invasiva con presión positiva, y 12 con asistencia mecánica ventilatoria convencional, ambos con diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda (realizado en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias en el periodo comprendido entre julio de 1998 a noviembre de 2002).

**Resultados:** En el grupo de ventilación mecánica no invasiva encontramos diferencias estadísticas significativas en frecuencia respiratoria ajustada, frecuencia

## ABSTRACT

**Background:** In last years non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) has become a medical reality in the management of respiratory failure in adult and pediatric patients. This method reduces dead space, improves alveolar ventilation, biventricular heart function, and reduces hospital length of stay (LOS), nosocomial infections and costs. Knowing its advantages, it is very important to use it very early in the management of respiratory insufficiency, be it pulmonary or extrapulmonary, in the emergency room, intensive care or intermediate care facilities. It is also important to have trained personal, a conscious and cooperative pediatric patient and family support.

**Methods:** Retrospective-prospective longitudinal, clinical experimental assay. Two groups were formed: (1) 14 patients with NIPPV and (2) 12 with AMVC; both with diagnosed ARF at our Intensive Respiratory Care Unit at the National Institute of Respiratory Diseases in Mexico City between July 1988 until November 2002.

**Results:** In the group with NIPPV we found significant statistical differences in: adjusted respiratory and cardiac frequencies;  $PaCO_2$ ,  $PaO_2/FiO_2$ ;  $SpO_2$ ; pH with values of  $p$  (0.002, 0.002, 0.001, 0.004, 0.001, and 0.006). In the other group (AMVC) statistical significance was found in respiratory frequency,  $PaCO_2$ ,  $SpO_2$  and pH with values of  $p$  (0.002, 0.009, 0.005, 0.003). RR was calculated on 0.143. IC was of 95%. NIPPV reduced the possibility of intubating a patient by 85%.

181

cardiaca ajustada,  $\text{PaCO}_2$ , índice de oxigenación,  $\text{SpO}_2$ ,  $\text{pH}$  con los siguientes valores de  $p=0.002, 0.002, 0.001, 0.004, 0.001, 0.006$ , y el grupo de asistencia mecánica ventilatoria convencional mostró significancia estadística en frecuencia respiratoria,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{SpO}_2$ ,  $\text{pH}$  con los siguientes valores de  $p=0.002, 0.009, 0.005, 0.003$ . Se calculó un estimador de fuerza de asociación con riesgo relativo de 0.143 e intervalo de confianza de 95%. Se observó que la ventilación mecánica no invasiva reduce la posibilidad de intubarse en 85%.

**Conclusiones:** La ventilación mecánica no invasiva en los niños con insuficiencia respiratoria hipercápnica es útil ya que reduce la posibilidad de intubación orotraqueal en el 85%; además, disminuye de manera significativa el tiempo de estancia hospitalaria comparada con el estándar (ventilación mecánica asistida). La acidosis respiratoria ofrece la mayor posibilidad de respuesta exitosa con la ventilación mecánica no invasiva. Las complicaciones graves que se presentan en la ventilación no invasiva con presión positiva son menores cuando se compara con la ventilación mecánica asistida. El tiempo de respuesta en las variables clínicas, fisiológicas se observaron dentro de las dos primeras horas de haber iniciado la ventilación mecánica no invasiva.

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos ancestrales ha existido preocupación por el manejo de la insuficiencia respiratoria hipoxémica o hipercápnica en el ser humano; se han desarrollado diversas generaciones de ventiladores y cada día son más sofisticados en su funcionamiento, con gran apego a la fisiología respiratoria. Sin embargo, los ventiladores de presión o volumétricos, aunque sumamente efectivos para el tratamiento de la falla respiratoria, conllevan complicaciones, como son: los relacionados con el proceso de intubación, con la asistencia mecánica ventilatoria y con el retiro del tubo orotraqueal<sup>1,2</sup>.

En años recientes se han desarrollado los ventiladores mecánicos no invasivos, y las últimas generaciones de ventiladores mecánicos ya tienen integrados estos métodos. Se tiene la ventaja de contar con una interfase (del tipo binasal, mascarilla nasal, orofacial y vía traqueotomía) que evitará la necesidad de intubación orotraqueal<sup>3</sup>. Este método respeta la función de la vía aérea, preserva los mecanismos de defensa, permite al paciente comer, beber, hablar, expectorar secre-

**Conclusions:** NIPPV was successful in terms of avoiding intubation of our pediatric patients with ARF of hypercapnic type in 85% of our cases. It also reduced LOS and other possible complications such as nosocomial infections and biventricular function. Severe complications are less frequent with NIPPV and clinical and physiological variables improved in the two hours after initiating NIPPV.

ciones, reducir las complicaciones infecciosas de la asistencia mecánica convencional, incluyendo la neumonía nosocomial. La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) puede ser confortable, y en general es de menor costo, pudiendo ser aplicada incluso fuera de la terapia intensiva y/o en casa. Otra forma como se ha utilizado la ventilación no invasiva es con presión negativa (VNIPN), la cual se define como el tipo de ventilación en la que la superficie del tórax es sometida con una presión subatmosférica durante la inspiración, y es útil en la falla respiratoria de origen neuromuscular<sup>4-6</sup>.

El uso de la ventilación no invasiva se ha propuesto, además, para los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma bronquial, síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS), distrofia muscular y otras enfermedades neuromusculares, síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA), insuficiencia respiratoria crónica, enfermedad pulmonar restrictiva, y posquirúrgico, entre otras. La mayoría de los estudios han sido llevados a cabo en adultos con resultados favorables. Existen algunos estudios realizados en niños; incluso, ha mostra-

do su utilidad en la etapa neonatal<sup>7</sup>. Por ello, resulta interesante conocer los beneficios, así como la utilidad real que pudiese tener este método de ventilación comparado con el método habitual de la ventilación mecánica asistencia (VMA) convencional en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda que son ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (UCIR-INGER).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Estructura del estudio

Diseño del estudio: Ensayo clínico:

- Comparativo
- Longitudinal
- Maniobra
- Prospectivo-retrospectivo, predominantemente prospectivo
- Experimental

Realizado en la UCIR-INGER en el periodo comprendido entre julio de 1998 a noviembre de 2002. Se incluyeron 26 pacientes pediátricos con diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda que fueron trasladados a esta institución e ingresados finalmente a la UCIR.

Definida con base en su funcionalidad, la insuficiencia respiratoria aguda está basada en los siguientes aspectos:

- *Clinicos*: Frecuencia respiratoria (FR) > 30% de la esperada para su edad, aleteo nasal, tiraje intercostal, disociación toracoabdominal, así como con los datos manejados en la iniciativa de global para el asma (GINA, por sus siglas en inglés) para insuficiencia respiratoria<sup>8</sup>.
- *Funcionales* (gasometría):  $\text{PaO}_2 < 50\text{mmHg}$ ,  $\text{PaCO}_2$  por arriba de los valores de referencia para la ciudad de México de 35mmHg.
- *Criterios de inclusión*: Insuficiencia respiratoria aguda, edad de 0 a 14 años, ambos sexos, paciente alerta o Glasgow > de 8, carta firmada de consentimiento informado por el parent o tutor, pacientes que no respondieron exitosamente al tratamiento

inicialmente administrado en urgencias, tanto sintomático como para la causa que dio lugar al SIRA.

- *Criterios de exclusión*: Glasgow < de 8 o agitación psicomotriz, inestabilidad hemodinámica, lesiones faciales o fractura de cara, no aceptación por parte del parent o tutor para alguna de las maniobras e ingreso a la UCIR por otra causa diferente que ameritara intubación (posoperado).
- *Criterio de eliminación*: Traslado a otra institución y alta voluntaria.

### Descripción de la(s) maniobra(s)

Los pacientes que se incluyeron en el estudio fueron aceptados por los médicos pediatras en formación de la subespecialidad en neumología pediátrica apegados con los criterios de la Society of Critical Care Medicine, y supervisados por un médico neumólogo pediatra. Una vez aceptado el paciente, se solicitaron los siguientes estudios: gasometrías arteriales, Rx de tórax, un acceso vascular ya sea periférico o central. Ya instalado en su cubículo, se procedió a realizar una nueva evaluación clínica y, basado en el comportamiento, se decidió llevar a cabo intubación o colocar el equipo de ventilación no invasiva con presión positiva.

183

Los criterios de intubación orotraqueal fueron:

- Paro respiratorio
- Deterioro del estado de alerta a pesar de la intensificación del tratamiento instituido (estupor o coma)
- Paciente que no cooperará para la colocación de mascarilla para VMNI por importante deterioro del estado de alerta o agitación psicomotriz
- Choque refractario a tratamiento con volumen y aminas

Siempre se tuvo una plática informativa con los familiares, en general con los padres acerca de los procedimientos que se llevarían a cabo, y en el caso de VMNI se instruyó a los familiares en el cuidado del equipo, especialmente de la mascarilla.

Los pacientes que fueron sometidos a VMA estuvieron sedados y relajados: 7 de ellos mediante infusión de propofol con una dosis de 2mg/kg/h, y en los 5 restantes se manejaron bolos del mismo, así como midazolam y pancuronio. Fueron manejados con líquidos parenterales con requerimientos de 1,200mL/m<sup>2</sup> de superficie corporal a los pacientes mayores a 10/kg y a 120mL/kg en los menores de 10kg, además del resto de medicamentos que según el caso ameritara con base en antibióticos u otro manejo.

Se llevó a cabo intubación orotraqueal de acuerdo con los lineamientos existentes en las UCI, se cuidó en lo posible mantener estabilidad cardiovascular durante e inmediatamente después de haber realizado el procedimiento.

El tipo de ventilador utilizado fue VIP BIRD o el Infrasonics Inc Adult Star 2000, el modo utilizado fue asito-controlado, ciclado por volumen. Los parámetros ventilatorios utilizados en estos pacientes, en quienes se utilizó el ventilador fue: FR variable según el grupo de edad, volumen corriente de 10mL/kg, FiO<sub>2</sub> de 80-100% en forma inicial, PEEP 3-5, relación I: E 1:2.

El monitoreo de la respuesta al tratamiento de manera no invasiva e invasiva fue a través de gasometría arterial, tomándose en lo posible con diferencia de 30 minutos, después de haber realizado los ajustes del ventilador.

Los ajustes que se realizaron a las variables del ventilador dependieron de los resultados de la gasometría; de esta manera, la FiO<sub>2</sub> y PEEP se ajustaron conforme la PaO<sub>2</sub>; por su parte, los ajustes para el volumen corriente (Vt) y FR dependieron de la PaCO<sub>2</sub>.

El ajuste de cada una de las variables del ventilador fue realizado por el médico residente de guardia, supervisado por el médico adscrito, el personal de enfermería y el técnico de inhaloterapia que se encargó de proporcionar los cuidados necesarios respiratorios del paciente (humedad en cascada térmica, micronebulizaciones, aspiración de secreciones, etcétera), además de vigilar la presencia de alguna anomalía en los sistemas de alarmas o circuitos del ventilador.

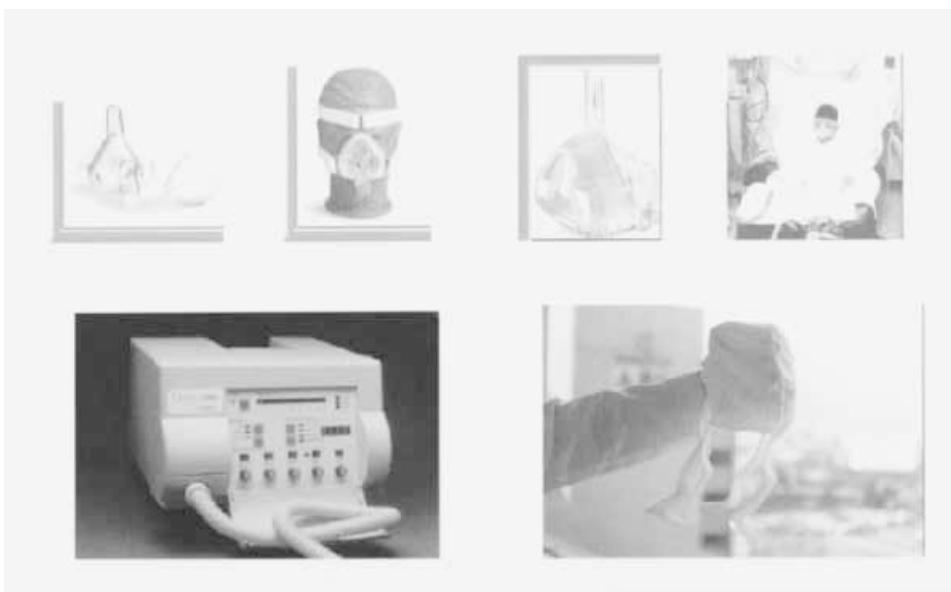
En el otro grupo, en quienes se manejó VMNI, estaban aquellos pacientes que se encontraban alertas, cooperadores, estables hemodinámicamente, sin trauma facial. Para la

colocación de la interfase, se prefirió la mascarilla facial en el 90% de los casos y, en el 10% se colocó la mascarilla nasal. La aplicación de la mascarilla en cada paciente fue en posición *semifowler*, se utilizó la mascarilla marca Resironics, la cual tiene una presentación en tres tamaños: pequeña, mediana y grande, utilizándose por lo general la pequeña o mediana, si el paciente era lactante, preescolar o escolar, procediéndose a fijar la mascarilla mediante el cabezal que viene incluido en el equipo. Se comenzó así el manejo de la VMNI con FiO<sub>2</sub> al 21% con presiones variables en la inspiración y espiración según el paciente, casi siempre en IPAP 8 y EPAP de 3; se utilizó el ventilador Quantum con modo tiempo/espontáneo (Figura 1).

Los ajustes de los niveles de presión, tanto inspiratoria como espiratoria, se realizaron con base en las variables del monitor del ventilador; esto es, volumen/minuto, volumen/corriente, fugas, así como también de la frecuencia respiratoria; todas ellas fueron realizadas por el médico residente en neumología pediátrica, mismo que estuvo al pendiente de los problemas no sólo técnicos sino también de la respuesta del paciente a la maniobra, todo esto supervisado por un médico adscrito.

Los técnicos en inhaloterapia permanecieron apoyando a la madre del paciente en relación con los ajustes de la mascarilla para evitar fugas, molestias por la mascarilla y problemas que pudieran haberse presentado en las interfases o dificultades por el ventilador. Se continuó con el tratamiento broncodilatador en su caso y siempre hubo supervisión de parte de enfermería en ambos tipos de maniobra.

Todos los pacientes fueron monitorizados desde su llegada con oximetría de pulso en forma continua, se monitorizaron los signos vitales cada 10 minutos durante la primera hora y, posteriormente, con signos vitales en diferentes horarios. Se registraron también los signos vitales iniciales como los valores finales para el estudio. La tensión arterial fue monitorizada también en forma horaria en todos los pacientes, siendo de vital importancia para el manejo adecuado la VMNI, y se mantuvo dentro de los parámetros normales en todos los pacientes.



**Figura 1.** Tipos de interfase, ventilador mecánico no invasivo y cabezal.

Se dio seguimiento a los pacientes no sólo hasta su variable de respuesta a la maniobra sino también hasta su desenlace hospitalario; es decir, egreso de la UCIR, egreso de la institución (ya sea por mejoría, máximo beneficio hospitalario o inclusive fallecimiento); se recabó el tiempo de estancia dentro de la UCIR, así como la presencia de complicaciones en cualquiera de los dos métodos utilizados, tratando en el mejor de los casos de detallar cada una de las complicaciones.

#### Variables de respuesta o de desenlace

##### Éxito

Se manejó como éxito el no haber requerido llegar a VMA e intubación orotraqueal en los casos de VMNI, debido a la mejoría en los parámetros clínicos y gasométricos: normalización de la FR y frecuencia cardíaca (FC), así como del pH, incremento de la  $\text{PaO}_2$  y disminución de la  $\text{PaCO}_2$  en un porcentaje del 20% (dato escogido arbitrariamente) dentro de un periodo de tiempo que decidimos fuera de dos horas con base en un estudio piloto previamente realizado<sup>9,10</sup>.

Para los pacientes que requirieron de VMA e intubación orotraqueal se consideró exitoso si a los pacientes se les pudieron resolver los problemas por los cuales fueron intubados y no requirieron de reintubación después de extubarse a las 72 horas.

##### Fracaso

Para los pacientes con VMNI se consideró fracaso si, a pesar del tratamiento adecuadamente administrado, presentaron deterioro clínico y gasométrico dentro de las dos primeras horas de haber instituido la maniobra.

Para los intubados (aquellos en los cuales no se pudo extubar), se inició el retiro o continuación a causa de una complicación presentada como consecuencia de la VMA, una vez que se corrigió la causa que llevó a la intubación del paciente.

##### Efectos adversos de la maniobra o complicaciones

En general, se consideraron a largo plazo y no durante las dos primeras horas, como se tomaron el resto de los parámetros; así, se tomó en

cuenta las posibles lesiones en cara en aquellos pacientes sometidos a VMNI, y las complicaciones infecciosas asociadas más frecuentemente a VMA, capturándose los datos obtenidos de los respectivos cultivos o reportando aquellos que fueron de defunción.

### Manejo de datos y análisis estadístico

Los datos colectados fueron vaciados en una base de datos del paquete estadístico SPSS 10.0. Se realizó análisis de muestras independientes, se utilizó la prueba "U" de Mann-Whitney.

Para evaluar la respuesta, antes y después de la maniobra, se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas (dependientes) y ANOVA de dos vías. En la evaluación de utilidad de la eficiencia de VMNI se construyó una tabla de 2x2 en donde la variable dependiente fue éxito-fracaso y la independiente VMNI o VMA. De esta manera, se pudo calcular OR (razón de momios), RR (riesgo relativo) como estimador puntual, así como su IC (intervalo de confianza) al 95%, y de esta manera conocer en qué me-

dida la VMNI podía ayudar a evitar una intubación en situación de insuficiencia respiratoria aguda (IRA).

Se evaluó si los pacientes tenían alguna característica en particular (enfermedad de base tipo IRA) que pudiera en un momento dado, predecir la respuesta exitosa ante la VMNI; para ello se volvió a construir tablas 2x2 y se aplicó la prueba exacta de Fisher o Chi cuadrada de acuerdo al cumplimiento de los postulados de cada una de las pruebas.

### RESULTADOS

El sexo más afectado fue el masculino con relación 2:1. La media de edad fue  $89.1 \pm 47.8$  meses, mediana de 84 y  $36.5 \pm 59$  meses, mediana de 11 meses en la VMNI y VMA, respectivamente; al realizar la prueba "U" de Mann-Whitney se obtuvo una  $p=0.006$  (Tabla I). Esta diferencia estadística era predecible ante una diferencia de edad tan importante en escolares en relación con los lactantes; es decir, no fueron comparables desde el punto de vista de esta variable. En cuanto al sitio de referencia de los enfermos pudo observarse que el

**Tabla I.** Datos demográficos.

Variable	Categoría	N=14 VMNI* (N) %	N=12 VMA <sup>†</sup> (N) %
Género	Masculino	9 (64%)	8 (66%)
	Femenino	5 (36%)	4 (34%)
Lugar de referencia	Urgencias	7 (50%)	2 (16.7)
	Pediatria	7 (50%)	10 (83.3)
Diagnóstico	SAOS <sup>§</sup>	4 (28.6%)	1 (8.3%)
	Asma	3 (21.4%)	1 (8.3%)
	Neumonía	2 (14.3%)	7 (58.3%)
	Estridor	1 (7.1 %)	0
	Edema pulmonar	1 (7.1%)	0
	Distrofia muscular	3 (21.4%)	1 (8.3%)
Complicaciones	Ninguna	11 (78.6%)	11 (91.7%)
	Aerofagia	1 (7.1%)	0
	Eritema	1 (7.1%)	0
	Necrosis del tabique	1 (7.1%)	0
	Derrame pericárdico	0	1 (8.3%)

\* = VMNI: Ventilación mecánica no invasiva

<sup>†</sup>=VMA: Ventilación mecánica asistida,

<sup>§</sup>=SAOS: Síndrome de apnea obstructiva del sueño

50% de los pacientes sometidos con VMNI provenían del servicio de Urgencias y el otro 50%, del servicio de Neumología Pediátrica; mientras que en los pacientes sometidos con VMA sólo el 16.7% procedían de Urgencias y el 83.3% venían del servicio de Neumología Pediátrica.

En relación con los diagnósticos de la causa que llevó a IRA en el grupo VMNI son: SAOS (28.6%), distrofia muscular (21.4%), crisis asmática (14.3%), neumonía (14.3%), hemangioma (7.1%) y edema agudo pulmonar (7.1%). En el grupo de AMV convencional fueron: neumonía (58.3%), SAOS (8.3%), asma (8.3%), distrofia muscular (8.3%), tórax inestable (8.3%) y enfermedad adenomatoidea quística (8.3%).

**Tabla II.** Éxito y fracaso VMNI y VMA.

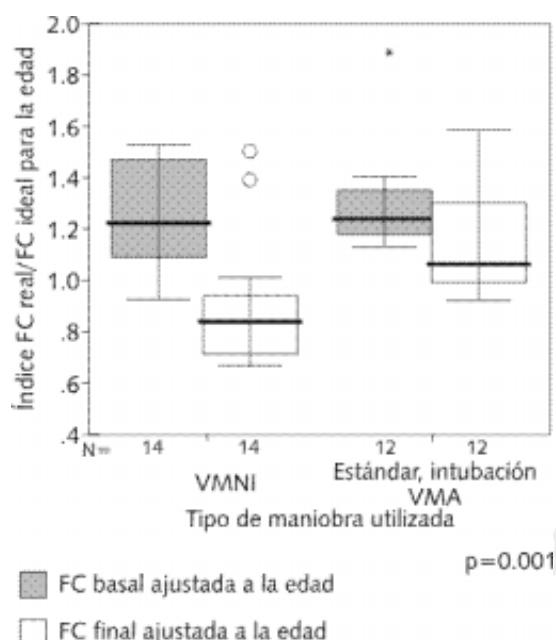
	VMNI*	VMA†
Éxito casos (%)	12 (85.7%)	12 (100%)
Fracaso casos (%)	2 (14.3%)	0 (0%)
RR§ 0.143		IC   95%

\* = VMNI: Ventilación mecánica no invasiva

† = VMA: Ventilación mecánica asistida

§ = RR: Riesgo relativo

|| = IC: Intervalo de confianza



**Figura 2.** Comportamiento de FC antes-después de la maniobra.

Los resultados en las variables clínicas y fisiológicas al ingreso después de realizada la maniobra y la significancia estadística se observó en el grupo VMNI: FR  $x = 55.92 \pm 14$ , FR ajustada  $2.66 \pm 0.73$ , FC  $101 \pm 15$ , FC ajustada  $1.24 \pm 0.21$ , índice de oxigenación  $235.37 \pm 41$ ,  $\text{SpO}_2 66.28 \pm 16$ ,  $\text{PaCO}_2 45.78 \pm 5.39$ , pH 7.27; mientras que en el grupo VMA: FR  $x = 54.66 \pm 11.52$ , FR ajustada  $2.03 \pm 0.32$ , FC  $157.5 \pm 28$ , FC ajustada  $1.30 \pm 0.20$ , índice de oxigenación  $218 \pm 94$ ,  $\text{SpO}_2 66.28 \pm 16$ ,  $\text{PaCO}_2 45.78 \pm 5.39$ , pH  $7.19 \pm 0.19$ .

Los resultados después de la maniobra para el grupo VMNI fueron: FR  $29.7 \pm 17.1$ , FR ajustada  $1.43 \pm 0.90$ , FC  $89.4 \pm 20.5$ ,  $\text{PaCO}_2 32.8 \pm 3.4$ , índice de oxigenación  $336 \pm 56$ , pH 7.37,  $\text{SpO}_2 94 \pm 7.47$  con diferencia estadística muy significativa en FR ajustada, FC ajustada,  $\text{PaCO}_2$ , índice de oxigenación,  $\text{SpO}_2$ , pH con los siguientes valores de  $p = 0.002, 0.002, 0.001, 0.004, 0.001$  y  $0.006$  y en el grupo VMA, los valores fueron: FR  $27 \pm 4.3$ , FR ajustada  $1.2 \pm 0.24$ , FC  $138 \pm 23$ ,  $\text{PaCO}_2 33.5 \pm 8.5$ , índice de oxigenación  $124 \pm 64$ , pH 7.40,  $\text{SpO}_2 90 \pm 19$ , con mejoría en FR ajustada, FC ajustada,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{SpO}_2$ , pH. Sin embargo, el índice de oxigenación empeoró: la significancia estadística en FR,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{SpO}_2$ , pH con los siguientes valores de  $p = 0.002, 0.009, 0.005, 0.003$ .

El tiempo de ventilación no fue significativo,  $p = 0.09$  con un promedio en días de  $6 \pm 3$ . El tiempo de estancia hospitalaria fue de  $8.2 \pm 2.8$  vs  $19 \pm 11$  a favor de la VMNI y, por tanto, con una  $p = 0.002$ . La mayoría de los pacientes (total de 26) de este estudio tenían acidosis respiratoria y en ambos grupos hubo mejoría y fracasos. Por lo que respecta a los 14 pacientes de VMNI, 2 pacientes estaban en estado asmático y a los 30 minutos de aplicar la maniobra hubo una mínima mejoría en los parámetros iniciales por lo que fue necesario pasarlos de VMNI a VMA. En el grupo VMA (12 pacientes) hubo éxito en 10 de los casos. Se calculó un estimador de fuerzas de asociación como fue RR de 0.143 a IC 95%, obteniéndose en el grupo VMNI la posible reducción de intubación en el 85%. En relación con las complicaciones más frecuentemente observadas estaban: aerofagia (7.1%), eritema nasal (7.1%), necrosis del tabi-

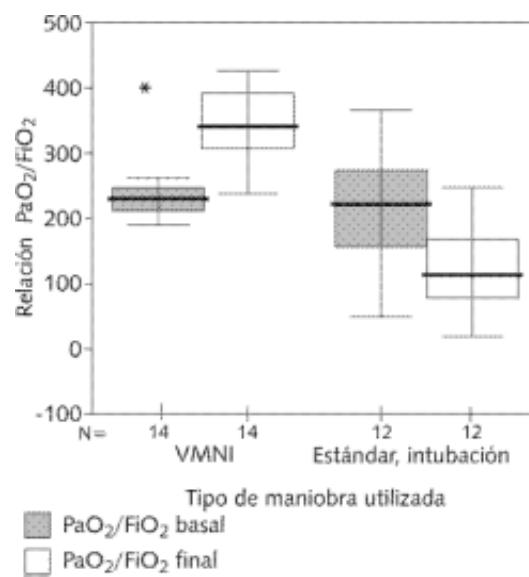
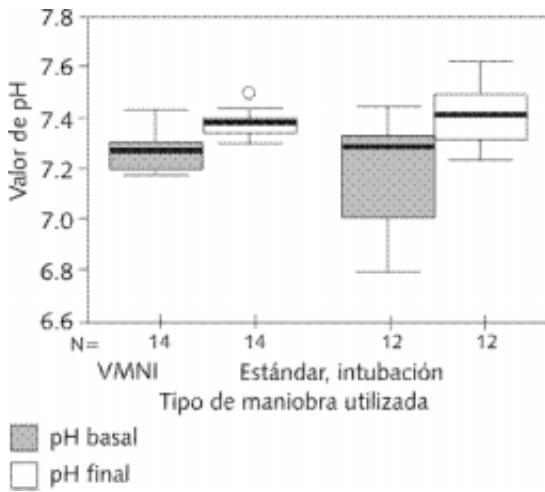


Figura 3. Comportamiento de la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ .



que nasal (7.1%) y ninguna complicación (78.6%).

Dentro de los pacientes sometidos a VMA se presentó derrame pericárdico (8.3%), e infecciones tales como neumonía nosocomial (33.3%), asociadas con ventilación mecánica. Los microorganismos aislados *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. viridans* y neumonía polimicrobiana se presentaron en pacientes con crisis asmática, distrofia muscular, neumonía de focos múltiples y tórax inestable. Esta complicación tuvo impacto

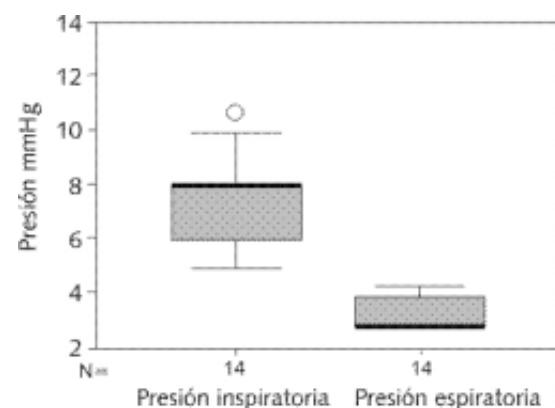


Figura 5. Comportamiento PI-PE en la VMNI.

sobre la mortalidad, y para el grupo VMNI no hubo infecciones agregadas ni mortalidad.

En relación con los datos de presiones requeridas durante la VMNI, éstas fueron: presión inspiratoria (PI)  $7.6 \pm 1.98$ , presión espiratoria (PE)  $3.2 \pm 0.42$ , relación PE/PI  $0.45 \pm 0.14$ ,  $\text{FiO}_2$  21%,  $\text{Vt}/\text{kg}$   $11.89 \pm 5.9$ ,  $\text{Vt}$  (mL)  $241 \pm 81$ , volumen minuto 6 litros, la relación que guardó la presión espirada e inspirada fue del 40%, en la mayor parte de los pacientes se requirió de presión positiva más que de  $\text{FiO}_2$  (Figuras 2-6, Tablas I y II).

## DISCUSIÓN

Se encontró que la VMNI y VMA funcionan de igual manera, mejorando el intercambio gaseoso en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, excepto en casos muy graves. La VMNI ofrece no sólo ventajas sobre el tratamiento convencional, ya que la magnitud de respuesta en las variables fisiológicas es todavía mayor que en la VMA, disminuyendo el tiempo de estancia hospitalaria, se evita la sedación de los pacientes así como el estrés, tanto del paciente como del familiar, y de complicaciones graves. Como sucede con muchas maniobras terapéuticas no es infalible y en nuestro estudio encontramos también fracasos (en pacientes con asma en el 14%), que requirieron intubación orotraqueal durante las primeras dos horas de monitoreo (Tabla II).

La principal utilidad se encontró en el grupo de pacientes con IRA tipo II o hipercápnica, la cual es resultado de hipoventilación que resulta

por la falla de bomba. La enfermedad obstructiva crónica se asocia a la obstrucción para la salida de aire, hiperinsuflación dinámica, reduciendo así la eficiencia de los músculos respiratorios, además la presencia de autoPEEP resulta dar un incremento de la carga inspiratoria desarrollándose fatiga muscular, la cual se define como el hecho de que las fibras musculares respiratorias pierden fuerza y velocidad para la contractilidad, condición que es reversible mediante el reposo y que presentan los pacientes con EPOC y asma, donde gran parte del trabajo respiratorio se pierde como espacio muerto, incrementándose la retención de  $\text{CO}_2$ , acidosis respiratoria (la hipercápnica se relaciona con hiperinsuflación y la acidosis respiratoria empeora la contractilidad diafragmática. Se ha demostrado que la utilización de CPAP de 5cmH<sub>2</sub>O disminuye los efectos adversos del autoPEEP, disminuyendo la magnitud del esfuerzo inspiratorio. Así, la VMNI mejora el volumen tidal, el intercambio gaseoso, la FR y la actividad diafragmática.

El hecho de que la utilización del método se haya realizado en diversas patologías como: neumonías, distrofias musculares, crisis asmáticas y no sólo SAOS, como se han realizado en otros estudios, nos ayuda a obtener también otra opción de manejo para todos los pacientes que reducirá costos, tiempo de estancia hospitalaria y estrés para el paciente en cada uno de los casos<sup>11,12</sup>.

En la literatura encontramos varios trabajos similares realizados en pacientes adultos y sólo unos pocos en pacientes pediátricos. Entre los estudios realizados en adultos encontramos el de Antonelli y Meduri en 1998. Dicho estudio incluyó pacientes con falla respiratoria aguda, habiéndose sometido 47% a VMNI y en 62% a VMA, realizando GSA a los 60 minutos con mejoría en el intercambio gaseoso pero se desarrollaron de infecciones u otras complicaciones. En el 31% se consideraron fracaso de los pacientes VMNI al requerir intubación orotraqueal después de  $15 \pm 7$  h de iniciado el estudio, el tiempo de estancia en los pacientes con VMNI fue de  $9 \pm 7$  días contra  $16 \pm 17$  días<sup>13</sup>.

Meduri también realizó, previamente, estudio de VMNI, sin compararla con VMA en 1991. Este estudio incluyó 18 pacientes con IRA hipercápnica. Los resultados obtenidos mostraron que

el método fue exitoso al evitar la intubación en 13 de los 18 pacientes. Mejoró PaCO<sub>2</sub>, mostrando una disminución del 16%, y el pH pasó de < 7.30 a > 7.30. Las causas de intubación fueron debidas a apneas, secundaria a uso de sedantes, mal manejo de secreciones, intolerancia con la interfase. Se observaron complicaciones tales como la aspiración en 1 paciente y necrosis leve de la piel en otro por la interfase. Se concluye que el método de VMNI es una buena opción para los pacientes con IRA hipercápnica<sup>14</sup>.

Uno de los estudios realizados en niños por Fortenberry (1995), incluyó a pacientes pediátricos en la UCIR con IRA aguda hipoxémica, a quienes les aplicó VMNI con el sistema de BIPAP, ellos manejaron 28 pacientes con IRA de 4 a 204 meses de edad, en los que el principal diagnóstico fue neumonía. A todos se les aplicó VMNI, no hubo comparación en este caso con la VMA. La duración de la interfase nasal fue de 72 horas (20-840 horas). Las variables clínicas y de laboratorio se valoraron en 1 hora, después de instituido el método mejoraron las variables clínicas y fisiológicas, sólo 3 de los 28 pacientes requirieron intubación, se utilizaron presiones inspiratorias de 5 a 18cmH<sub>2</sub>O y presiones espiratorias de 2 a 10cmH<sub>2</sub>O; el seguimiento se dio a partir del primer día a 21 meses, concluyendo que la VMNI con Binivel parece ser prometedora, segura y efectiva en pacientes pediátricos con IRA hipoxémica moderada<sup>15</sup>.

El otro estudio fue realizado por Raj Padman (1994), el cual valoró el uso del BIPAP en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria crónica en pacientes pediátricos. Fue un estudio retrospectivo donde todos los pacientes presentaron insuficiencia respiratoria crónica, falla ventilatoria sin hipoxia. Se manejaron 15 pacientes con edades de los 4 a 21 años, los cuales recibieron VMNI con BIPAP, 4 con fibrosis quística, 11 con enfermedades neuromusculares. Todos fueron sometidos a VMNI por 72 horas en forma continua al inicio y posteriormente intermitente, se utilizaron presiones inspiratorias de 5-18cmH<sub>2</sub>O y espiratoria 2-10cmH<sub>2</sub>O. Se valoraron FR, FC, gasometrías, bicarbonato sérico, patrón de sueño, antes y después del uso del BIPAP. El seguimiento se dio de 1 día a 21 meses. Se observó disminución de la estancia hospitalaria, FR, FC, bicarbonato sérico y

PaCO<sub>2</sub>, disminuyó la disnea, se incrementó la tolerancia a la actividad física, y mejoró la calidad de sueño. No hubo complicaciones<sup>16</sup>. Así, se concluye que la VMNI con Binivel parece ser segura y prometedora en el paciente con insuficiencia respiratoria crónica<sup>17,18</sup>.

## CONCLUSIONES

La VMNI en los niños con insuficiencia respiratoria hipercápnica es útil ya que reduce la posibilidad de intubación orotraqueal en 85%. Además, permite el reposo de los músculos respiratorios, mejora la respuesta del centro respiratorio al PaCO<sub>2</sub>, mejora rápidamente la hipoxia en relación con el reclutamiento alveolar de alvéolos que se encuentran colapsados, con mejoría en forma gradual de la PaCO<sub>2</sub>; mejora la calidad de sueño, pues evita la hipoventilación de la fase REM del sueño y de las apneas obstructivas. Además, disminuye de manera significativa el tiempo de estancia hospitalaria comparada con el estándar. La acidosis respiratoria ofrece la mayor posibilidad de respuesta exitosa a la VMNI; las complicaciones graves que se presentan en la VMNI son menores cuando se compara con VMA, el tiempo de respuesta en las variables clínicas y fisiológicas se observaron dentro de las dos primeras horas de haber iniciado la VMNI. En el Binivel la presión espiratoria utilizada en los casos fue en promedio 40% de la presión inspiratoria (presión inspiratoria 7.6±1.98, la presión espiratoria 3.25±0.42 y volumen minuto de 6 litros por minuto). Esta observación inicial puede ser una pauta para los médicos que deseen utilizar VMNI en niños. No se encontró una asociación estadística entre el mecanismo fisiopatológico de IRA, etiología y en la respuesta exitosa con la VMNI. Las complicaciones presentadas en los casos manejados con VMNI fueron menores comparadas con las que se presentaron en el grupo de pacientes intubados y en VMA. Los resultados en forma contundente nos dan la oportunidad no sólo de poder informar a la comunidad médica, sino también de elaborar una propuesta y toma de decisiones para el manejo de VMNI en el paciente pediátrico con insuficiencia respiratoria aguda y crónica e incluir la participación de los padres en

190

este manejo, pues da tranquilidad (con impacto psicológico) y reduce los costos directos e indirectos para las instituciones. En relación con las complicaciones, son menores en relación con VMA en complicaciones infecciosas que aumentan la mortalidad.

Nuestro estudio, podemos concluir, fue ambicioso; tiene cosas interesantes en relación con otros estudios publicados hoy en día, entre los cuales se cuentan: a) su comparación con el manejo estándar, b) el ajuste de las variables que definitivamente dependen de la edad, c) el amplio espectro de patologías en donde se puede aplicar, d) la sistematización de la maniobra, e) el mayor apego a las definiciones operacionales en cada una de las complicaciones. A partir de este estudio se instituyó que el manejo de la VMNI debe iniciarse de manera temprana en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda y crónica, en los servicios de Urgencias, Neumología Pediátrica, UCIR y en el posquirúrgico. La VMNI debe de verse desde el punto de vista no sólo de los beneficios para el paciente, sino también del beneficio que ofrece para las instituciones el poder reducir el tiempo de estancia hospitalaria y costos indirectos (costo-beneficio).

## REFERENCIAS

1. Tobin MJ. *Principles and practice of mechanical ventilation*. USA: Mc Graw-Hill;1994.
2. Sangeeta M, Nicholas SHill. *Non-invasive ventilation*. Am J Respir Crit Care Med 2001;163:540-577.
3. Meduri GU. *Non-invasive positive-pressure ventilation in patients with acute respiratory failure*. Clin Chest Med 1996;13:513-553.
4. Smith RA, Ranasen JO, Downs JB. *Evolution of mechanical ventilation of contemporary management in critical care, mechanical ventilation and assisted respirator*. NY: Churchill Livingstone;1991. p. 3-14.
5. Pingleton SK. *Complications of acute respiratory failure*. Am Rev Respir Dis 1988;137:1463-1493.
6. Chastre J, Fagon Y. *Ventilator-associated-pneumonia*. Am J Respir Critical Care Med 2002;165:876-903.
7. Martin TJ, Hovis JD, Constantino JP, Bierman MI, Donahoe MP, Rogers RM, et al. *A randomized prospective evaluation of non-invasive ventilation for acute respiratory failure*. Am J Respir Crit Care Med 2000;161:807-813.
8. *Global strategy for asthma management and prevention*. National Institutes of Health. National Heart, Lung and Blood Institute. Revised, 2002.
9. Rodríguez HJA, Lule MMS, Robledo PJC. *Ventilación no invasiva con presión positiva, BIPAP, en el manejo*

- de la insuficiencia respiratoria en niños (Tesis de Posgrado Neumología Pediátrica). México DF: INER, 2001.
- 10. Narváez PO, Worales HVG, Serna SI, Reveles ZL, Lule MMS, editores. *Ventilación mecánica. Padecimientos frecuentes en neumología*. Pac Neumo. Programa de actualización continua en neumología. México, DF: Intersistemas;2003. p. 415-480.
  - 11. Tegue WG, Fortenberry JD. *Noninvasive ventilatory support in pediatric respiratory failure*. Respiratory Care 1995;40:86-96.
  - 12. Roberts JS, Bratton SL, Brogan TV. *Acute severe asthma: Differences in therapies and outcomes among pediatric intensive care units*. Crit Care Med 2002;30:581-585.
  - 13. Massimo A, Conti G, Rocco M, Bufo M, de Blasi RA, Vivino G, et al. *A comparison of non-invasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure*. N Engl J Med 1998;339:429-435.
  - 14. Meduri GU, Abou-Shala N, Fox RC, James GB, Leeper KV, Winderink RG. *Non-invasive face mask mechanical ventilation in patients with acute hypercapnic respiratory failure*. Chest 1991;100:445-454.
  - 15. Fortenberry JD, del Toro J, Jefferson LS, Every L, Haase D. *Management of pediatric acute hypoxic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure (BIPAP) nasal mask ventilation*. Cest 1995;108:1059-1064.
  - 16. Padman R, Lawless S, von Nessen S. *Use of BIPAP by nasal mask in the treatment of respiratory insufficiency in pediatric patients*. Pediatric Pulmonol 1994;17:119-123.
  - 17. Delemos RA. *Management of pediatric acute hypoxic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure nasal mask ventilation*. Chest 1995;109: 894-895.
  - 18. Padman R, Lawless ST, Kettrick RG. *Non-invasive ventilation via bilevel positive airway pressure support in pediatric practice*. Crit Care Med 1998;26:169-177.

**Correspondencia:**

Dra. María Silvia Lule Morales,  
Jefa del Servicio de Neumología  
Pediátrica. Instituto Nacional de  
Enfermedades Respiratorias. Calzada  
de Tlalpan 4502, colonia Sección XVI.  
México, DF., 14080. Teléfono 5666  
45 39, extensión 290.  
E-mail: mlule@terra.com.mx;  
mlule@mail.medinet.net.mx