

Aplicación de ventilación no invasiva en una unidad de cuidados intensivos pediátricos

A. Medina Villanueva, S. Prieto Espuñes, M. Los Arcos Solas, C. Rey Galán, A. Concha Torre, S. Menéndez Cuervo y M. Crespo Hernández

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario Central de Asturias. Universidad de Oviedo. España.

Objetivo

Describir nuestra experiencia con la aplicación de ventilación no invasiva (VNI).

Pacientes y métodos

Estudio retrospectivo, durante 18 meses, de los pacientes críticamente enfermos en los que se empleó VNI. Para valorar su eficacia se registraron la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, fracción inspiratoria de oxígeno (FiO₂), presión parcial arterial de oxígeno (PaO₂) y de dióxido de carbono (PaCO₂) antes y 2 h después del inicio de la VNI.

Resultados

La VNI se utilizó en 24 ocasiones sobre 23 pacientes con edad media de 36,7 meses. En 14 casos se indicó por insuficiencia respiratoria hipoxémica, en cuatro por insuficiencia respiratoria hipercápnica y en seis por insuficiencia respiratoria postextubación. Se utilizaron respiradores convencionales en 10 casos y respiradores específicos de VNI en 14 casos. Como interfases se utilizaron principalmente la prótesis faríngea en pacientes menores de un año y la mascarilla buconasal en los mayores de un año. En todos los grupos se observó una disminución de la dificultad respiratoria definida por una disminución de la taquipnea (45 ± 16 resp./min pretratamiento frente a 34 ± 12 resp./min postratamiento; $p = 0,001$) y la taquicardia (148 ± 27 lat./min pretratamiento frente a 122 ± 22 lat./min postratamiento; $p < 0,001$) tras el inicio de la VNI. También se observó una mejoría significativa del cociente PaO₂/FiO₂ (190 ± 109 pretratamiento frente a 260 ± 118 postratamiento; $p = 0,010$). Cinco pacientes (20,8%) precisaron intubación y ventilación mecánica convencional tras la VNI. De ellos, tres tenían menos de 6 meses.

Conclusiones

La VNI puede ser una alternativa a la ventilación mecánica convencional en determinados pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

Palabras clave:

Ventilación no invasiva. Cuidados intensivos. Insuficiencia respiratoria. Pediatría.

NONINVASIVE VENTILATION IN A PEDIATRIC INTENSIVE CARE UNIT

Objective

To describe our experience of noninvasive positive-pressure ventilation (NIPPV).

Patients and methods

We performed a retrospective study of all patients who underwent NIPPV in our unit over an 18-month period. To assess the effectiveness of NIPPV, respiratory rate, heart rate, inspired oxygen, and arterial blood gases PaO₂ and PaCO₂ were evaluated before and 2 hours after initiating NIPPV.

Results

Twenty-three patients with a mean age of 36.7 months underwent a total of 24 NIPPV trials. Indications for NIPPV were: hypoxemic acute respiratory failure (14 trials), hypercapnic acute respiratory failure (four trials), and postextubation respiratory failure (six trials). Conventional ventilators were used in 10 trials and specific noninvasive ventilators were used in 14. The main interfaces used were buconasal mask in patients older than 1 year, and pharyngeal prong in infants aged less than 1 year. In all groups, significant decreases in respiratory distress, defined as a reduction in tachypnea (45 ± 16 breaths/min pre-treatment vs. 34 ± 12 breaths/min post-treatment; $p = 0,001$), and tachycardia (148 ± 27 beats/min pre-treatment vs. 122 ± 22 beats/min (after or post) post-treatment; $p < 0,001$) were observed after initiation of NIPPV. The oxygenation index PaO₂/FiO₂ also improved (190 ± 109

Correspondencia: Dr. A. Medina Villanueva.

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario Central de Asturias. Celestino Villamil, s/n. 33006 Oviedo. España.
Correo electrónico: jmedina@hcas.sespa.es.

Recibido en febrero de 2004.

Aceptado para su publicación en septiembre de 2004.

pre-treatment vs. 260 ± 118 post-treatment; $p = 0,010$). Five patients (20.8%) required intubation and conventional mechanical ventilation after NIPPV, of which three were aged less than 6 months.

Conclusions

NIPPV should be considered as a ventilatory support option in the treatment of acute respiratory failure in selected children.

Key words:

Noninvasive ventilation. Critical care. Respiratory insufficiency. Pediatrics.

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia respiratoria es uno de los principales motivos por el que los niños pueden precisar ingreso en una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP). El fallo respiratorio implica un inadecuado intercambio de oxígeno y/o dióxido de carbono que puede ser debido a lesión pulmonar, fallo cardíaco, enfermedades neurológicas, musculares o fallo multiorgánico, entre otras causas. Estos pacientes con frecuencia requieren ventilación mecánica para mejorar el intercambio gaseoso y disminuir el trabajo respiratorio¹.

Para disminuir las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica se está empleando cada vez más la ventilación no invasiva (VNI). Su principal ventaja es evitar la intubación intratraqueal y la traqueostomía, y disminuir secundariamente el riesgo de neumonía asociada a ventilación mecánica y las necesidades de sedación y permitiendo en ocasiones la alimentación oral^{1,2}. La VNI puede estar indicada en la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) o crónica agudizada, pero también en el postoperatorio de determinados trastornos, para facilitar y acelerar la retirada de la ventilación mecánica invasiva, para evitar la reintubación intratraqueal y en pacientes que, por medidas de limitación terapéutica, no deban ser intubados³.

La extensión de la aplicación de la VNI en adultos se inició a finales de la década de 1980 en pacientes con hipoventilación nocturna, pero su introducción en el paciente pediátrico se inicia a mediados de los años 1990 en Estados Unidos en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica sin hipoxia⁴. Desde entonces esta nueva modalidad de ventilación asistida se está empleando cada vez más en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria de distinta etiología⁵⁻¹³. A continuación se presenta nuestra experiencia con la aplicación de VNI en niños críticamente enfermos durante un año y medio.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron en el estudio los pacientes ingresados en la UCIP del Hospital Universitario Central de Asturias en los que se aplicó VNI desde el 1 de mayo de

2002 hasta el 31 de octubre de 2003. Las indicaciones para el uso de la VNI fueron la IRA con fallo predominantemente hipoxémico o hipercápnico y la IRA postextubación. Las contraindicaciones de la VNI fueron: parada cardiorrespiratoria, inestabilidad hemodinámica o arritmia cardíaca inestable, disminución del nivel de conciencia con puntuación de Glasgow menor de 10 puntos, deformidad, trauma o cirugía facial, parálisis de cuerdas vocales, neumopatía bullosa, neumotórax, ausencia de reflejo de tos o nauseoso, secreciones respiratorias abundantes, hemorragia digestiva alta y agitación o falta de colaboración del paciente para mantener la mascarilla¹⁴.

Para la VNI se utilizaron tanto respiradores convencionales (Dräger® Babylog 8000plus, Bear Cub® BP 2001) como específicos (Respironics® BiPAP® S/T-D, Respironics® BiPAP® Vision, EME® Infant Flow® Driver, Dräger® CF 800, Taema® Neftis). La VNI se aplicó mediante la administración de una presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) o en dos niveles (BiPAP), con un sistema humidificador del aire y a través de sistemas externos a la tráquea o interfaces. La interfase se elegía entre una de las cuatro siguientes en función de su disponibilidad y de la edad del niño: mascarilla buconasal, mascarilla nasal, prótesis nasal corta, prótesis faríngea (tubo intratraqueal cortado con su extremo inferior colocado en la parte alta de la faringe). Una vez conectada al respirador, se adaptaba al paciente de la forma más cómoda y con menos fugas posible, mediante gorros, cinchas con velcro o esparadrapos (en caso de las prótesis faríngeas).

En todos los casos se iniciaba la VNI con la administración de una presión positiva espiratoria continua (EPAP) de 4 cmH₂O, que aumentaba de forma progresiva de 1 en 1 cmH₂O según la necesidad y tolerancia del paciente. En los casos en que se empleó el modo BiPAP se asociaba una presión positiva inspiratoria (IPAP) igual a la EPAP (4 cmH₂O), y se incrementaba posteriormente de 2 en 2 cmH₂O según la necesidad y la tolerancia del paciente. En los casos en que se empleó un respirador convencional se utilizó la modalidad de presión de soporte (PS) o ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV). Las presiones se incrementaban hasta conseguir unos volúmenes corrientes apropiados para la edad del paciente y observar una disminución del trabajo respiratorio y una mejoría de la oxigenación y la ventilación. Si la insuficiencia respiratoria era de predominio hipoxémico se incrementaba la EPAP hasta alcanzar un reclutamiento pulmonar valorado por la disminución de la necesidad de oxígeno por debajo del 60% de fracción inspiratoria de oxígeno (FiO₂) con una saturación transcutánea mayor del 90%. Si la insuficiencia respiratoria era fundamentalmente hipercápnico, aumentaba la presión diferencial entre EPAP e IPAP. En todos los casos se aseguraba una frecuencia respiratoria mínima, entre 10 y 30 resp./min según la edad del paciente.

La eficacia de la VNI se definía por: *a)* disminución del trabajo respiratorio del paciente, indicado por la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca y los signos externos de trabajo respiratorio (tiraje, bamboleo abdominal, aleteo nasal); *b)* disminución de las necesidades de oxígeno; *c)* una mejoría gasométrica, y *d)* mejoría en los parámetros de oxigenación (presión parcial arterial de oxígeno [PaO₂]/FiO₂, índice de oxigenación) y de ventilación (índice de ventilación).

Para este estudio se recogieron los datos de frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, FiO₂, PaCO₂ y PaO₂ antes del inicio de la VNI y en las 2 h siguientes a su aplicación. En los pacientes que recibían oxigenoterapia por flujo, la FiO₂ se estimó mediante tablas publicadas al efecto¹⁵. Los datos de oxigenación y ventilación sólo se recogieron en los pacientes en los que se realizaron gasometrías arteriales antes y después del inicio de la VNI (13 casos).

Para el análisis se han utilizado estadísticos descriptivos simples, como media, mediana, desviación estándar, rangos y cuartiles. Para las comparaciones se utilizaron pruebas no paramétricas como la U de Mann-Whitney y la prueba de Kruskal-Wallis para variables independientes y la prueba de Wilcoxon para variables relacionadas, estimándose como significativos valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Desde el 1 de mayo de 2002 hasta el 31 de octubre de 2003 ingresaron en nuestra UCIP 97 pacientes que precisaron soporte respiratorio, en 23 de los cuales (23,7%) se aplicó VNI un total de 24 veces. Para este estudio se ha analizado cada episodio de VNI como un caso independiente.

Los pacientes presentaban una edad media de 36,7 ± 46,4 meses (rango, 0,4-158,4), con una mediana de 21,1 meses. La distribución del sexo fue 10 varones y 14 mujeres. La VNI se aplicó por insuficiencia respiratoria hipoxémica en 14 casos (58,3%), hipercápnica en 4 casos (16,7%) y por insuficiencia respiratoria postextubación en 6 casos (25%).

Las enfermedades que presentaban, las modalidades de VNI, respiradores e interfases que se utilizaron se recogen en la tabla 1. La patología más frecuente fue la neumonía (45,8%), seguida de la bronquiolitis (16,7%). El respirador más empleado fue el Babylog 8000plus (9 casos; 37,5%), con modalidad de PS en 8 casos y de CPAP en un caso, usando como interfase la prótesis faríngea. El segundo respirador más utilizado fue el BiPAP® Vision en modalidad Spontaneous/timed (S/T) (5 casos; 20,8%), utilizando la mascarilla buconasal en 3 casos y la mascarilla nasal en dos. En 4 casos (16,7%) se utilizó el respi-

TABLA 1. Patologías, modalidades de ventilación, respiradores e interfases empleados

Indicación	Edad	Patología	Modalidad	Respirador	Interfase	Fallo VNI
Hipoxemia	1,6	Bronquiolitis	SIMV	BP 2001	PN	No
Hipoxemia	4,4	Bronquiolitis	BiPAP	BiPAP® Vision	MB	Sí
Hipoxemia	5,9	Bronquiolitis	PS	Babylog 8000plus	PF	Sí
Hipoxemia	7,9	Tuberculosis pulmonar	BiPAP	Neftis	MB	No
Hipoxemia	11,0	Neumonía	PS	Babylog 8000plus	PF	No
Hipoxemia	27,3	Neumonía	CPAP	Babylog 8000plus	PF	No
Hipoxemia	36,9	Neumonía	BiPAP	Neftis	MB	No
Hipoxemia	43,0	Neumonía	BiPAP	BiPAP® Vision	MN	Sí
Hipoxemia	44,1	Neumonía	CPAP	CF 800	PF	No
Hipoxemia	46	Neumonía	BiPAP	Neftis	MB	No
Hipoxemia	51,3	Neumonía	BiPAP	Neftis	MN	No
Hipoxemia	133,6	Neumonía	CPAP	CF 800	PF	No
Hipoxemia	143,3	Neumonía	BiPAP	BiPAP® S/T-D	MB	No
Hipoxemia	158,4	Neumonía	BiPAP	BiPAP® Vision	MB	No
Hipercapnia	1,4	HHI	PS	Babylog 8000plus	PF	No
Hipercapnia	6,9	Estatus parcial	PS	Babylog 8000plus	PF	No
Hipercapnia	13,5	Fallo cardíaco	PS	Babylog 8000plus	PF	Sí
Hipercapnia	40,2	SHC	BiPAP	BiPAP® Vision	MN	No
Post-VM	0,4	Bronquiolitis	PS	Babylog 8000plus	PF	No
Post-VM	1,4	HHI	PS	Babylog 8000plus	PF	No
Post-VM	4,0	DMC	PS	Babylog 8000plus	PF	Sí
Post-VM	18,3	Fallo cardíaco	CPAP	Infant Flow® Driver	PN	No
Post-VM	40,6	Estridor postextubación	CPAP	CF 800	PF	No
Post-VM	71,6	Traumatismo craneal	BiPAP	BiPAP® Vision	MB	No

La edad se expresa en meses.

VM: ventilación mecánica convencional; VNI: ventilación no invasiva; SHC: síndrome de hipoventilación central; HHI: hemangioendoteloma hepático infantil; DMC: distrofia muscular congénita; PS: presión de soporte; TBC: tuberculosis; CPAP: presión positiva continua; BiPAP: presión positiva en dos niveles; PF: prótesis faríngea; PN: prótesis nasal; MN: mascarilla nasal; MB: mascarilla buconasal.

TABLA 2. Comparación entre variables clínicas y analíticas obtenidas antes y 2 h después del inicio de la ventilación no invasiva

	Pre-VNI	Post-VNI	Significación estadística
Frecuencia cardíaca (lat./min)	148 ± 27	122 ± 22	p < 0,001
Frecuencia respiratoria (resp./min)	45 ± 16	34 ± 12	p = 0,001
FiO ₂ (%)	46 ± 23	39 ± 13	p = 0,147
PaCO ₂ (mmHg)	53,4 ± 23,6	50,8 ± 21,4	p = 0,438
PaO ₂ /FiO ₂	190 ± 109	260 ± 118	p = 0, 010

Los resultados se expresan como media ± desviación típica.

VNI: ventilación no invasiva; FiO₂: fracción inspiratoria de oxígeno; PaCO₂: presión parcial arterial de dióxido de carbono; PaO₂: presión parcial arterial de oxígeno.

TABLA 3. Medias de las presiones, datos clínicos y analíticos en los tres grupos de pacientes estudiados

	Hipoxemia	Hipercapnia	Post-VM
Edad (meses)	49,9 ± 54,4	12,4 ± 18,7	21,9 ± 27,9
EPAP (cmH ₂ O)	7,7 ± 2,2	6,5 ± 2,5	7,8 ± 2,8
IPAP (cmH ₂ O)	15,2 ± 2,7	14,7 ± 2,5	20,5 ± 6,1
FC (lat./min) antes/ después de la VNI	149/122	149/120	144/123
FR (resp./min) antes/ después de la VNI	42/33	59/41	44/31
FiO ₂ (%) antes/ después de la VNI	50/42	34/35	46/36
PaCO ₂ (mmHg) antes/ después de la VNI	40,2/49,0	81,9/57,8	54,6/47,1
PaO ₂ /FiO ₂ antes/ después de la VNI	158/213	410/405	200/294

VM: ventilación mecánica convencional; VNI: ventilación no invasiva; EPAP: presión positiva espiratoria; IPAP: presión positiva inspiratoria; FC: frecuencia cardíaca; FR: frecuencia respiratoria; FiO₂: fracción inspiratoria de oxígeno; PaCO₂: presión parcial arterial de dióxido de carbono; PaO₂: presión parcial arterial de oxígeno.

radador Neftis[®], diseñado para uso domiciliario, en modalidad BiPAP con mascarilla nasal en un paciente y mascarilla buconasal en tres. El respirador CF 800, específico de CPAP, se empleó con prótesis faríngea en 3 casos (12,5%). En los 3 casos restantes se empleó el respirador Infant Flow[®] Driver con prótesis nasal corta en modalidad CPAP, el respirador BiPAP[®] S/T-D con mascarilla buconasal en modalidad BiPAP y el respirador BP 2001 con prótesis nasal corta en modalidad SIMV. Se encontró una diferencia significativa en la edad media de los pacientes en los que se utilizó un respirador convencional frente a aquellos en los que se empleó un respirador específico de VNI (6,1 meses frente a 58,6 meses; p < 0,001). No hubo diferencias en las edades medias de los pacientes según la interfase empleada (p = 0,07). Así, la prótesis faríngea se utilizó en 12 pacientes con una edad media de 22,8 me-

ses; la prótesis nasal corta se utilizó en 2 pacientes con una edad media de 9,7 meses; la mascarilla nasal se empleó en 3 pacientes con una edad media de 44,4 meses; y la mascarilla buconasal se empleó en 7 pacientes con una edad media de 64,9 meses.

La duración media de la VNI fue de 3,7 ± 3,7 días (límites, 0-15), con una mediana de 3 días. Las presiones medias administradas fueron: EPAP, 7,5 ± 2,1 cmH₂O (límites, 4-12); IPAP 16,3 ± 4,1 cmH₂O (límites, 11-25). La IPAP media fue mayor, aunque no significativa, cuando se utilizaron respiradores convencionales que cuando éstos eran específicos de VNI (18,2 cmH₂O frente a 14,7 cmH₂O, p = 0,101), no existiendo diferencias de las presiones administradas con las distintas interfases.

En relación con la eficacia de la VNI, tras 2 h de su aplicación se observó una disminución significativa de la frecuencia cardíaca y de la frecuencia respiratoria y una mejoría de la oxigenación (tabla 2). La PaCO₂ y la FiO₂ administrada también se redujeron, aunque este cambio no fue estadísticamente significativo. En la tabla 3 se muestran las presiones administradas y los valores clínicos y analíticos recogidos antes y 2 h después del inicio de la VNI en cada grupo estudiado. Se observó una EPAP mayor en los grupos de IRA hipoxémica e IRA postextubación, mientras que en el grupo de IRA hipercápnic se administró una mayor presión diferencial entre IPAP y EPAP (diferencias no significativas). En todos los grupos disminuyó la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria tras el inicio de la VNI. La PaCO₂ se redujo notablemente en el grupo de IRA hipercápnic, descendió más discretamente en el grupo de IRA postextubación y aumentó en el grupo de IRA hipoxémica. Por último, la oxigenación mejoró claramente en los grupos de IRA hipoxémica e IRA postextubación, mientras que no se modificó en el grupo de IRA hipercápnic (tabla 3).

Cinco pacientes (20,8%) no respondieron de forma adecuada a la VNI, requiriendo intubación y ventilación mecánica convencional. Tres de ellos presentaban IRA hipoxémica (2 casos de bronquiolitis y un caso de hipoventilación central con neumonía); otro paciente presentaba una distrofia muscular congénita y precisó reintubación tras el intento de retirar la ventilación mecánica; y otro presentaba IRA hipercápnic secundaria a fallo cardíaco. La duración media de la VNI antes de que los pacientes fueran intubados fue de 17 ± 15 h (límites, 3-36). Tres de los 5 pacientes tenían menos de 6 meses; así, la edad media de los pacientes que precisaron reintubación fue de 11,7 ± 17,6 meses, menor que la de los pacientes en los que la VNI fue efectiva, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa (11,7 meses frente a 43,3 meses; p = 0,120). Ninguna otra variable presentó diferencias en los dos grupos (tabla 4). No falleció ningún paciente; sin embargo, el paciente con distrofia muscular se hizo dependiente de la ventilación mecánica y precisó traqueostomía.

Las complicaciones fueron mínimas y se relacionaban con las interfaces. No se observó ningún caso de barotrauma, distensión gástrica ni broncoaspiración, aunque 14 pacientes recibieron alimentación enteral por sonda nasogástrica a débito continuo durante la VNI. En 6 pacientes con mascarilla buconasal apareció una dermatitis irritativa en el puente nasal que se trató con curas tópicas.

DISCUSIÓN

La VNI ha demostrado su eficacia para el tratamiento de la IRA en el adulto, siendo capaz de disminuir la necesidad de intubación intratraqueal, la incidencia de neumonía nosocomial y la mortalidad^{2,16-19}. Sin embargo, los estudios realizados en niños son todavía escasos e insuficientes para apoyar la aplicación sistemática de esta técnica en la IRA. En nuestra experiencia, la VNI puede inducir una mejoría clínica y gasométrica en el niño con dificultad respiratoria, siendo eficaz hasta en el 79,2% de los casos, aunque nuestros resultados están limitados por el pequeño número de muestra y el carácter retrospectivo del estudio.

La aplicación de la VNI en los niños presenta más dificultades que en el adulto, tanto por la falta de colaboración de los pacientes más pequeños como por la necesidad de disponer de material adecuado para cada edad^{9,13}. Para mejorar la adaptación del niño a la VNI se puede utilizar una sedación consciente con midazolam o propofol en dosis bajas¹⁴. En este estudio no hemos recogido el uso de sedantes previo al inicio de la VNI, aunque en algunos pacientes empleamos una perfusión continua de midazolam administrada en dosis bajas durante la adaptación a la VNI, sin empeorar su esfuerzo respiratorio.

El problema de la disponibilidad del material adecuado es más difícil de resolver. Para la aplicación de la VNI pueden utilizarse respiradores convencionales, en moda-

lidad de presión-control o de presión de soporte con tiempo inspiratorio limitado. Con la limitación del tiempo inspiratorio se evita que las fugas alrededor de la interfase alarguen el tiempo inspiratorio hasta alcanzar la presión programada, con lo que el paciente iniciaría la espiración en contra del respirador y se produciría la descoordinación y el fracaso de la técnica¹⁴. El principal inconveniente de los respiradores convencionales es que no compensan las fugas de la interfase como los respiradores específicos de VNI, por lo que la IPAP programada debe ser relativamente mayor para conseguir el volumen corriente adecuado. En este estudio se ha utilizado el respirador Babylog® 8000 plus, que dispone de modalidad de presión de soporte con limitación del tiempo inspiratorio y de un *trigger* muy sensible capaz, en nuestra experiencia, de detectar el esfuerzo inspiratorio del paciente a través de la interfase. Sin embargo, por sus características sólo puede cubrir las necesidades ventilatorias de los pacientes de menor edad. En este estudio se utilizó en pacientes menores de un año con buena tolerancia, aunque precisaron una mayor IPAP que los pacientes en los que se emplearon respiradores específicos de VNI.

En la VNI pediátrica, la elección de la interfase y su adecuado ajuste al paciente es el elemento más importante para lograr la adaptación del niño a la VNI^{9,13,14}. Una interfase de tamaño no adecuado o mal ajustada producirá un aumento del flujo del respirador con el fin de compensar las fugas, lo cual origina una intolerancia al soporte respiratorio. En la actualidad existen en el mercado muchos modelos de mascarillas nasales o buconasales de varios tamaños, aunque en muchas UCIP no están disponibles. La mascarilla buconasal es más adecuada para situaciones agudas, pero es más claustrofóbica y existe mayor dificultad para aspirar secreciones. La mas-

TABLA 4. Comparación entre los pacientes en los que la VNI fue eficaz frente a los que precisaron reintubación

	VNI eficaz	VNI no eficaz
Número de pacientes	19	5
Edad (meses)	43,3	11,7
Modalidad de VNI	5 CPAP/8 BiPAP/5 PS/1 IMV	2 BiPAP/3 PS
Respirador	6 Babylog 8000plus/1 BP 2001/ 3 BiPAP® Vision/1 BiPAP® S/T-D/ 3 CF 800/1 Infant flow® Driver/4 Neftis	3 Babylog 8000plus/ 2 BiPAP® Vision
Interfase	2 PN/9 PF/2 MN/6 MB	3 PF/1 MN/1 MB
EPAP/IPAP (cmH ₂ O)	7,7/16,3	6,8/16,2
FC pre/post (lat./min)	141/115	170/146
FR pre/post (resp./min)	43/30	51/44
FiO ₂ pre/post (%)	47/36	42/50
PaCO ₂ pre/post (mmHg)	50,4/42,6	67,6/85,9
PaO ₂ /FiO ₂ pre/post	198/282	147/161

VNI: ventilación no invasiva; EPAP: presión positiva espiratoria; IPAP: presión positiva inspiratoria; FC: frecuencia cardíaca; FR: frecuencia respiratoria; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; PaCO₂: presión parcial arterial de dióxido de carbono; PaO₂: presión parcial arterial de oxígeno; PS: presión de soporte; CPAP: presión positiva continua; BiPAP: presión positiva en dos niveles; PF: prótesis faríngea; PN: prótesis nasal; MN: mascarilla nasal; MB: mascarilla buconasal.

carilla nasal es más cómoda, pero precisa que el paciente mantenga la boca cerrada, pues en caso contrario la compensación de fugas hará intolerable la mascarilla¹⁴. Estas son las principales interfases empleadas en nuestra unidad en niños mayores de un año. En los lactantes, ante la dificultad de disponer de la mascarilla adecuada, se utilizaron principalmente prótesis faríngeas, aunque resultan más incómodas y no permiten controlar las fugas.

Para estimar la eficacia de la VNI se deben evaluar parámetros objetivos, como los datos obtenidos de las gasmetrías realizadas antes y después del inicio de la VNI. Para valorar la dificultad respiratoria sería preferible un sistema objetivo de puntuación de la disnea, pero dadas las limitaciones de un estudio retrospectivo se han elegido variables como la frecuencia cardíaca y respiratoria, utilizados en otros estudios similares^{4,5,8,11}. Al igual que en estos estudios, todos los parámetros estudiados mejoraron tras el inicio de la VNI. Al distribuir a los pacientes en tres grupos de IRA (hipoxémica, hipercápnica y post-extubación) se observa igualmente una mejoría en los parámetros indicativos de dificultad respiratoria y de oxigenación. Sin embargo, la ventilación empeora en el grupo de IRA hipoxémica, ya que en este grupo se observa el mayor número de pacientes en los que la VNI no fue eficaz (excluyendo a estos pacientes, la media de la PaCO₂ en el grupo de IRA hipoxémica pasaría de 36,7 mmHg previo a la VNI a 39 mmHg tras la VNI). Pueden existir diversas explicaciones para dicha tendencia a la elevación transitoria de la PaCO₂ en el grupo hipoxémico (datos referidos en la tabla 3 a las primeras 2 h de tratamiento); una de ellas puede ser consecuencia de la estrategia básica de tratamiento de la insuficiencia respiratoria tipo I o hipoxémica dirigida a la elevación de la EPAP ajustando la IPAP de forma progresiva, ya que en estos pacientes no existe un importante componente de hipoventilación alveolar (como ocurre en los fracasos respiratorios de tipo II o hipercápnicos); otra explicación podría ser que como consecuencia de la mejoría en la oxigenación la frecuencia respiratoria disminuye (tabla 3), lo que podría hacer que la ventilación sea menor si no se ajusta adecuadamente el nivel de IPAP. Para evaluar la eficacia real de la VNI en niños y para determinar qué pacientes se podrían beneficiar de su aplicación, es necesaria la realización de estudios prospectivos aleatorizados en los que se recojan datos objetivos⁹. Actualmente se está poniendo en marcha un estudio multicéntrico internacional avalado por el Grupo de Trabajo de Respiratorio de la Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos, cuyo objetivo es describir las características epidemiológicas del uso de la VNI en niños en la UCIP (indicaciones, contraindicaciones, técnica, metodología, modos ventilatorios, equipamiento, duración, sedación, evolución y complicaciones).

En nuestro estudio la VNI no fue eficaz en el 20,8% de los casos, un porcentaje superior al referido en otros ar-

tículos (Padman et al⁴: 6,7%; Fortenberry et al⁵: 10,7%; Padman et al⁸: 8%). En estos trabajos no se incluyeron pacientes por debajo de los 4 meses de edad, que representan la quinta parte de nuestra muestra. De hecho, en nuestro estudio el 60% de los pacientes en los que la VNI no fue eficaz tenía menos de 6 meses. Esto confirma la dificultad de la aplicación de esta modalidad ventilatoria en los niños más pequeños, aunque posiblemente el número de pacientes que precisan intubación disminuiría si el tamaño muestral fuera mayor, debido a que también hay que tener en cuenta la experiencia del personal que aplica la VNI. Además de la edad destaca que los pacientes en los que fracasó la VNI partían de una situación basal peor (mayor frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y PaCO₂ y peor PaO₂/FiO₂) (tabla 4). Por otra parte, el principal dato indicativo de fracaso de la VNI es la elevación de la PaCO₂ en las primeras horas.

En conclusión, la VNI puede ser una alternativa a la ventilación mecánica convencional para el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda de distinta etiología. Su éxito depende no sólo de las características del paciente y de su patología, sino también de la disponibilidad del material adecuado, la experiencia del personal, la elaboración de protocolos específicos y la labor de enfermería, sobre todo durante el inicio de la técnica.

BIBLIOGRAFÍA

- Cheifetz IM. Invasive and noninvasive pediatric mechanical ventilation. *Respir Care* 2003;48:442-58.
- Nouridine K, Combes P, Carton MJ, Beuret P, Cannamela A, Ducreux JC. Does noninvasive ventilation reduce the ICU nosocomial infection risk? A prospective clinical survey. *Intensive Care Med* 1999;25:567-73.
- Evans TW. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. *Intensive Care Med* 2001; 27:166-78.
- Padman R, Lawless S, Von Nessen S. Use of BiPAP by nasal mask in the treatment of respiratory insufficiency in pediatric patients: Preliminary investigation. *Pediatr Pulmonol* 1994;17: 119-23.
- Fortenberry JD, Del Toro J, Jefferson LS, Evey L, Haase D. Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure (BiPAP) nasal mask ventilation. *Chest* 1995;108:1059-64.
- Padman R, Nadkarni VM. Noninvasive nasal mask positive pressure ventilation in a pediatric patient with acute hypoxic respiratory failure. *Pediatr Emerg Care* 1996;12:44-7.
- Villa MP, Dotta A, Castello D, Piro S, Pagani J, Palamides S, et al. Bi-level positive airway pressure (BiPAP) ventilation in an infant with central hypoventilation syndrome. *Pediatr Pulmonol* 1997;24:66-9.

8. Padman R, Lawless ST, Ketrick RG. Noninvasive ventilation via bilevel positive airway pressure support in pediatric practice. *Crit Care Med* 1998;26:169-73.
9. Rimensberger PC. Noninvasive pressure support ventilation for acute respiratory failure in children. *Schweiz Med Wochenschr* 2000;130:1880-6.
10. Akingbola OA, Hopkins RL. Pediatric noninvasive positive pressure ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2001;2:164-9.
11. Akingbola OA, Simakajornboon N, Hadley EF Jr, Hopkins RL. Noninvasive positive-pressure ventilation in pediatric status asthmaticus. *Pediatr Crit Care Med* 2002;3:181-4.
12. Cogliati AA, Conti G, Tritapepe L, Canneti A, Rosa G. Noninvasive ventilation in the treatment of acute respiratory failure induced by all-trans retinoic acid (retinoic acid syndrome) in children with acute promyelocytic leukemia. *Pediatr Crit Care Med* 2002;3:70-3.
13. Teague WG. Noninvasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. *Pediatr Pulmonol* 2003;35:418-26.
14. Pons Òdena M, Cambra Lasaosa FJ. Ventilación mecánica en pediatría (III). Retirada de la ventilación, complicaciones y otros tipos de ventilación. Ventilación no invasiva. *An Pediatr (Barc)* 2003;59:165-72.
15. Allúe X, Lorente Acosta M. Oxigenoterapia. En: López-Herce Cid J, Calvo Rey C, Lorente Acosta M, Jaimovich D, Baltodano Agüero A, editores. *Manual de cuidados intensivos pediátricos*. 1.ª ed. Madrid: Publimed, 2001; p. 584-9.
16. Peter JV, Morán JL, Phillips-Hughes J, Warn D. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: A meta-analysis update. *Crit Care Med* 2002;30:555-62.
17. Keenan SP, Kernerman PD, Cook DJ, Martin CM, McCormack D, Sibbald WJ. Effect of noninvasive positive pressure ventilation on mortality in patients admitted with acute respiratory failure: A meta-analysis. *Crit Care Med* 1997;25:1685-92.
18. Ram FS, Lightowler JV, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;CD004104.
19. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2003;326:185-7.