

VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA EN EL NIÑO

Carmen Martínez Carrasco, Isabel Barrio Gómez de Agüero, Carmen Antelo Landeira

RESUMEN

Con la aplicación de la VNI buscamos mejorar el estado funcional, la calidad de vida, la duración y calidad del sueño y aumentar la supervivencia del paciente pediátrico con insuficiencia ventilatoria crónica. En este paciente, la ventilación no invasiva (VNI) es una modalidad de asistencia ventilatoria de gran utilidad, tanto en situaciones agudas como crónicas. En la UCI pediátrica, su empleo viene incrementándose en los últimos años; gracias a la aparición de ventiladores que disponen de dicha modalidad de asistencia, el número de pacientes que responden a dicho tratamiento es mayor y en algunas UCIs pediátricas se aplica en un porcentaje casi similar a la ventilación invasiva, a diferencia de las UCIs de adultos en que el porcentaje de pacientes que reciben VNI está en rangos inferiores al 15% con relación al total de pacientes ventilados.

En los niños con patología ventilatoria crónica secundaria a enfermedad neuromuscular, de SNC, pared torácica o pulmonar, la VNI consigue beneficios fisiológicos y neuropsicológicos aún no bien estudiados pero que se reflejan en su calidad de sueño y calidad de vida. La mejora en los equipos disponibles conseguirá un mayor incremento en el número de niños adaptados a esta técnica.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la ventilación no invasiva al paciente pediátrico está teniendo un desarrollo similar a la de los pacientes adultos a lo largo de estos últimos 20 años^(1,2). La mejora en las características de las interfases pediátricas y la mayor disponibilidad de ventiladores de presión positiva adaptados a las

necesidades del niño están incrementando el empleo de esta modalidad de ventilación asistida, tanto en situaciones agudas como en pacientes con patología crónica⁽³⁾. En el presente capítulo nos limitaremos a tratar el uso de la VNI en el niño con insuficiencia ventilatoria crónica. En España no hay datos precisos sobre el uso de la VNI domiciliaria en niños. En Europa, los datos provienen del estudio Eurovent⁽⁴⁾ en el que, sobre un total de 21.500 pacientes con ventilación domiciliaria pertenecientes a 16 países europeos, entre ellos España, se observa que un 10% son niños.

SÍNTOMAS Y SIGNOS DE LA INSUFICIENCIA VENTILATORIA CRÓNICA EN EL NIÑO

En las situaciones de insuficiencia respiratoria aguda, los síntomas que presenta el niño son muy llamativos pero, en los pacientes con IRC, así como en los enfermos neuromusculares, el cuadro se instaura lentamente, los síntomas son más insidiosos y al principio sólo se presentan durante el sueño o en situaciones de mayor esfuerzo. Pueden aparecer síntomas y signos:

- Respiratorios: tos, expectoración, dolor torácico, disnea, taquipnea, disociación toracoabdominal.
- Debidos a la hipoxemia: cianosis, irritabilidad, intolerancia al ejercicio, taquicardia, cansancio excesivo durante el día.
- Debidos a la hipercapnia: cefaleas matutinas, somnolencia diurna, sudoración nocturna, desorientación, sueño intranquilo, despertar con sensación de falta de aire.
- Neuromusculares: dificultad para toser, necesidad de cambios posturales durante el sueño, pérdida de fuerza en la voz.

TABLA 1. Indicaciones de la VNI en el paciente pediátrico crónico

<ul style="list-style-type: none"> • Síndromes de hipoventilación alveolar por afectación de SNC – Malformación de Arnold-Chiari – Síndrome de Ondina – Tumores cerebrales – Hidrocefalia 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades neuromusculares – Miastenia congénita – Distrofias musculares – Miopatías congénitas – Miopatías inflamatorias – Parálisis frénica
<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones de la médula espinal – Sección medular – Mielomeningocele – Siringomielia – Atrofia muscular espinal – Poliomielitis – Esclerosis lateral amiotrófica 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones de caja torácica – Cifoescoliosis – Malformaciones de caja torácica
	<ul style="list-style-type: none"> • Síndrome de hipoventilación-obesidad • SAHS • Síndromes craneofaciales • Puente al trasplante pulmonar • Neumopatías crónicas (FQ)

- Debidos a la presencia de cor pulmonale: edemas, hepatomegalia, ingurgitación yugular.

INDICACIONES DE LA VNI

El adecuado intercambio de gases sanguíneos, no sólo depende del parénquima pulmonar, sino de la permeabilidad de la vía aérea, de la función de los músculos respiratorios y del correcto funcionamiento del centro respiratorio. Cualquier enfermedad o anomalía que dañe estas estructuras es susceptible de generar insuficiencia ventilatoria. En las tablas 1 y 2 vemos las patologías más frecuentes⁽⁵⁻⁷⁾.

OBJETIVOS DE LA VNI

Son fundamentalmente cuatro:

- Mantener la *compliance* pulmonar: en el paciente con enfermedad neuromuscular, el crecimiento pulmonar no se realiza de forma adecuada debido a su respiración superficial, estableciéndose una insufi-

ciencia respiratoria restrictiva progresiva con disminución de la *compliance* pulmonar e hipoprecimiento de la caja torácica^(8,9). La ventiloterapia revierte este progreso facilitando el crecimiento adecuado del pulmón y evitando la deformidad de la caja torácica⁽¹⁰⁾.

- Conseguir el intercambio adecuado de gases mediante una ventilación alveolar eficaz: en la insuficiencia respiratoria hipoxémica, la oxigenoterapia es el tratamiento adecuado⁽¹¹⁾. Si la insuficiencia respiratoria es hipercarbica o mixta, la oxigenoterapia exclusiva puede empeorar la misma elevando la cifra de pCO₂. En estos casos hemos de recurrir a la ventiloterapia para conseguir una normalización de la gasometría sanguínea y evitar la hipercarbia progresiva⁽¹²⁻¹⁴⁾.
- Evitar la formación de atelectasias: la incapacidad de eliminar las secreciones facilita la formación de atelectasias y el riesgo de neumonías^(15,16). El descenso de la SpO₂

TABLA 2. Indicaciones de la VNI en el paciente pediátrico agudo

1. Enfermedades pulmonares obstructivas descompensadas	3. Enfermedades parenquimatosas
– Asma	– SDRA
– Fibrosis quística	– Neumonía
– Bronquiolitis	4. Alteraciones cardiogénicas
– Obstrucción de la vía aérea superior	– Edema agudo de pulmón
2. Enfermedades pulmonares restrictivas descompensadas	5. Otras causas
– Deformidad de la pared torácica	– Complicaciones tras adenoamigdalectomía
– Enfermedad neuromuscular	– Postoperatorio de la cirugía de escoliosis
– Síndrome obesidad-hipoventilación	– Complicaciones pulmonares de la anemia de células falciformes
	– Destete del ventilador

por debajo del 95% en pacientes con patología neuromuscular sugiere la formación de microatelectasias⁽¹⁷⁾. En ese caso es muy importante realizar fisioterapia respiratoria y aspiración de secreciones para normalizar la SpO₂. Si el paciente presenta infección respiratoria o aumento de secreciones podemos utilizar aparatos como el asistente de tos de Emerson (*cough-assist*) para facilitar el drenaje de las mismas. El aparato aplica durante la fase inspiratoria una insuflación positiva seguida de una negativa que produce un arrastre de las secreciones de la vía aérea inferior hacia la faringe, facilitando la aspiración de las mismas. Se aplica mediante 4-5 tandas de 5 respiraciones durante varias veces a lo largo del día, dependiendo de la situación del paciente y de la tolerancia al tratamiento (Fig. 1).

- Evitar el uso de la traqueotomía: en los niños la traqueotomía conlleva una serie de riesgos (Tabla 3) y su empleo se debe limitar a aquellas situaciones extremas que no respondan a ninguna otra forma de tratamiento, como la VNI o técnicas quirúrgicas maxilofaciales (dispositivos de avance mandibular externos o internos).

**FIGURA 1.** Asistente de la tos de Emerson y BiPAP Harmony con humidificador-calentador.

TIPOS DE VENTILADORES

Disponemos en el mercado de una amplia gama de aparatos. Los principales criterios de elección serán la edad del niño, su patología de base, el tipo de ventilación (invasiva o no invasiva), la duración de la misma (sólo nocturna o de 24 h) y, fundamentalmente, el grado de adaptación del paciente al ventilador.

Los aparatos más empleados en ventilación no invasiva son los generadores de presión binivel (BiPAP [Fig. 1], VPAP, etc.) ya que son los más fáciles de adaptar, más baratos y más sencillos en su instalación y mantenimiento^(18,19).

TABLA 3. Riesgos de la traqueotomía

- Decanulación
- Aumento infecciones respiratorias
- Aspiración pulmonar
- Dificultad para el habla
- Estenosis subglótica postdecanulación
- Laringo-traqueomalacia
- Necrosis traqueal

En pacientes traqueotomizados o con una función pulmonar muy deteriorada o que requieran una ventilación superior a 15 horas al día debemos emplear ventiladores volumétricos, que garantizan el volumen tidal adecuado en cada respiración y disponen de sistemas de alarma de alta y baja presión, que nos facilitan una adecuada monitorización del paciente y de su ventilación⁽²⁰⁾.

El auge de la ventilación mecánica no invasiva domiciliar se ha conseguido gracias a la existencia de mascarillas nasales cada vez más cómodas y mejor adaptadas a la edad y características del paciente^(21,22) (Fig. 2).

MODALIDADES DE VNI

El soporte ventilatorio se puede realizar aplicando presión positiva en la vía aérea o presión negativa en tórax y abdomen. Ambas formas de presión se conocen desde hace bastantes años y, aunque en la primera mitad del siglo XX, hubo un predominio de la ventilación con presión negativa, posteriormente se ha caminado hacia el empleo casi exclusivo de presión positiva. Dentro de las diversas modalidades de presión positiva, disponemos fundamentalmente de las siguientes:

Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP)

- El paciente respira espontáneamente un flujo de aire a una presión por encima de la atmosférica, tanto en la inspiración, como en la espiración. Debido a este aumento en la presión de la vía aérea, se

**FIGURA 2.** Mascarilla nasal en niña con enfermedad neuromuscular.

pueden abrir alveolos colapsados, reclutándose zonas hipoventiladas del pulmón. También disminuye el trabajo respiratorio por proporcionar soporte a la musculatura inspiratoria y aumentar la capacidad residual funcional (CRF) del paciente.

- Su mayor utilidad ha sido demostrada en el SAOS debido a que mantiene abierta la vía aérea superior impidiendo su colapso inspiratorio causado por la hipotonía de la musculatura faríngea que puede aparecer sobre todo durante la fase REM del sueño.
- En pacientes con fracaso respiratorio agudo hipoxémico, sobre todo de causa hemodinámica (edema agudo pulmonar), también ha demostrado eficacia.
- El incremento del espacio muerto fisiológico que puede provocar hace que no sea muy eficaz para la eliminación del CO₂ y, por ello, no es útil para el tratamiento de la hipercapnia.

Presión de soporte bi-nivel (BIPAP)

La ventilación se produce como consecuencia de la diferencia de presiones entre la presión inspiratoria (IPAP) y la espiratoria (EPAP). El incremento de IPAP aumenta el volumen inspiratorio; la EPAP mantiene abierta la vía aérea superior⁽²³⁾, evita el *rebreathing* y contrarresta el efecto negativo del PEEP intrínseco sobre el *trigger* de algunos aparatos en los pacientes con patología pulmonar obstructiva^(24,25). En pacientes con alteración hemodi-

námica, una EPAP elevada puede deteriorarles y no son recomendables valores superiores a 4-5 cm de H₂O.

Ventilación mecánica controlada (CMV)

- En ella todo el soporte ventilatorio lo proporciona el ventilador y no es necesario esfuerzo por parte del paciente. Sólo es bien tolerada si el niño está sedado o muy bien adaptado al aparato pues, de lo contrario, luchará contra éste, ya que el ventilador no obedece al esfuerzo inspiratorio del paciente.
- Este control mandatorio u obligatorio se puede realizar, a su vez, mediante ciclado por presión o mediante ciclado por volumen. Si el aparato cicla por presión hemos de establecer un pico de presión, un tiempo inspiratorio y una frecuencia; el volumen minuto resultante no quedará por tanto establecido sino que dependerá de los anteriores parámetros y de la propia patología del paciente⁽²⁶⁾.
- Si el control mandatorio se hace por volumen habremos de marcar en la máquina el volumen tidal deseado así como la frecuencia respiratoria y la presión que se alcance en la vía aérea dependerá en este caso de los parámetros que hemos marcado en el ventilador así como de la patología pulmonar subyacente.
- En la modalidad de ciclado por presión, la compensación de las fugas se realiza mucho mejor que cuando utilizamos el volumen, pues, en este último caso, el volumen perdido puede ser muy importante y el riesgo de hipoventilar al paciente es mayor.

Ventilación mecánica asistida/controlada (ACMV)

El paciente puede disparar las respiraciones del ventilador, que dispone de un *trigger* de presión o de flujo para sensar la demanda inspiratoria del mismo. El ventilador asiste por tanto las respiraciones espontáneas del paciente y si éste deja de respirar o no es capaz de

disparar el *trigger*, le proporciona las mandatorias que hayan sido indicadas.

Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV)

El ventilador proporciona un número de ciclos obligados que establecemos y permite al paciente realizar respiraciones espontáneas intercaladas entre los mismos, las cuales no serán ayudadas por el ventilador. La sincronización consiste en que los ciclos mandatorios se proporcionan en fase espiratoria final para evitar incomodidad al paciente.

Presión de soporte ventilatorio (PSV)

El paciente recibe en la inspiración una presión de soporte establecida, por encima de la CPAP, que le permite alcanzar un mayor volumen tidal. Puede ser fija o variable. Es fija cuando establecemos la cantidad de presión (p. ej.: 10 mmHg) y variable cuando lo que indicamos es el volumen tidal o volumen minuto que queremos que reciba.

Ventilación asistida proporcional (PAV)

El esfuerzo realizado por el paciente es el que determina la presión, el flujo y el volumen tidal suministrados por el ventilador, que dispone de un neumotacógrafo para medir los volúmenes tidales del enfermo. Esta modalidad solo se utiliza en UCI.

VENTAJAS DE LA VNI

En la insuficiencia respiratoria aguda (IRA)

- Mejor tolerada y, por tanto, requiere menor o ninguna sedación.
- Evita la atrofia muscular al permitir al paciente seguir utilizando su musculatura respiratoria y no ser sometido a relajantes musculares⁽²⁷⁾.
- Permite la tos y eliminación de secreciones así como una movilización más activa del paciente. Por otra parte, la ausencia de elementos artificiales en la vía aérea disminuye el riesgo de aumento de secreción secundaria a los mismos.

- Facilita el destete más precoz del ventilador debido a que se pueden hacer intentos de retirada con menor riesgo.
- Menor riesgo de complicaciones⁽²⁸⁾: compromiso hemodinámico, neumonía nosocomial^(29,30), barotrauma, lesión pulmonar producida por el ventilador.

En la insuficiencia respiratoria crónica (IRC)

- Mejora la calidad del sueño.
- Menor número de hospitalizaciones por descompensación respiratoria.
- Mejora la supervivencia y la calidad de vida.

CONTRAINDICACIONES

- Coma o alteración bulbar severa.
- Necesidad de asistencia ventilatoria superior a 15 horas. Parada cardiorrespiratoria, *shock* o alteración hemodinámica grave.
- Obstrucción no reversible de la vía aérea superior. Vómitos incoercibles y/u oclusión intestinal. Expectoración muy abundante o hemoptisis masiva.
- Neumotórax reciente.
- Lesiones en cara (cirugía, quemaduras, epidermolísis bullosa, alergia a la interfase).
- No tolerancia a la misma. Negativa del paciente o de sus padres.

MATERIAL NECESARIO

Interfase

- a) Tipos: mascarilla nasal (estándar o moldeada), mascarilla facial, almohadillas nasales o casco.
- b) Diversas marcas (Respironics, Sullivan, ResMed, etc.) y tamaños (M para hombre, S para mujer, P para niño).
- c) Las mascarillas deben:
 - Ajustarse lo más posible para no provocar fugas pero evitando apretarlas demasiado.
 - Ser de un material cómodo que se adapte a la forma anatómica del paciente y que no le produzca escaras. Para ello es conveniente que usen dos mascarillas con distintos puntos de apoyo sobre la piel. Si no

se adapta a los modelos del mercado, se puede hacer moldeada.

- Evitar alergias por parte del paciente. Son preferibles las de silicona a las de látex.
- d) Las almohadillas nasales pueden ser útiles en pacientes que no se adaptan a la máscara nasal o que sienten claustrofobia con ella.
 - e) La máscara facial es útil en pacientes que no son capaces de mantener la boca cerrada durante el sueño y las fugas hacen ineficaz la ventilación nasal. Es imprescindible que estas máscaras dispongan de una válvula antiasfixia.
 - f) Otros componentes necesarios son:
 - Arnés: constituido por un gorro de tela o por bandas elásticas según los casos.
 - Válvula espiratoria: imprescindible si el circuito es de un solo tubo. Puede ir en la mascarilla o acoplada al tubo del circuito.

Ventilador

Existe gran variedad de ventiladores y continuamente salen al mercado nuevos modelos. Hay tres grandes grupos:

- Ciclados por presión: BiPAP (Respironics), VPAP II (ResMed), PV 102 (BREAS).
- Ciclados por volumen o volumétricos: PLV 100 (Lifecare), Airox home, Eole, PV 401 y 402 (BREAS), LP10 (Puritan Bennet).
- Mixtos: PV 403 (BREAS), LTV 1000 (BREAS), Achieva (Puritan Bennet), Neftis (Taema).

Sistemas de BiPAP

Consisten en un generador de presión positiva mediante turbina o compresor que proporciona dos niveles de presión a lo largo del ciclo respiratorio:

- IPAP (presión durante la inspiración): hasta 20 ó 35 cm de H₂O según el modelo de aparato. En niños se suelen usar rangos de IPAP entre 8 y 20 cm H₂O.
- EPAP (presión durante la espiración): de 4 a 25 cm de H₂O. En niños, rangos entre 4 y 10. Por debajo de 4 cm H₂O de EPAP hay riesgo de *rebreathing*; a partir de 5 cm puede haber peor tolerancia.

Los parámetros a regular son:

- Modalidades ventilatorias:
 - S (espontáneo): el paciente genera la inspiración.
 - T (temporizado): cicla según la frecuencia respiratoria (FR) y el tiempo inspiratorio que fijemos.
 - S/T: garantiza una FR prefijada, independientemente de la espontánea del paciente.
- Presiones de IPAP y EPAP.
- Tiempo inspiratorio (Ti): suele ser un 30 % del total.
- Frecuencia respiratoria (FR): conviene poner 2-4 respiraciones menos que la frecuencia del paciente.
- Alarmas: en los nuevos modelos (Harmony, Synchrony).
- *Trigger* o sensibilidad inspiratoria: para iniciar la inspiración según demanda del paciente. En el BiPAP es fijo pero en el VPAP podemos programar su intensidad.
- Sensibilidad espiratoria: también es variable en el VPAP. Marca el fin de la inspiración y se produce cuando el flujo inspiratorio cae por debajo de un cierto nivel del pico inicial (entre el 25-60 % si el aparato permite ajustarlo).
- Ventajas:
 - Buena tolerancia.
 - Compensan bien las fugas porque los nuevos modelos disponen de compensación automática de las mismas.
 - Son muy sensibles a la demanda inspiratoria ya que un pequeño cambio en el flujo inspiratorio inicia la IPAP.
- Inconvenientes:
 - No llevan mezclador de oxígeno (se puede añadir O₂ al circuito).
 - Riesgo de *rebreathing*.
- Para que el niño se adapte bien es conveniente empezar con presiones bajas (EPAP de 2-3 e IPAP de 4-5 o de 8-10 si es un adolescente y aumentar de 2 en 2) hasta conseguir que respire confortablemente, eleve adecuadamente el tórax y, una vez acoplado, conseguir que los gases sanguíneos mejoren o se normalicen. La hipoxia

se suele corregir de inmediato pero la normalización del CO₂ puede llevar más tiempo^(31,32).

Ventiladores volumétricos

Son parecidos a los ventiladores convencionales de UCI pero más fáciles de manejar. Tienen alarmas, batería interna y posibilidad de acoplamiento a batería externa. Algunos tienen mezclador de O₂ y humidificador⁽³³⁾. Los hay que pueden acoplarse a una silla de ruedas facilitando el desplazamiento del enfermo⁽³⁴⁾. Los parámetros a regular son:

- Modalidad de ventilación: asistida, controlada, asistida/controlada (la recomendada), SIMV.
- Volumen tidal (Vt): 10-20 mL/kg. Suelen ser más altos que en ventilación mecánica convencional para poder compensar las fugas que siempre se producen en este tipo de terapia.
- *Trigger* de presión o flujo (según el modelo). Los de flujo suelen ser más sensibles a las necesidades del paciente. Es importante regularlo de tal modo que no genere un esfuerzo severo por parte del paciente para disparar la inspiración ni que se autodispare al más mínimo estímulo.
- FR: según la edad y la patología del paciente. Conviene medir la FR del niño (generalmente suele estar taquipneico) y comenzar con FR igual o ligeramente inferior bajando posteriormente hasta la que se sienta cómodo.
- Relación I:E: la fisiológica es entre 1:2 y 1:3. Si queremos incrementar el tiempo inspiratorio para compensar fugas o mejorar la oxigenación subiremos a 1:1 sin invertir la relación. Tener en cuenta que en los pacientes con patología pulmonar obstructiva (fibrosis quística) interesa un tiempo espiratorio alargado para no facilitar el atrapamiento aéreo (PEEP intrínseco) que de por sí ya pueden presentar.
- PEEP: muchos de los aparatos no disponen del mismo y hay que colocar una vál-

vula de PEEP en el lugar de la válvula espiratoria; pero, en la mayoría de los casos, la PEEP no es necesaria.

- Alarmas de presión:
 - Alta presión: a unos 10 cm de H₂O por encima de la presión pico. Es conveniente que la presión pico no supere los 30-35 cm de H₂O para evitar barotrauma.
 - Baja presión: es muy importante pues va a sonar en caso de desconexión o de mal funcionamiento del aparato. Conviene ajustarla entre 5-10 cm de H₂O. Se puede añadir PEEP sustituyendo la válvula espiratoria por válvula de PEEP.
- Ventajas de los ventiladores volumétricos:
 - Proporcionan alarmas.
 - Varias modalidades de ventilación: volumen control, presión control, presión de soporte, SIMV.
- Inconvenientes:
 - Las fugas son más difíciles de controlar que en BIPAP.
 - Más caros y pesados.

CONTROLES PREVIOS A LA INSTAURACIÓN DE VMNI

- Sentar la indicación valorando la patología de base, clínica y gasometría. Tener en cuenta que en la IRC los síntomas pueden ser sutiles.
- Optimizar el tratamiento médico previo: fisioterapia, antibióticos, broncodilatadores, corticoides, etc.
- Elegir el ventilador y ajustar los parámetros antes de ponérselo al paciente⁽³⁵⁾. Comprobar que el funcionamiento es correcto así como el de las alarmas.
- Monitorizar al paciente: signos vitales, pulsioximetría, impedancia respiratoria.
- Posición semiincorporada.
- Explicar al paciente (si es mayor de 7-8 años) y/o a su madre, con mucho detalle, en qué consiste la VMNI, qué sensaciones va a tener y qué esperamos lograr con el tratamiento. Si puede ver o hablar con otro paciente que lo esté usando quizás va a entender mejor en qué consiste.

- Elegir el tamaño de mascarilla adecuado (evitando fugas, el atrapamiento del labio superior si es grande o el cierre de los orificios nasales si es pequeña).
- Inicialmente acercarle la mascarilla a la cara sin ponerle el arnés, indicándole que respire por la nariz con la boca cerrada. Es conveniente al principio que él o la madre sujete la mascarilla. Si está hipóxico, es conveniente aplicar un flujo de O₂ (1-3 lpm) en la mascarilla para evitar la sensación de asfixia.
- La mascarilla se debe apoyar sobre la frente evitando escaras en puente nasal (almohadillas protectoras). El empleo de cremas o vaselina en la cara puede producir quemaduras al contacto con el oxígeno (si hemos añadido O₂ al circuito).
- En la modalidad BIPAP inicialmente programar IPAP de 4-6 cm H₂O, e ir subiendo lentamente de 2 en 2 cm hasta conseguir buena entrada de aire o buena ventilación.
- Una vez conectado al paciente, comprobar que no hay fugas (insistirle en que cierre la boca) y reajustar los parámetros del ventilador intentando siempre que el paciente esté lo más cómodo posible; para ello le preguntaremos: ¿te llega suficiente aire?: aumentar o disminuir flujo o Vt (volumétricos) o IPAP (en BIPAP). ¿Es muy corta la inspiración?: alargar Ti. ¿Van muy rápidas las respiraciones?: disminuir la FR. Los pacientes suelen estar taquipneicos antes del inicio de la VNI y el primer síntoma de *comfort* suele ser la desaparición de la taquipnea.
- Hacer gasometría a los 30 minutos-1 hora de iniciar la VNI en pacientes agudos; no es imprescindible en los pacientes crónicos siempre y cuando la SaO₂ se mantenga por encima del 90-92% en los que presentan patología pulmonar obstructiva y SaO₂ normales en los enfermos con patología neuromuscular⁽³⁶⁾. Para comprobar la mejoría de la PaO₂ en los que usan la VNI nocturna, se puede hacer un pH capilar o arterial al final del día y otro recién despiertos. Hay que evitar la alcalosis respiratoria por el riesgo de arritmias que conlleva.

CONTROL Y SEGUIMIENTO

La ventilación mecánica no invasiva se debe instaurar en el hospital⁽⁵⁷⁾, valorando la patología de base, clínica y gasometría del niño. Se debe optimizar el tratamiento médico antes de instaurar esta nueva terapia⁽⁵⁸⁾. Una vez elegidos el ventilador y la mascarilla adecuados, deberemos ir ajustando los parámetros en función de la tolerancia del paciente, permitiéndole adaptarse poco a poco a la máquina⁽⁵⁹⁾. Progresivamente iremos alcanzando los parámetros correctos para conseguir la normalización de los gases sanguíneos. Previo al alta los padres dispondrán del aparataje necesario y de los conocimientos que precisen para sentirse cómodos en el manejo del respirador del niño. El seguimiento en consulta se hará en función de las necesidades del niño, siendo fundamental el contacto telefónico para la resolución de problemas puntuales⁽⁴⁰⁾.

COMPLICACIONES

- Derivadas de la mascarilla: ulceración del puente nasal, eritema facial, incomodidad.
- Derivadas del flujo de aire: congestión nasal, sequedad nasal/oral, epistaxis, distensión gástrica (no iniciarla hasta pasada 1 hora tras la comida).
- Derivadas de las fugas: dolor de oídos/senos, otitis, sinusitis, imposibilidad de ventilación adecuada, irritación conjuntival, úlcera corneal.
- Otras menos frecuentes: neumotórax (menor riesgo que con VMC), hipotensión, neumonía aspirativa, hipoplasia del maxilar superior⁽⁴¹⁾.

BIBLIOGRAFÍA

1. Teague G. Non-invasive positive pressure ventilation: current status in pediatric patients. *Pediatr Respir Rev* 2005; 6: 52-60.
2. Antelo C, Barrio I, Martínez C. Fisiología, efectos e indicaciones de la VNI en niños. En: Medina A, Pons M, Esquinas A, editores. *Ventilación no invasiva en Pediatría*. Madrid: Ediciones Ergon; 2004. p. 5-11.
3. Liner LH, Marcus CL. Ventilatory management of sleep-disordered breathing in children. *Curr Opin Pediatr* 2006; 18: 272-6.
4. Lloyd-Owen SJ, Donaldson GC, Ambrosino N, Escarabill J, Farre R, Faure B, et al. Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the Eurovent survey. *Eur Respir J* 2005; 25: 1025-31.
5. Ellis E, Bye P, Brudere JW, et al. Treatment of respiratory failure during sleep in patients with neuromuscular disease: positive pressure ventilation through a nose mask. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 523-4.
6. Padman R, Lawless ST, Kettrick RG. Noninvasive ventilation via bilevel positive airway pressure support in pediatric practice. *Critical Care Medicine* 1998; 26: 169-73.
7. Annane D, Chevret JC, Chevret S, Raphaël JC. Nocturnal mechanical ventilation for chronic hypoventilation in patients with neuromuscular and chest wall disorders. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2000, Issue 1. Art. No.: CD 001941. DOI: 10.1002/14651858. CD 001941.
8. Kirk VG, O'Donnell. Continuous positive airway pressure for children: a discussion on how to maximize compliance. *Sleep Med Rev* 2006; 10: 119-27.
9. Vasconcelos M, Fineza I, Felix M, Estevo MH. Spinal muscular atrophy-non invasive ventilatory support in pediatrics. *Rev Port Pneumol* 2005; 11: 445-55.
10. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD and nocturnal hypoventilation - A Consensus Conference Report. *Chest* 1999; 116: 521-34.
11. Plant PK, Owen JL, Elliot MW. One year period prevalence study of respiratory acidosis in acute exacerbations of COPD: implications for the provision of non-invasive ventilation and oxygen administration. *Thorax* 2000; 55: 550-4.
12. Keenan SP, Kernerman PD, Cook DJ, et al. 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.
13. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002; 57: 192-211.
14. Antonelli M, Conti G, Rocco M, et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998; 339: 429-35.
15. American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic

- obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 77-120.
16. ACCP Consensus Statement on Mechanical Ventilation Beyond the Intensive Care Unit. *Chest* 1998; 113 (suppl): 289S-344S.
 17. Edwards EA, Hsiao K, Nixon GM. Paediatric home ventilatory support: the Auckland experience. *J Paediatr Child Health* 2005; 41: 652-8.
 18. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of COPD. *N Engl J Med* 1995; 333: 817-22.
 19. Siafakas NM, Vermeire P, Pride NP, et al. Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The European Respiratory Society Task Force. *Eur Respir J* 1995; 8: 1398-420.
 20. Ward S, Catwin M, Heather S, Simonds AK. Randomised controlled trial of non-invasive ventilation (NIV) for nocturnal hypoventilation use. *Thorax* 2005; 60: 979-80.
 21. Fauroux B, Nicot F, Essouri S, Hart N, Clement A, Polkey MI, et al. Setting of non-invasive pressure support in young patients with cystic fibrosis. *Eur Respir J* 2004; 24: 624-30.
 22. Gozal D. Nocturnal ventilatory support in patients with cystic fibrosis: comparison with supplemental oxygen. *Eur Respir J* 1997; 10: 1999-2003.
 23. Essouri S, Nicot F, Clement A, Garabedian EN, Roger G, Lofaso F. Noninvasive positive pressure ventilation in infants with upper airway obstruction: comparison of continuous and bilevel positive pressure. *Intensive Care Med* 2005; 31: 574-80.
 24. Bott J, Carroll MP, Conway JH, et al. Randomized control trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airway disease. *Lancet* 1993; 341: 1555-7.
 25. Nava S, Ambrosino N, Clini E, et al. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1998; 128: 721-8.
 26. Prado AF, Godoy RMA, Godoy PM, et al. Pediatric noninvasive ventilation for acute respiratory failure in an intermediate care unit. *Rev Med Chile* 2005; 133: 525-33.
 27. Katz S, Selvadurai H, Keilty K, Mitchell M, MacLusky I. Outcome of non-invasive positive pressure ventilation in paediatric neuromuscular disease. *Arch Dis Child* 2004; 89: 121-4.
 28. Meduri GU, Cook TR, Turner RE, et al. Noninvasive positive pressure ventilation in status asthmaticus. *Chest* 1996; 110: 767-74.
 29. Wysocki M, Tric L, Wolff M, et al. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* 1995; 107: 761-8.
 30. Bencault N, Bouclair T. Mortality rate attributed to ventilator associated nosocomial pneumonia in an adult intensive care unit: a prospective case-control study. *Crit Care Med* 2001; 29: 2303-9.
 31. O'Donnell AR, Bjornson CL, Bohn SG, Kirk VG. Compliance rates in children using non-invasive continuous positive airway pressure. *Sleep* 2006; 29: 651-8.
 32. O'Brien G, Criner GJ. Mechanical ventilation as a bridge to lung transplantation. *J Heart Lung Transplant* 1999; 18: 255-65.
 33. Suresh S, Wales P, Dakin C, Harris MA, Cooper DG. Sleep-related breathing disorder in Duchenne muscular dystrophy: disease spectrum in the pediatric population. *J Paediatr Child Health* 2005; 41: 500-3.
 34. Bach JR. Noninvasive mechanical ventilation. Philadelphia: Editorial Hanley and Belfus, inc; 2002.
 35. Martínez Carrasco C, Barrio Gómez de Agüero I, Antelo Landeira C, Díaz-Lobato S. Ventilación domiciliaria via nasal en pacientes pediátricos. *An Esp Pediatr* 1997; 47: 269-72.
 36. Norregaard O. Noninvasive ventilation in children. *Eur Respir J* 2002; 20: 1332-42.
 37. Bach JR, Baird JS, Plosky D, Navado J, Weaver B. Spinal muscular atrophy type I: management and outcomes. *Pediatr Pulmonol* 2002; 34: 16-22.
 38. Bhangoo R, Sgouros S, Walsh AR, Clarke JR. Hindbrain-hernia-related syringomyelia without syringobulbia, complicated by permanent nocturnal central hypoventilation requiring non-invasive ventilation. *Childs Nerv Syst* 2006; 22: 113-6.
 39. Kirk VG, O'Donnell AR. Continuous positive airway pressure for children: A discussion on how to maximize compliance. *Sleep Medicine Reviews* 2006; 10: 119-27.
 40. Martínez Carrasco C, Barrio Gómez de Agüero I, Antelo Landeira C. Ventilación mecánica no invasiva. En: *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Pediatría*. Tomo 7. España: Asociación Española de Pediatría; 2003.
 41. Fauroux B, Lavis JF, Nicot F, Picard A, Boelle PY, Clement A, et al. Facial side effects during non-invasive positive pressure ventilation in children. *Intensive Care Med* 2005; 31: 965-9.