

Revisión

Ventilación no invasiva en Pediatría

A. VIVANCO ALLENDE, A. MEDINA VILLANUEVA, J. MAYORDOMO COLUNGA

Sección de Cuidados Intensivos e Intermedios Pediátricos. Área de Gestión de Pediatría. Hospital Universitario Central de Asturias

RESUMEN

La ventilación no invasiva (VNI) se ha ido posicionando en los últimos años, como un arma terapéutica de probada eficacia en la población pediátrica y neonatal, tanto en pacientes agudos como crónicos, con una clara disminución de los efectos secundarios ocasionados por técnicas más invasivas, como la ventilación mecánica convencional. Aunque las contraindicaciones para la aplicación de la VNI no son muy numerosas, es necesario conocerlas para evitar posibles errores en la indicación de tratamiento así como falsos fracasos de dicha técnica. Dependiendo del tipo de patología del paciente, elegiremos tanto el material necesario adecuado como la metodología de aplicación de la VNI. La utilización de la VNI en el fracaso respiratorio tipo II (en el que predomina la hipoventilación) está documentada y es en la que se han obtenido mejores resultados, aunque existen casos especiales del fracaso respiratorio tipo I o hipoxémico (edema agudo de pulmón) en los que existe una importante evidencia científica de indicación. En el resto de patologías englobadas dentro del fallo respiratorio tipo I se podría aplicar esta técnica, siempre teniendo en cuenta una serie de recomendaciones y limitaciones. Durante las primeras horas de conexión a la VNI es cuando debemos objetivar una serie de cambios clínicos que se relacionarán con el éxito o fracaso de nuestro tratamiento.

Presentamos una revisión de los conceptos básicos, indicaciones, contraindicaciones y metodología de aplicación de VNI en pacientes pediátricos.

Palabras clave: Ventilación no invasiva; Insuficiencia respiratoria aguda; Insuficiencia respiratoria crónica; Interfases.

ABSTRACT

Non-invasive ventilation (NIV) has been developing during the last years and has become a proven therapeutic weapon in neonatal and pediatric population, in acute and chronic patients, with an important decrease of side-effects produced by conventional ventilation. Even though contraindications for the application of NIV are not so numerous, it is necessary to know them all in order to avoid any mistake in the indication of NIV or fake failures of the technique. Material and NIV methodology must be chosen depending on the patient's type of disease. The application of NIV in type II acute respiratory insufficiency (ARF) is well documented and promising results have been obtained. There are special indications in type I ARF (acute pulmonary edema) in which NIV has proved to be a great option. Also NIV could be an interesting therapeutic option in other pathologies involved in type I ARF, without forgetting some recommendations. The first hours after the NIV initiation, clinical monitoring must be practiced in order to detect clinical changes which may relate with the success of our actions.

We present a review of basic concepts, indications, contra-indications and methodology of NIV in pediatric patients.

Correspondencia: Dra. Ana Vivanco Allende. Sección de Cuidados Intensivos e Intermedios Pediátricos. Hospital Universitario Central de Asturias. C/ Celestino Villamil s/n. 33006 Oviedo
Correo electrónico: anaviall@hotmail.com

© 2012 Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León
Éste es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción por cualquier medio para fines no comerciales, siempre que se cite el trabajo original.

Key words: Non-invasive ventilation, acute respiratory failure, chronic respiratory failure, interfaces.

INTRODUCCIÓN

Tras la aparición inicial del uso de ventilación no invasiva (VNI) durante las epidemias de poliomielitis en los años 60 utilizando presión negativa (pulmones de acero), esta técnica ha vuelto a resurgir en las últimas décadas, llegando al paciente pediátrico a inicios de los 90, en su forma de presión positiva. La VNI se ha aplicado a pacientes crónicos, aunque también se ha difundido su uso en el paciente agudo⁽¹⁾, dentro del ámbito de las unidades de cuidados intensivos pediátricos y neonatales. A lo largo de los años, se ha demostrado su eficacia y seguridad en ambos tipos de pacientes⁽²⁾, suponiendo para los de carácter crónico una mejoría importante en su calidad de vida.

DEFINICIÓN

La VNI es una técnica de soporte respiratorio que se realiza sin necesidad de invadir la vía aérea del paciente más allá de las cuerdas vocales, por tanto no precisa un tubo endotraqueal ni una cánula de traqueostomía. Se puede realizar mediante presión negativa o presión positiva. Actualmente, se ha generalizado el uso de la presión positiva a través de diferentes tipos de interfaces. Se entiende por interfase, el dispositivo que conecta el paciente al respirador, siendo de diversos tipos: mascarilla (nasal, buconasal, oral o facial), prótesis nasales, casco o tubo nasofaríngeo.

Dentro de la VNI existen varias modalidades: en la modalidad *continuous positive airway pressure* (CPAP), el paciente recibe una presión positiva continua, aunque realiza todas las inspiraciones sin apoyo ni frecuencia programados; en la modalidad de *presión soporte* (PS), el paciente recibe dos tipos de presiones, una sincronizada con el esfuerzo inspiratorio, denominada IPAP (presión positiva durante la inspiración) en los respiradores específicos de VNI o PS en los respiradores convencionales con módulo de VNI; y otra durante la espiración o presión espiratoria, denominada EPAP o PEEP, respectivamente. Dado que la VNI se realiza en pacientes con respiración espontánea, la frecuencia y el tiempo inspiratorio pautados, solo se ven aplicados cuando el respirador no es capaz de detectar los

esfuerzos respiratorios del paciente, pasando entonces a modalidad presión control (PC), con la frecuencia de rescate pautada (T).

INDICACIONES DE LA VNI

La VNI se puede aplicar tanto al paciente con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) como crónica (IRC):

I. VNI en la IRA

Los objetivos generales de la VNI en la IRA son mejorar los síntomas del paciente, reduciendo el trabajo de los músculos respiratorios, mejorar el intercambio gaseoso previniendo la intubación y la VMC, pero nunca sustituyéndolas cuando estén claramente indicadas.

En el paciente con IRA candidato a VNI se tendrán en cuenta:

- Criterios clínicos: síntomas y signos de dificultad respiratoria aguda, como disnea moderada o grave, frecuencia respiratoria aumentada, uso de músculos respiratorios accesorios, respiración paradójica.
- Criterios gasométricos: $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg y $\text{pH} < 7,35$, o cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (P/F) < 250 , o, si no se dispone de gasometría arterial, cociente saturación transcutánea de oxígeno (SatO_2)/ FiO_2 (S/F)^(3,4) < 320 (este último criterio debe aplicarse cuando la SatO_2 es menor o igual al 97% ya que en caso de ser superior pierde correlación con el P/F).
- Naturaleza del proceso que ha llevado al paciente a un cuadro de IRA.
- Ausencia de contraindicaciones.

En caso de duda, estaría justificado intentar con una prueba de una hora, vigilando estrechamente al paciente para no retrasar la intubación, si ésta fuese necesaria.

Indicación de VNI en patologías específicas que cursan con IRA (Tabla I).

II. VNI en la IRC

La IRC es probablemente la situación pediátrica donde la aplicación de la VNI está mejor documentada y se han obtenido mejores resultados, permitiendo una mejora en la calidad de vida de estos pacientes.

Los objetivos de la VNI en la IRC son aliviar los síntomas de hipoventilación alveolar del paciente:

- Apoyando el trabajo de los músculos respiratorios para mejorar el intercambio gaseoso.
- Previniendo atelectasias.
- Manteniendo permeable la vía aérea superior.

TABLA I. INDICACIONES DE LA VNI EN INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA.**Tipo I**

- Neumonía
- Edema agudo de pulmón
- Traumatismo torácico
- Síndrome distrés respiratorio agudo
- Síndrome distrés respiratorio neonatal
- Bronquiolitis

Tipo II

- Bronquiolitis
- Status asmático⁽²¹⁾
- Apneas obstructivas
- Apneas centrales
- Obstrucción de vía aérea superior (ej. laringitis, laringotraqueítis, etc.)
- Enfermedades neuromusculares
 - Duchenne
 - Atrofia espinal infantil
 - Sd. Guillain-Barré
- Fibrosis quística
- Miastenia gravis

Otras situaciones

1. Apneas tras adeno-amigdalectomía
2. Insuficiencia respiratoria en el postoperatorio (escoliosis, cirugía cardíaca)
3. Complicaciones pulmonares de la anemia de células falciformes
4. Extubación temprana
5. Apoyo en procedimientos con sedación
6. Insuficiencia respiratoria grave en enfermedad terminal (indicación paliativa)

4. Previendo, o retrasando, la aparición de las complicaciones cardíacas de la IRC.

Actualmente, se acepta que se debería valorar la VNI en el paciente con IRC antes de que aparezcan las alteraciones gasométricas, simplemente con los síntomas y los signos de la enfermedad y evidencia de alteraciones del flujo aéreo durante el sueño: con más de 10 alteraciones (apneas o hipopneas) cada hora de sueño o pérdida de la estructura normal del sueño en un estudio polisomnográfico realizado en condiciones basales.

Por último, constituyen también indicación a VNI de forma prolongada en la IRC los ingresos frecuentes por reanudaciones respiratorias y los trastornos respiratorios durante el sueño que no son subsidiarios de tratamiento quirúrgico o que persistan tras el mismo.

TABLA II. INDICACIONES DE LA VNI EN INSUFICIENCIA RESPIRATORIA CRÓNICA.**Enfermedades del sistema nervioso central con alteración del centro respiratorio**

1. Congénitas (ej. malformaciones del SNC, Arnold-Chiari, siringomielia, etc.)
2. Adquiridas (ej. tumores cerebrales, malformaciones vasculares, etc.)
3. Mielomeningocele

Trastornos respiratorios durante el sueño

1. SAHS (síndrome de apnea-hipopnea)
2. Hipoventilación alveolar central primaria (ej. síndrome de Ondine)
3. Hipoventilación alveolar central secundaria (ej. síndrome Pickwick, obesidad mórbida)
4. Síndrome de Prader-Willi, síndrome de Williams y otros.

Anormalidad de la caja torácica y de la columna vertebral

1. Congénitas
2. Cifoescoliosis
3. Acondroplasia

Enfermedades neuromusculares con afectación de los músculos respiratorios

1. Enfermedades de la 2ª motoneurona (ej. atrofia muscular espinal, etc.)
2. Síndrome de Guillain-Barré
3. Enfermedades o daño del nervio frénico (Charcot-Marie-Tooth, yatrogenia)
4. Miastenia gravis y otros síndromes miasténicos congénitos
5. Miopatías (ej. congénitas, inflamatorias, enfermedades de depósito, etc.)
6. Distrofias musculares
7. Distrofia miotónica
8. Secuelas de lesiones traumáticas de la médula espinal

Enfermedades de la vía respiratoria superior

1. Síndrome de Pierre-Robin (y otras micrognatias)
2. Síndrome de Down

Enfermedades respiratorias del tracto inferior y del parénquima

1. Displasia broncopulmonar
2. Fibrosis quística
3. Enfermedades fibrosantes pulmonares
4. Traqueomalacia

Las indicaciones de VNI en patologías específicas que cursan con IRC quedan reflejados en la tabla II.

CONTRAINDICACIONES DE LA VNI

a. Necesidad de protección vía aérea

En aquellas situaciones en las que la indicación de la ventilación sea la protección de la vía aérea (coma, hemorragia digestiva activa, etc.), la VNI está absolutamente contraindicada. La única excepción es la encefalopatía hipercápnica, puesto que en estos pacientes un corto periodo de prueba de 2-3 horas de VNI puede revertir su situación neurológica.

b. Insuficiencia respiratoria grave

Los datos observados en pacientes adultos, en los que se objetiva una mayor mortalidad en el grupo de pacientes intubados tardíamente tras una prueba en VNI, aconsejan contraindicarla excepto en aquellos pacientes en que la intubación no es una opción válida por la enfermedad de base.

c. Obstrucción fija de la vía aérea

En estas situaciones se contraindica la VNI, pues el problema difícilmente se solucionará en un plazo corto de tiempo.

d. Secreciones abundantes y espesas

La accesibilidad restringida para limpiar la vía aérea, especialmente con interfase buconasal o en pacientes con capacidad para toser limitada, constituye un factor de alto riesgo para la aplicación de VNI.

e. Vómitos

Al igual que las secreciones abundantes, la presencia de vómitos hace altamente improbable mantener la interfase bien colocada para administrar de forma continuada la VNI.

f. Inestabilidad hemodinámica (shock)

Ante un paciente de esta gravedad, se impone el concepto de reducción del consumo energético mediante la eliminación del trabajo respiratorio, por tanto es desaconsejable utilizar la VNI. En el paciente postoperado cardíaco la presencia de arritmias puede considerarse en muchos casos una contraindicación para la VNI.

g. Malformaciones y traumatismos/quemaduras cráneo-faciales

La presencia de lesiones en la zona de apoyo de la interfase imposibilita su aplicación; además la propia presión positiva en presencia de fracturas etmoidales ha sido asociada a herniación orbitaria. Algunos autores postulan la posibilidad de un mayor riesgo de meningitis postraumática en pacientes con fístula de LCR si se aplica VNI.



Figura 1. Interfase tipo mascarilla buconasal.

h. Neumotórax

La presión positiva en cualquiera de sus formas de administración tiene un impacto negativo sobre el pulmón con neumotórax. Sin embargo, la experiencia en adultos no contraindica el uso de la VNI en neumotórax drenado.

i. Cirugía gastrointestinal reciente

Se ha descrito la dehiscencia de la sutura del esófago en pacientes sometidos a VNI durante el postoperatorio. El paso de gran cantidad de aire a la vía digestiva con distensión esofágica o gástrica supone un riesgo en el postoperatorio inmediato. En la actualidad, ya existen publicaciones donde se demuestra la efectividad de la VNI a presiones bajas sin la aparición de complicaciones.

MATERIAL

1. Interfases

Se denomina de esta manera a la pieza que se utiliza para relacionar la vía aérea del paciente con la tubuladura y el respirador. Pueden clasificarse en función de varias de sus características:

- Material: silicona, gel de silicona, mezcla de ambos.
- Colocación: nasal, buconasal (Fig. 1), prótesis binasal, oral, intranasal.
- Seguridad: con/sin válvula antiasfixia.
- Exhalación en la interfase: vented/non vented.
- Uso: un solo uso, reutilizable.

Las interfases más frecuentemente utilizadas en pediatría son las mascarillas nasales y buconasales, aunque exis-



Figura 2. Interfase tipo *helmet*.

ten interfases alternativas que debemos conocer: sistemas de almohadillas binasales tipo Adams, casco o *helmet* (Fig. 2), mascarilla facial completa, mascarilla bucal, sistemas alternativos neonatales (prótesis intranasal, binasal, cánula nasal y prótesis nasofaríngea)⁽⁵⁾.

2. Sistemas de sujeción

Se utilizan para fijar la interfase al paciente, y dependen del tipo de interfase que escogamos.

3. Respiradores

- Respiradores específicos de VNI: pueden ser domiciliarios o de uso hospitalario.
- Respiradores convencionales con módulo de VNI: se caracterizan por compensar las fugas de manera más deficiente que los respiradores específicos de VNI.

4. Tubuladuras

En los respiradores específicos de VNI se utilizan tubuladuras de una sola rama, al contrario de lo que ocurre en respiradores de VMC. Esto implica que en el circuito deberá existir un puerto para la exhalación, al no existir una rama espiratoria. Este puerto puede situarse en la interfase, entre la interfase y la tubuladura o propiamente en la tubuladura.

Por otro lado, las tubuladuras pueden utilizarse con o sin humidificación, si bien se recomienda el empleo de humidificación activa en todos los casos.

ÁMBITOS DE APLICACIÓN DE LA VNI

Existen diferentes criterios y recomendaciones para el inicio de aplicación de VNI en diferentes ámbitos hospitalarios⁽⁶⁾:

Criterios de inicio en Urgencias

En la actualidad, en muy pocos servicios de Urgencias Pediátricas se dan las condiciones idóneas para manejar el paciente pediátrico con insuficiencia respiratoria aguda con VNI. Por tanto, la VNI se utilizará en Urgencias como una herramienta más para estabilizar al paciente hasta su traslado a una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) o planta de hospitalización donde se cumplan las condiciones adecuadas para realizar de forma segura el seguimiento del paciente con VNI. En el futuro, podría ser un tratamiento complementario a la nebulización continua en pacientes asmáticos, pues se ha demostrado que aumenta el depósito de fármaco en vías aéreas⁽⁷⁾ y mejora las puntuaciones en las pruebas funcionales⁽⁸⁾.

Criterios de VNI en la Unidad de cuidados intermedios o en planta de hospitalización

El inicio de la VNI en el paciente pediátrico agudo pocas veces se podrá realizar en la planta de hospitalización. Existen experiencias puntuales en pacientes oncológicos y neuromusculares con insuficiencia respiratoria aguda o crónica agudizada en algunos centros, pero es necesario disponer de personal entrenado que pueda solventar cualquier problema que surja durante las 24 horas del día. La opción ideal para atender a estos pacientes sería disponer de una unidad de cuidados intermedios con un número suficiente de personal de enfermería entrenado.

Por lógica, son pacientes con criterios clínicos de ingreso pero que no cumplen ninguno de los criterios que implica ingreso en UCIP.

Criterios de inicio de la VNI en la UCIP

Los factores descritos para recomendar el inicio de la VNI en la UCIP son la acidosis respiratoria, la falta de mejoría con VNI en planta durante las primeras 2 horas y la etiología del fracaso respiratorio (neumonía y el asma).

- Insuficiencia respiratoria aguda que requiere $FiO_2 > 0,4$.
- Apneas.
- $pH < 7,30$ inicial o tras 2 horas de VNI efectiva en planta.
- Escasa experiencia de la plantilla médica o enfermería de planta.
- Paciente o familia no colaboradores.

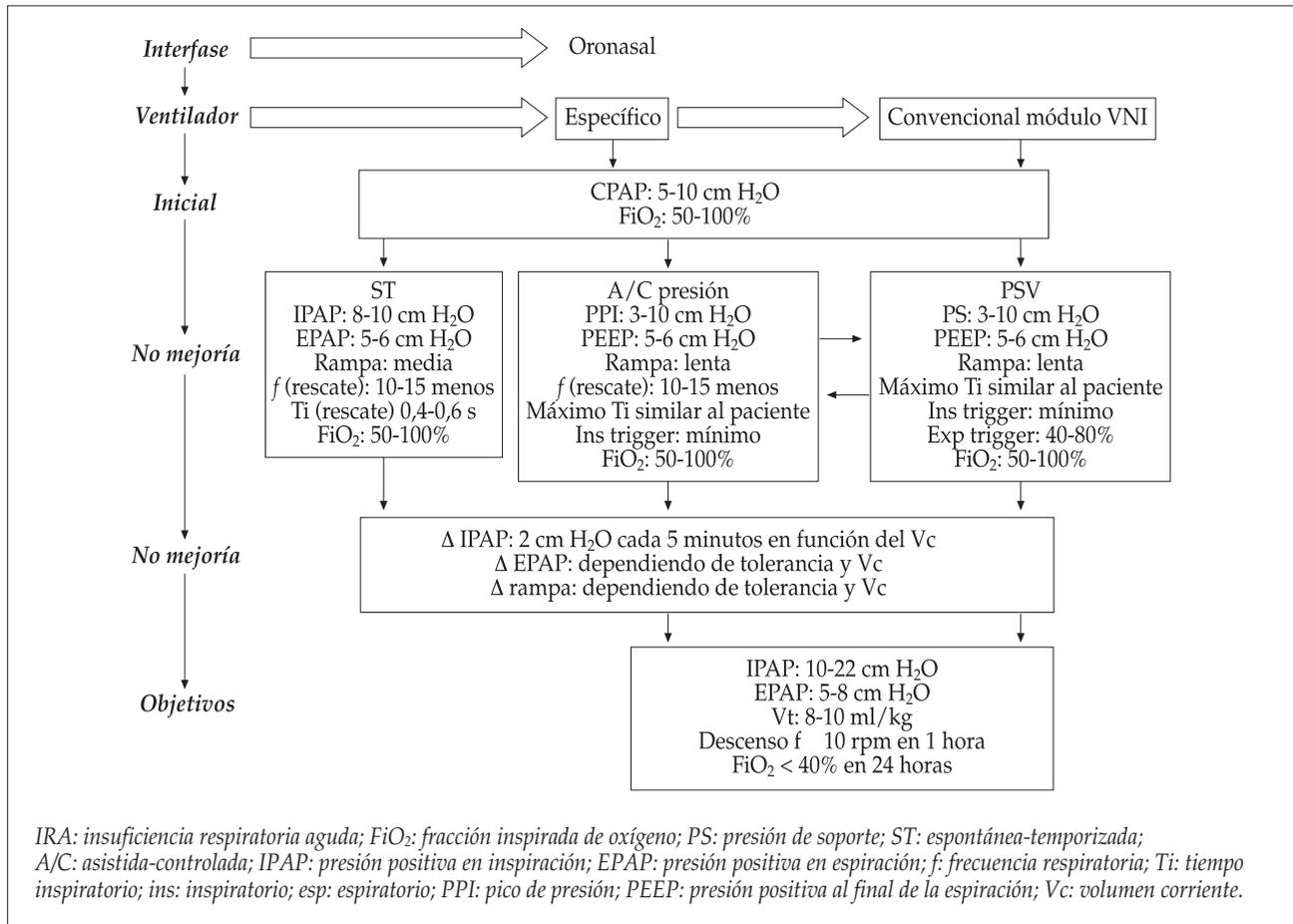


Figura 3. Algoritmo de la IRA tipo I.

METODOLOGÍA DE LA VNI EN EL PACIENTE AGUDO

El abordaje terapéutico de la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) con VNI se basa en la clasificación más actual del fallo respiratorio agudo⁽⁹⁾.

Insuficiencia respiratoria tipo I (ver algoritmo figura 3)

La IRA tipo I se caracteriza por la presencia de alteraciones de la ventilación/perfusión sin hipoventilación alveolar. En los niños, suele presentarse en pacientes con neumonía, edema agudo de pulmón, traumatismo torácico, síndrome de distrés respiratorio neonatal y síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). Algunos autores han demostrado como factor predictivo de fracaso su uso en pacientes con SDRA que presenten un índice PaO₂ (presión arterial de oxígeno)/FiO₂ (fracción inspirada de oxígeno) (P/F) inferior a 150-175 a la hora desde el inicio de la VNI^(10,11).

- **Selección de interfase:** modelo buconasal que se adapte mejor a la cara del paciente o en pacientes adolescentes el modelo facial completo. A falta de estudios controlados y basándonos en experiencias puntuales, la interfase tipo casco (*helmet*) con un respirador convencional o específico para dicha interfase puede ser una opción válida en el paciente pediátrico⁽¹²⁾. La interfase nasal puede probarse en lactantes o en pacientes mayores de 10 años colaboradores, y en aquellos que las fugas en la interfase buconasal sean demasiado elevadas y no estén confortables.
- **Selección de respirador:** la elección ideal es un respirador de VNI con mezclador de oxígeno, o en su defecto respiradores convencionales con módulo de VNI.
- **Selección de modalidad:** en estos pacientes, a priori podría ser suficiente el uso de una CPAP para conseguir el reclutamiento alveolar, como se observa en el síndrome de distrés neonatal; pero dado que la mayoría de

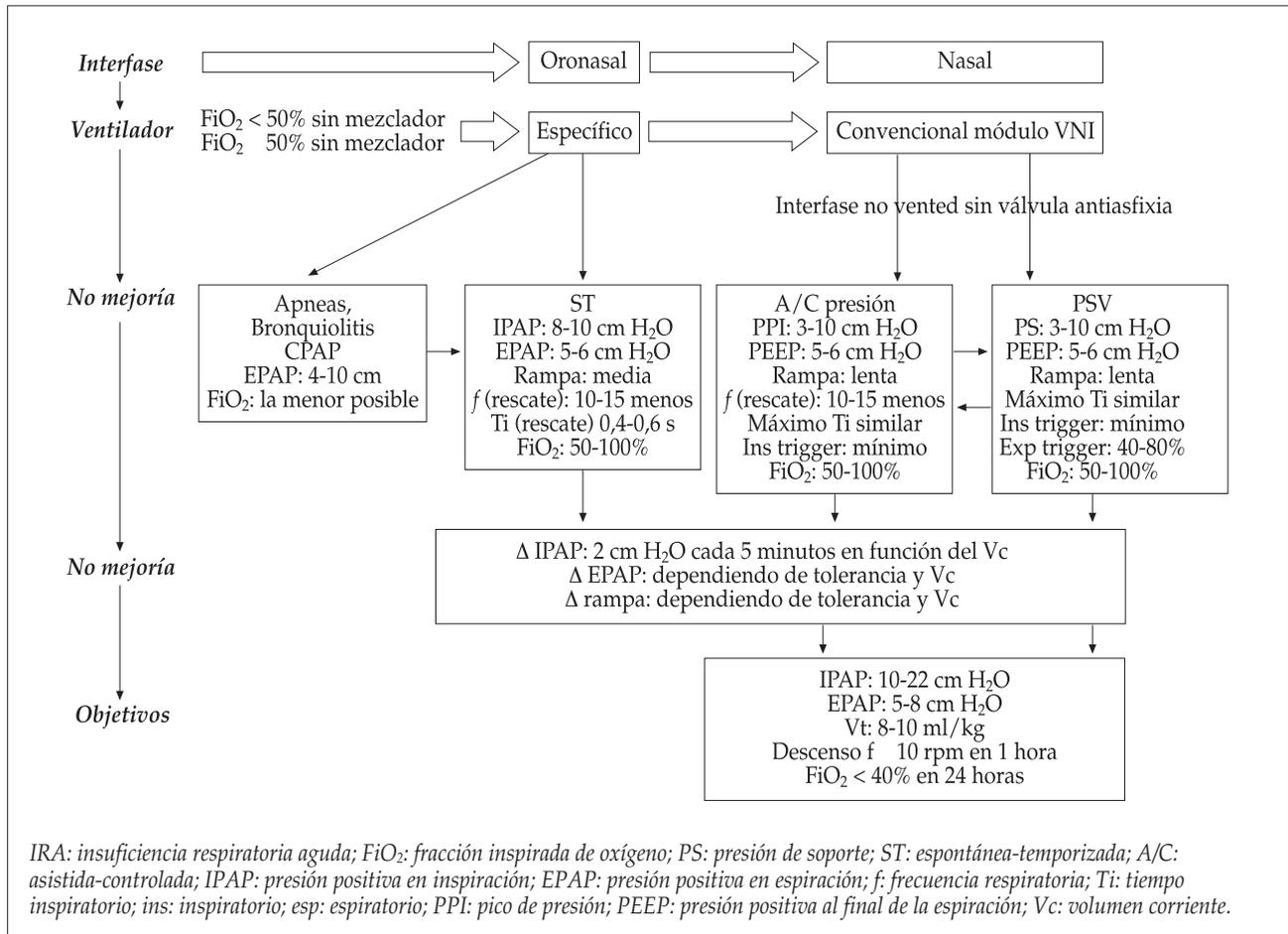


Figura 4. Algoritmo de la IRA tipo II.

pacientes ingresan en la UCIP con trabajo respiratorio importante y agotamiento, suelen necesitar modalidad PS para apoyar la musculatura inspiratoria y reducir más rápidamente el trabajo respiratorio.

Insuficiencia respiratoria tipo II (ver algoritmo figura 4)

El fallo respiratorio tipo II se caracteriza por la presencia de hipoventilación alveolar; suele asociarse a situaciones con afectación del impulso respiratorio, obstrucción de la vía aérea, debilidad neuromuscular, anomalías de la pared torácica y obesidad mórbida. En esta situación, el suplemento de oxígeno aislado no es un tratamiento adecuado, siendo imprescindible actuar sobre los factores que causan la hipoventilación alveolar.

- **Selección de interfase:** la mascarilla nasal es bien tolerada, pero necesita un periodo de adaptación dado que el paciente tiene que mantener la boca cerrada para evitar las fugas en el circuito. Este proceso acostumbra a ser

lento, aunque puede oscilar entre sólo unos minutos y varios días. Si el paciente está hipoxémico, es menor de 6 años o es poco colaborador será mejor iniciar la VNI con una interfase buconasal.

- **Selección de respirador:** como opción preferida se utilizan respiradores de presión específicos de VNI por su mejor sincronización y compensación de fugas. En lactantes menores de 3 meses, se consigue mejor sincronización inspiratoria con algunos modelos de respiradores de ventilación mecánica con módulo de VNI.
- **Selección de modalidad:** en la mayoría de estos pacientes, la etiología de la hipoventilación implica que se administren 2 niveles de presión (PS o PC). En aquellos casos, que exista obstrucción de la vía aérea, el CPAP puede mantener abierta la vía aérea y corregir la hipoventilación. También se ha demostrado en lactantes con bronquiolitis que el uso de CPAP puede ser suficiente para disminuir el trabajo respiratorio y mejorar la hipercapnia⁽¹³⁻¹⁶⁾.

TABLA III. FACTORES PREDICTORES DE ÉXITO O FRACASO DE VNI PUBLICADOS HASTA LA FECHA.

Autores	Año	Estudio	Número pacientes	Predictores
Essouri ⁽²²⁾	2006	Retrospectivo	114	Univariante: - SDRA - Puntuación PELOD elevada Univariante: - PRISM - Disminución de pCO ₂ a las 2 horas - Disminución de la FR a las 2 horas
Bernet ⁽²³⁾	2005	Retrospectivo	42	- FiO ₂ > 80% a la hora
Joshi ⁽²⁴⁾	2007	Retrospectivo	45	- Enfermedad pulmonar parenquimatosa - Edad < 6 años - FiO ₂ > 60% en primeras 24 h - pCO ₂ ≥ 55 mmHg en primeras 24 h
Larrar ⁽²⁵⁾	2006	Prospectivo. Bronquiolitis (CPAP nasal)	53	- PRISM - Disminución de la pCO ₂ a las 2 horas
Campion ⁽²⁶⁾	2006	Prospectivo. Bronquiolitis	63	- Apneas - Alta pCO ₂ pre-VNI - PRISM
Mayordomo-Colunga ⁽¹⁹⁾	2009	Prospectivo	116	- Fallo respiratorio tipo 1 - PRISM - Descenso de la frecuencia respiratoria a la hora y a las 6 horas
James ⁽²⁷⁾	2011	Retrospectivo	163 totales: - 83 VNI sin VMC previa - 80 postextubación	<u>Multivariante</u> FR pre-VNI. FiO ₂ a las 2 horas <u>Univariante</u> FR pre-VNI. pH pre-VNI. FiO ₂ pre-VNI. FiO ₂ a las 2 horas. <u>Multivariante</u> TA sistólica a las 2 horas <u>Univariante</u> TA sistólica y diastólica a las 2 horas.

SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo; PELOD: Paediatric logistic organ dysfunction; PRISM: pediatric risk of mortality; pCO₂: presión parcial de CO₂ en sangre; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; VNI: ventilación no invasiva; CPAP: presión positiva continua sobre la vía aérea (continuous positive airway pressure).

METODOLOGÍA DE LA VNI EN EL PACIENTE CRÓNICO

- Selección de interfase: por su mayor confort, menor espacio muerto y seguridad se prefieren las interfases nasales; en niños con lesiones cutáneas en el puente nasal se pueden utilizar interfases tipo Adams.
- Selección de respirador: se utilizan respiradores específicos de VNI domiciliarios.
- Selección de modalidad: se realizará en función de la patología:
 - Las apneas obstructivas se suelen manejar bien con una CPAP.

- El resto de patologías suelen precisar una modalidad PS; sólo ocasionalmente en pacientes con patología restrictiva grave será necesario utilizar modalidades mixtas o volumétricas para garantizar la entrega de un volumen corriente adecuado.

COMPLICACIONES DE LA VNI

Las complicaciones de la técnica, en general, son leves y se relacionan con la interfase (úlceras por presión, conjuntivitis secundaria a fugas)⁽¹⁷⁾. Los protocolos de cuidados

de enfermería permiten reducir ampliamente su frecuencia en unidades experimentadas.

Aunque raramente, pueden observarse también neumotórax y distensión gástrica. La complicación más grave es el retraso de la intubación del paciente, especialmente cuando se realiza una indicación inadecuada.

Entre las complicaciones descritas en VNI domiciliaria, destaca la hipoplasia malar con maloclusión secundaria.

FRACASO DE LA VNI

Uno de los puntos clave dentro de la aplicación de la VNI es la identificación de aquellos pacientes con alto riesgo de fracaso de la técnica para cambiar precozmente la estrategia ventilatoria a VMC.

En relación con esto han sido publicados diferentes artículos que intentan identificar los factores predictores de fracaso de la VNI en la población infantil (Tabla III).

Los principales marcadores de éxito son derivados de la respuesta clínica, la edad y la gravedad del paciente. La respuesta clínica suele producirse en la primera hora, reduciéndose la taquipnea y el tiraje o bien en caso contrario, precipitándose la intubación por el incremento de trabajo respiratorio inducido por la desadaptación a la VNI o la progresión de la enfermedad de base. Los parámetros que han demostrado mayor sensibilidad para determinar la eficacia de la VNI son el descenso de la FiO_2 , el descenso de la frecuencia respiratoria y el aumento del volumen corriente administrado, así como la mejoría del pH y el índice P/F⁽¹⁸⁾.

En uno de los trabajos con mayor número de episodios estudiados⁽¹⁹⁾ uno de los principales factores pronósticos encontrados fue la IRA tipo 1 (fracaso respiratorio hipoxémico). Otro estudio identificó el SDRA como factor predictivo de fracaso⁽²⁰⁾. En este tipo de pacientes es imprescindible el control estricto del S/F y en pacientes con SDRA incluso del P/F, para evitar el retraso en la intubación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Teague GT. Non invasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. *Pediatr Pulmonol*. 2003; 35: 418-26
2. Teague WG. Non-invasive positive pressure ventilation: current status in pediatric patients. *Paediatric Respiratory Reviews*. 2005; 6: 52-60.
3. Khemani RG, Patel NR, Bart RD, III, Newth CJ. Comparison of the pulse oximetric saturation/fraction of inspired oxygen ratio and the PaO_2 /fraction of inspired oxygen ratio in children. *Chest*. 2009; 135(3): 662-668.
4. Khemani RG, Thomas NJ, Venkatachalam V, Scimeme JP, Berutti T, Schneider JB et al. Comparison of SpO_2 to PaO_2 based markers of lung disease severity for children with acute lung injury. *Crit Care Med*. 2012.
5. Concha A, Medina A, Pons M, Martínón-Torres F. Interfases. En: Medina A, Pons M, Martínón-Torres F (eds). *Ventilación no invasiva en Pediatría*. Madrid: Ergon; 2009. p. 27-38.
6. Gáboli M, Mayordomo J, Gomez de Quero P, Pons M. Condiciones y ámbitos para la aplicación de la ventilación no invasiva. En: Medina A, Pons M, Martínón-Torres F (eds). *Ventilación no invasiva en Pediatría*. Madrid: Ergon; 2009. p. 20-25.
7. Fauroux B, Itti E, Pigeot J, Isabey D, Meignan M, Ferry G et al. Optimization of aerosol deposition by pressure support in children with cystic fibrosis: an experimental and clinical study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162: 2265-2271.
8. Soma T, Hino M, Kida K, Kudoh S. A prospective and randomized study for improvement of acute asthma by non-invasive positive pressure ventilation (NPPV). *Intern Med*. 2008; 47: 493-501.
9. M Pons, T Gili. A Medina. Metodología en el paciente pediátrico agudo. En: *Ventilación no invasiva en Pediatría*. 2ª Edición. Madrid: Ergon; 2009. p. 61-66.
10. Antonelli M, Conti G, Esquinas A, Montini L, Maggiore SM, Bello G et al. A multiple-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2007; 35: 18-25.
11. Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzalez-Diaz G, Confalonieri M et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med*. 2001; 27: 1718-1728.
12. Piastra M, Antonelli M, Chiaretti A, Polidori G, Polidori L, Conti G. Treatment of acute respiratory failure by helmet-delivered non-invasive pressure support ventilation in children with acute leukemia: a pilot study. *Intensive Care Med*. 2004; 30: 472-476.
13. Thia LP, McKenzie SA, Blyth TP, Minasian CC, Kozłowska WJ, Carr SB. Randomised controlled trial of nasal continuous positive airways pressure (CPAP) in bronchiolitis. *Arch Dis Child*. 2008; 93: 45-47.
14. Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, Los AM, Concha A, Menendez S. Success and failure predictors of non-invasive ventilation in acute bronchiolitis. *An Pediatr (Barc)*. 2009; 70: 34-39.
15. Cambonie G, Milesi C, Jaber S, Amsallem F, Barbotte E, Picaud JC et al. Nasal continuous positive airway pressure decreases respiratory muscles overload in young infants with severe acute viral bronchiolitis. *Intensive Care Med*. 2008; 34: 1865-1872.
16. Martinon-Torres F, Rodriguez-Nunez A, Martinon-Sanchez JM. Nasal continuous positive airway pressure with heliox versus air oxygen in infants with acute bronchiolitis: a crossover study. *Pediatrics*. 2008; 121: e1190-e1195.
17. Pons M. Complicaciones y problemas técnicos de la VNI. En: Medina A, Pons M, Martínón F, eds. *Ventilación no invasiva en Pediatría*. 2ª Edición. Madrid: Ergon; 2009. p. 85-90.
18. Lobete Prieto C, Medina Villanueva A, Modesto I Alapont V, Rey Galán C, Mayordomo Colunga J, los Arcos Solas M. Prediction of PaO_2/FiO_2 ratio from SpO_2/FiO_2 ratio adjusted by transcutaneous CO_2 measurement in critically ill children. *An Pediatr (Barc)*. 2011; 74: 91-6.

19. Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, et al. Predictive factors of non invasive ventilation failure in critically ill children: a prospective epidemiological study. *Intensive Care Med.* 2009; 35: 527-36.
20. Essouri S, Chevret L, Durand P, Haas V, Fauroux B, Devictor D. Noninvasive positive pressure ventilation: five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med.* 2006; 7: 329-334.
21. Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, Concha A, Menéndez S, Arcos ML, Vivanco-Allende A. Non-invasive ventilation in pediatric status asthmaticus: a prospective observational study. *Pediatr Pulmonol.* 2011; 46: 949-55.
22. Essouri S, Chevret L, Durand P, Haas V, Fauroux B, Devictor D. Noninvasive positive pressure ventilation: five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med.* 2006; 7: 329-34.
23. Bernet V, Hug MI, Frey B. Predictive factors for the success of noninvasive mask ventilation in infants and children with acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med.* 2005; 6: 660-4.
24. Joshi G, Tobias JD. A five-year experience with the use of BiPAP in a pediatric intensive care unit population. *J Intensive Care Med.* 2007; 22: 38-43.
25. Larrar S, Essouri S, Durand P, Chevret L, Haas V, Chabernaude JL, Leyronnas D, Devictor D. Effects of nasal continuous positive airway pressure ventilation in infants with severe acute bronchiolitis. *Arch Pediatr.* 2006; 13: 1397-403.
26. Campion A, Huvenne H, Leteurtre S, Noizet O, Binoche A, Diependaele JF, Cremer R, Fourier C, Sadik A, Leclerc F. Non-invasive ventilation in infants with severe infection presumably due to respiratory syncytial virus: feasibility and failure criteria. *Arch Pediatr.* 2006; 13: 1404-9.
27. James CS, Hellewell CP, James DP, Wade A, Mok QQ. Predicting the success of non-invasive ventilation in preventing intubation and re-intubation in the paediatric intensive care unit. *Intensive Care Med.* 2011; 37: 1994-2001.