

VENTILACIÓN NO INVASIVA EN PEDIATRIA

Martí Pons Òdena

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Sant Joan de Déu. Barcelona

Teresa Gili Bigatà

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos

Corporació Sanitaria Parc Taulí. Sabadell

Dirección:

INTRODUCCIÓN

La necesidad de minimizar la agresividad y las complicaciones de las medidas terapéuticas en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) o crónica agudizada (IRCA), ha favorecido la reutilización de la ventilación no invasiva (VNI), o sea sin intubación traqueal. La VNI fue utilizada hace aproximadamente 40 años con los pacientes que desarrollaban IRA en el transcurso de la poliomielitis, entonces se realizaba ejerciendo una presión negativa sobre la caja torácica con los llamados pulmones de acero. Actualmente, la técnica más extendida es la VNI con presión positiva, que se realiza mediante una interfase (nasal o facial) sujeta con arneses. La aplicación de esta técnica ventilatoria en adultos tiene casi 20 años de evolución, pero su introducción en el paciente pediátrico se inicia a mediados de los años 90 en Estados Unidos. Recientemente, se ha publicado el primer ensayo clínico pediátrico que demuestra la eficacia de la técnica en el paciente agudo en UCIP.

INDICACIONES

Las indicaciones de la VNI en pediatría se dan tanto en la fase aguda en el ámbito hospitalario como de forma continua en el domicilio.

Las patologías susceptibles de beneficiarse de ésta técnica en fase aguda son las mismas que necesitan ventilación invasiva pero en un estadio menos avanzado de insuficiencia respiratoria, hemodinámica o neurológica.

Insuficiencia respiratoria aguda

Dentro de las aplicaciones en los pacientes pediátricos críticos (Tabla 1), destaca especialmente su utilidad en el rescate de pacientes con hipoventilación (fallo respiratorio tipo II) en el periodo inmediato post-extubación con alto riesgo de reintubación (eficacia en 85% de los casos), como por ejemplo pacientes neuromusculares tras intervención correctora de escoliosis. Con relación a la insuficiencia respiratoria tipo I, los resultados suelen ser peores, pero en un 65% de casos (Datos EPIVENIP) se puede conseguir evitar la intubación; en este aspecto la VNI durante la fase precoz de la insuficiencia respiratoria aguda en pacientes oncológicos puede convertirse en una posibilidad terapéutica. No se debe olvidar su uso en el cuidado paliativo del paciente con enfermedad incurable para aliviar los síntomas asociados a la disnea.

Insuficiencia respiratoria crónica

La VNI domiciliar está siendo utilizada sobre todo en pacientes con enfermedades neuromusculares que predisponen a la repetición de problemas respiratorios. En el paciente con patología neuromuscular, la hipodinamia es causante de aparición de atelectasias, siendo el riesgo superior durante la noche al disminuir el impulso voluntario de la

respiración, y generarse un volumen corriente inferior. Como es lógico, este problema se acentúa en presencia de infecciones respiratorias, pues la producción de moco junto con un menor drenaje del mismo, facilita la impactación del moco en la vía aérea. Así pues, parece claro que una técnica que asegure un volumen corriente adecuado, mientras el paciente duerme y presenta riesgo de hipoventilar, representa un avance. La aplicación nocturna de una asistencia ventilatoria domiciliaria permite al paciente disfrutar de un periodo de sueño correcto, mantener una autonomía durante el día mejorando la cefalea y la hipersomnolencia diurna, minimizar el riesgo de aparición de lesiones en el puente nasal por el uso continuo de la interfase y reducir el número de hospitalizaciones por sobreinfecciones respiratorias y los costes sanitarios. La aplicación durante el día puede ser necesaria en situaciones puntuales como infecciones respiratorias o cuando se instaura un deterioro secundario a defectos de la caja torácica (cifoescoliosis). En estos pacientes la VNI está indicada cuando presentan criterios de insuficiencia crónica respiratoria hipercápnic (Tabla 2) con empeoramiento nocturno confirmado por registro de frecuencia cardíaca, respiratoria y pulsioximetría (Polisomnografía). En las situaciones donde la ventilación no invasiva no aumenta la supervivencia puede tener un papel en paliar los síntomas y poder recibir los cuidados en casa.

Los niños con síndrome de apnea de obstructiva del sueño (SAOS) secundaria a obesidad, malformaciones craneofaciales o SAOS idiopática persistente después de realizar adenoamigdalectomía pueden requerir VNI nocturna de forma permanente. También pueden requerir VNI en el periodo perioperatorio inmediato, o cuando sufren sobreinfecciones respiratorias. Asimismo, se ha establecido su utilidad en la fase pre-trasplante de los pacientes afectos de fibrosis quística.

CONTRAINDICACIONES

La tabla 3 recoge las contraindicaciones de la VNI. La alteración de conciencia profunda con ausencia del reflejo de tos e incapacidad de eliminación de secreciones, la inestabilidad hemodinámica, situación de parada respiratoria inminente, la insuficiencia respiratoria grave, el SDRA con $(paO_2/FiO_2 < 150)$, la presencia de un neumotórax no drenado y las complicaciones locales son las contraindicaciones más importantes. En el postoperatorio cardíaco ante la presencia de arritmias puede ser arriesgado aumentar el trabajo respiratorio del paciente. La falta de material adecuado y/o experiencia suficiente debe ser una contraindicación clara para iniciar la VNI especialmente en aquellas situaciones en que se ha detectado una menor eficacia de la técnica: lactantes menores de 6 meses, niños hipoxémicos y status asmático.

MATERIAL NECESARIO

Apósito hidrocoloide:

La utilización de apósitos hidrocoloides, que se colocan en los puntos de apoyo amortiguando la presión cutánea, es un recurso fundamental que suele dar excelentes resultados. Siempre, deben colocarse antes de iniciar la VNI, para evitar una nueva manipulación del paciente cuando ya hemos conseguido la tan preciada sincronización.

Las zonas de mayor riesgo son la zona del puente nasal, surco nasogeniano.

Interfases:

Existen interfases nasales, naso-bucales, y de cara completa. Actualmente se está empezando a utilizar la interfase tipo casco (helmet) en Italia. Se clasifican en función de su disponibilidad de orificios espiratorios en la propia interfase. Las interfases con orificios espiratorios sólo pueden utilizarse en respiradores específicos de VNI pues compensan adecuadamente esas fugas controladas y al tener una tubuladura simple necesitamos una zona de eliminación del CO₂. En los respiradores convencionales, que poseen tubuladura con rama espiratoria para eliminar el CO₂, la presencia de una interfase con orificio espiratorio, nos daría problemas para alcanzar la presión programada ya que no compensarían éstas fugas. Algunas interfases buconasales disponen de válvula antiasfixia, y tampoco deben ser usadas con respiradores convencionales, pues la insuficiente compensación de fugas hace que se abra la válvula y el paciente respire aire ambiente y no sea capaz de activar el trigger inspiratorio.

Una buena interfase debe reunir una serie de características básicas: ser un compartimento estanco y poco distensible, ofrecer baja resistencia al flujo y tener un espacio muerto mínimo. Tiene que ser confortable, ligera, fácil de colocar, inodora, sin látex, adaptable a diferentes tamaños y estética.

La interfase nasobucal es más adecuada para situaciones agudas en que el paciente no pueda respirar sólo por la nariz porque esté muy disneico o no colabore, pero es más claustrofóbica, con mayor riesgo de aspiración en caso de vómito y menos cómoda para el uso a largo plazo. El paciente puede hablar sin dificultad, pero será difícil entenderle. En lactantes menores de 10 meses a veces es necesario usar interfases nasales grandes como buconasales.

La interfase facial completa minimiza la posibilidad de fugas, con los mismos inconvenientes que la interfase nasobucal.

La interfase nasal es más cómoda, pero precisa que el paciente mantenga la boca cerrada pues en caso contrario la compensación de fugas hará intolerable la interfase. Si el paciente intenta hablar, la compensación de las fugas genera gran discomfort. La colocación de mentoneras o arneses de sujeción del mentón puede ayudar a paliar en gran medida las fugas orales, aunque a veces basta con poner un chupete o que el paciente duerma de lado

con la cabeza apoyada en la almohada. Es importante en éste tipo de interfases ir observando frecuentemente que la propia interfase malposicionada o las secreciones del paciente tapen las narinas, sobretodo en niños pequeños.

Existen también interfases que no son propiamente mascarillas, como la interfase tipo Adams que se acopla en las fosas nasales y se apoya sobre el vértice craneal evitando producir apoyo sobre el puente nasal, o el helmet diseñado para adultos, que todavía tiene una difusión escasa entre los pediatras. Se están comercializando nuevos modelos sin apoyo en el puente nasal (pómulos).

Se debe evitar apretar excesivamente las interfases a la cara para minimizar las fugas ya que podría causar lesiones cutáneas y deformidades craneales. Por lo tanto, se acepta algo de fuga alrededor de la interfase y de hecho, los respiradores preparados para VNI funcionan bien con la presencia de estas fugas.

En el lactante y el neonato se suelen usar prótesis binasales cortas por su menor incremento de resistencias, aunque también se utiliza el tubo traqueal cortado como prótesis única nasofaríngea.

El material de la interfase es variable. La silicona es el componente principal en la mayoría, aunque la adaptación a la cara del paciente puede ser insuficiente. El gel de silicona tiene la ventaja de ser modelable y permitir un mejor acoplamiento a la cara del paciente.

Sistemas de sujeción:

La sujeción adecuada de la interfase se puede realizar mediante gorros o cinchas. El gorro es más fácil y rápido de colocar, pero permite una menor transpiración siendo incómodo en verano. Las cinchas precisan de un mayor entrenamiento para el ajuste adecuado pero son menos calurosas. Actualmente muchos modelos disponen de conectores de plástico para no tener que ajustar cada vez los velcros. La fijación en el helmet se realiza por debajo de las axilas mediante unas tiras acolchadas y en los lactantes con una especie de camiseta abrochada en la zona perineal.

Respirador:

Respiradores de VNI y convencionales

Respiradores de ventilación no invasiva (compensan fugas, fáciles de usar y programar, transportables, permiten uso domiciliario, permiten pocas modalidades, no todos tienen oxígeno incorporado, sólo algunos permiten monitorización). Existen respiradores ciclados por presión y ciclados por volumen, aunque se ha generalizado el uso de los presurométricos en ventilación nocturna por su portabilidad, tamaño, eficacia, tolerancia y bajo coste.

Respiradores convencionales con módulo de VNI, disponible en casi todos los nuevos modelos, compensan parcialmente las fugas, permiten ajustar manualmente el trigger espiratorio (algunos también automáticamente) y tienen mezclador de oxígeno.

Respiradores convencionales (no compensan fugas, no se sincronizan bien con el paciente, la alarma de volumen minuto bajo no puede anularse (deberemos engañar al respirador administrando un flujo de gas en la rama espiratoria) no tienen posibilidad de uso domiciliario, permiten más modalidades, mezclador de oxígeno). Son preferibles aquellos que sean capaces de generar flujo continuo y que dispongan de alarmas anulables. Su uso debería estar restringido a pacientes no complicados en caso de no disponer de ningún respirador para VNI.

Existen diferentes maneras de administrar CPAP sin disponer de respirador, entre ellas, CPAP de burbuja, CPAP de Bousignnac que precisa un caudalímetro de 30 litros, válvulas de PEEP adaptables a interfases, o el dispositivo Benveniste diseñado en los países escandinavos que tan sólo precisa un flujo de gas calentado y humidificado.

Administración de oxígeno.

El oxígeno se debe añadir en aquellos respiradores de VNI que no lleven mezclador de oxígeno; se puede intercalar una pieza en T en la parte proximal de la tubuladura (flujo más laminar) o entre la tubuladura y la interfase (FiO₂ más alta). En algunas interfases puede administrarse conectando la línea de oxígeno en unos orificios de la interfase pero se producen turbulencias y es más molesto. Se debe resaltar que se precisaran flujos altos de oxígeno para enriquecer el flujo al paciente debido a los altos flujos de aire que maneja el respirador 15-60 lpm para compensar las fugas; siendo la FiO₂ máxima teórica alcanzable de 50%.

Humidificación y aerosoles

La humidificación puede realizarse con tubuladuras especiales que permiten intercalar un humidificador, pero suelen disminuir la sensibilidad del trigger inspiratorio sobre todo en lactantes o pacientes neuromusculares. Actualmente se disponen de humidificadores para VNI regulados para mantener una temperatura de 34°C en la cara del paciente con el objetivo de conseguir una mayor tolerancia.

En cuanto a la aerosoles se puede administrar intercalando dispositivos de aerosolización en los circuitos de las tubuladuras o piezas que permiten conectar un dispositivo inhalador presurizado (metered dose inhaler).

MODALIDADES DE VENTILACIÓN NO INVASIVA

Existen diversas modalidades de ventilación no invasiva:

CPAP

Se genera un nivel de presión positiva en la vía aérea mediante un flujo continuo, siendo la respiración del paciente espontánea. En el paciente con fallo respiratorio tipo I (sin hipoventilación alveolar) ha demostrado su efectividad en el síndrome de distrés neonatal, lactantes con bronquiolitis y en el edema pulmonar. En pacientes con fallo respiratorio tipo II también se ha demostrado eficaz para pacientes con apneas y lactantes con bronquiolitis hipercápnicos. Su uso domiciliario habitual es el tratamiento del síndrome de apnea obstructiva. En el hospital, se puede administrar además de los respiradores específicos de VNI, mediante respirador convencional con módulo de VNI, o un tubo nasofaríngeo conectado a respirador convencional con flujo continuo (Galileo, Babylog 8000, SLE 5000, SLE 2000, Evita 4, Evita XL) o mediante un flujo continuo a través de una cánula de Benveniste, o válvulas externas de PEEP.

BiPAP: S/T

Es la modalidad de uso más generalizado para todo tipo de pacientes y situaciones clínicas y sólo está disponible en respiradores de VNI específica y en respiradores de VNI domiciliaria. Modalidad de presión producida mediante una turbina que administra dos niveles de presión (IPAP durante la inspiración, y EPAP durante la espiración) y que permite la sincronización con la respiración espontánea del paciente mediante un "trigger" controlado por una señal electrónica que sigue la curva de flujo del paciente con 150 milisegundos de decalaje, así como la compensación de las fugas alrededor de la interfase. Se pautan unas respiraciones de rescate (T) con un tiempo inspiratorio limitado (mínimo dependiendo del respirador 0,4-0,5 s).

Ventilación asistida proporcional

Modalidad asistida en que se programa una proporción de ayuda al esfuerzo inspiratorio del paciente; de esta manera el paciente recibe una presión de soporte proporcional a sus necesidades en cada ciclo respiratorio. Es una modalidad ventilatoria, incorporada en adultos con buenos resultados. No ha demostrado su superioridad en cuanto a resultados respecto a S/T, pero sí que se asocia a un mayor grado de confort. Su uso no se ha difundido a nivel pediátrico y actualmente está en desuso entre los adultos por la mayor complejidad de programación.

Modalidad sólo disponible en el BiPAP Vision, Puritan Bennett y en algún respirador de domiciliaria.

Modalidades mixtas

Dentro de las últimas incorporaciones, tanto en respiradores de VNI hospitalarios como domiciliarios están las modalidades presurométricas con volumen garantizado.

Están indicadas en pacientes con patrón restrictivo, en los cuales, con modalidad S/T existe el riesgo de no alcanzar volúmenes corrientes suficientes.

Otras modalidades

En respiradores específicos de VNI volumétricos (O'nyx) se puede programar presión soporte aislada o combinada con SIMV. Actualmente también está disponible en algún respirador VNI presurométrico para neonatos.

Respiradores convencionales con módulo de VNI

Presión soporte

A priori no presenta diferencias conceptuales sobre la ventilación mecánica; la presión pico se administra sobre la PEEP, a diferencia de la IPAP. Los respiradores convencionales de últimas generaciones disponen de mecanismos para limitar la desincronización. Se consigue mejorar la sincronización de la espiración del paciente a pesar de la fugas mediante un trigger espiratorio o final del ciclo inspiratorio que limita el tiempo inspiratorio.

Presión control

Su nombre más apropiado sería asistida /controlada de presión, pues se trata de una modalidad con trigger abierto, quedando delimitado de forma fija el tiempo inspiratorio en base a la frecuencia respiratoria y la I:E programada. Suele utilizarse cuando el paciente es incapaz de activar el trigger inspiratorio o persiste la desincronía durante la espiración por fuga elevada.

PARÁMETROS A FIJAR

Detallaremos las características básicas de la programación de los respiradores más utilizados para ventilación no invasiva, así como la programación más adecuada para el uso de ventiladores convencionales con módulo de VNI.

Programación del Respirador de VNI específico con mezclador de oxígeno

Modalidades:

- **CPAP**: presión continua en la vía aérea.
Se pauta EPAP y FiO₂. En algunos respiradores se pauta FR de rescate con la PPI necesaria para éstas
- **S/T**: el respirador garantiza un mínimo de respiraciones si la frecuencia respiratoria del paciente cae por debajo del valor programado o no es detectada por el respirador. En las respiraciones espontáneas le administra una presión de soporte igual hasta llegar a la IPAP.

Parámetros iniciales en **S/T**:

- IPAP: 8 cmH₂O.
- EPAP: 4 cmH₂O (es el valor mínimo posible).
- Algunos autores prefieren durante breves segundos empezar en CPAP o con diferencias mínimas (por ejemplo IPAP 5, EPAP 4) para optimizar la adaptación
- Frecuencia respiratoria de rescate. Tiempo inspiratorio al mínimo 0,4-0,5 s.
- Tiempo de rampa (o rise-time): 0,05-0,4 segundos en niños (más lento cuanto menor sea el niño y más rápido cuando más taquipneicos).
- FiO₂.
- Alarmas de frecuencia, volumen minuto, presión baja y presión alta

Las diferencias respecto al BiPAP domiciliarios son:

- Permite regular con precisión la concentración de FiO₂.
- Permite regular la rapidez de entrada de flujo inspiratorio desde 0,05 a 0,4 segundos (Rampa) lo que facilita la adaptación a los niños más pequeños
- Tiene monitorización gráfica de curvas de presión, volumen y flujo.
- Permite la monitorización de la frecuencia respiratoria, volumen corriente, volumen minuto y volumen de fugas.
- Tiene alarmas de volumen minuto.
- La rapidez y sensibilidad de los triggers suele ser superior

Programación del Respirador convencional con módulo de VNI

No se recomienda el uso de interfases con orificios espiratorios ni interfases con válvula anti-asfixia debido a la insuficiente compensación de las fugas en la mayor parte de respiradores convencionales aún con módulo de VNI.

Modalidad:

Puede programarse modalidad de Presión soporte y presión control. En la modalidad de presión soporte, las fugas comportan un alargamiento del tiempo inspiratorio (TI) dado que en esta modalidad el TI no finaliza hasta alcanzar la presión programada o se produce una

caída del pico flujo hasta el porcentaje determinado por el respirador (habitualmente el 25%)
Figura 1. Según el respirador puede reducirse el problema mediante el límite del TI o el Final del ciclo inspiratorio. De esta forma, se minimiza que el paciente inicie la espiración en contra del respirador con el consiguiente incremento del trabajo respiratorio, causando descoordinación y fracaso de la técnica.

Parámetros iniciales:

Presión soporte

- Sensibilidad al mínimo del trigger de flujo (evitando autociclado)
- Ajustar PEEP y PPI a 4cm respectivamente
- Aumentar valores progresivamente
- Final del ciclo inspiratorio entre el 40 y 70% o límite del Ti a 0,3-0,4 segundos
- Frecuencia de rescate
- FiO₂

Presión control (recomendada si la sincronía es mala en presión soporte)

- Ajustar la frecuencia respiratoria y el tiempo inspiratorio similar al paciente
- Sensibilidad al mínimo del trigger de flujo (evitando autociclado)
- Iniciar con PEEP y PPI a 4cm respectivamente
- FiO₂
- Aumentar valores progresivamente

Han salido al mercado dispositivos de sincronización a través de la captación del estímulo eléctrico diafragmático (NAVA) mediante electrodo en sonda esofágica que teóricamente permiten optimizar la relación paciente-respirador. Tanto en ventilación convencional como en VNI.

Programación del Respirador convencional

En aquellos centros en que no se disponga de respiradores específicos para VNI, los respiradores convencionales sin módulo de VNI pueden utilizarse en pacientes no complicados con fracaso respiratorio post-extubación. No se recomienda su uso para pacientes graves, hipoxémicos o de corta edad.

Modalidad:

Se recomienda la modalidad Asistida /Controlada de Presión, pues se adapta mejor a las fugas que las modalidades volumétricas; la sincronización no es óptima en pacientes muy taquipneicos y no realiza compensación de fugas. En la modalidad de presión soporte, como se ha descrito, las fugas comportan un incremento del trabajo respiratorio espiratorio, causando descoordinación y fracaso de la técnica.

En caso de usarse modalidad volumétrica deben pautarse volúmenes corrientes de 15-30 ml/kg para compensar las fugas y mantener una PEEP efectiva.

Asistida /Controlada de Presión

Parámetros iniciales

- Sensibilidad al mínimo, a ser posible trigger de flujo
- Ajustar PEEP y PPI a 4cm respectivamente
- Ajustar relación I:E en función del patrón predominante obstructivo/ restrictivo
- Ajustar la frecuencia respiratoria:
 - a) al máximo: frecuencia parecida a la del paciente y esperar si sincroniza
 - b) al mínimo, sólo si podemos pautar un TI similar al realizado por el paciente: permitir el ritmo respiratorio del paciente
- FiO₂
- En caso de fugas elevadas, se puede añadir un flujo de gas al asa espiratoria para engañar a la alarma de bajo volumen minuto y apnea.

VENTILACIÓN NO INVASIVA EN EL PACIENTE AGUDO

La VNI en pacientes con fallo respiratorio agudo o crónico reagudizado tiene como objetivos fundamentales mejorar la disnea y el trabajo respiratorio y corregir las alteraciones gasométricas. Por lo tanto, disminuir la necesidad de intubación traqueal.

Insuficiencia respiratoria tipo I

Indicación:

La necesidad de una adaptación rápida, limita el uso de esta técnica en la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica; a pesar de todo, si disponemos del equipo adecuado y experiencia se puede utilizar con éxito, evitándose la intubación. Algunos autores desaconsejan su uso en pacientes con SDRA y paO₂ /FIO₂ inferior a 150

- **Interfase:** Modelo buconasal que se adapte mejor a la cara del paciente o en pacientes adolescentes el modelo facial completo (Respironics), aunque no es la recomendación general, En los lactantes se usarán interfases nasales intermedias como buconasales. El uso del helmet está siendo introducido por grupos de investigación de adultos y pediátricos.

- **Respirador:** La elección ideal es un respirador de VNI con mezclador de oxígeno, o respiradores convencionales con módulo de VNI. En caso de disponer de un ventilador de VNI domiciliario se puede utilizar siempre que sea un caso leve con necesidades de oxígeno inferiores al 50%.

- Programación:

Respiradores de ventilación no invasiva:

Modalidad y parámetros iniciales:

Teóricamente podemos empezar con CPAP pues no existe hipoventilación alveolar, pero en los adultos se ha demostrado una mayor eficacia y rapidez para disminuir el trabajo respiratorio con el uso de S/T. Así pues, recomendamos un corto periodo de prueba en CPAP (valores entre 6 y 10 cm); si no se consigue rápidamente aliviar el trabajo respiratorio del paciente se deberá pasar a modalidad S/T: IPAP: 10 cmH₂O, EPAP: 5 cmH₂O. Incrementos de IPAP de 2 en 2 cm. FiO₂ para mantener saturación de Hemoglobina > 95%. Los valores objetivos de IPAP eficaz oscilan entre 10 y 25 cmH₂O. Los valores objetivos de EPAP oscilan entre 5-12 cmH₂O. En el manejo del SDRA la interfase tipo casco (helmet) permite administrar EPAP 10-15 cmH₂O.

Respiradores convencionales con módulo de VNI:

A priori, la modalidad ventilatoria mejor tolerada debería ser la presión soporte:

Los parámetros iniciales a pautar son PEEP 5 cm, PS 5 cm (sobre PEEP), final de ciclo inspiratorio (también llamado sensibilidad del trigger espiratorio) al máximo (70-80% según el respirador); También normalmente se pauta una frecuencia de rescate con un tiempo inspiratorio (aconsejable que sea corto, inferior a 0,5 segundos).

Pero, en muchas ocasiones no es posible conseguir una correcta sincronización espiratoria; en este caso la modalidad Asistida/Controlada de presión con una frecuencia respiratoria y un tiempo inspiratorio ajustados a lo que realiza espontáneamente el paciente es una excelente opción. Los parámetros iniciales son PEEP 5 cm, PC 5 cm, FR y tiempo inspiratorio similar al paciente.

Insuficiencia respiratoria tipo II

Interfase: La interfase nasal es bien tolerada, pero necesita de un proceso de adaptación dado que el paciente tiene que mantener la boca cerrada para evitar las fugas en el circuito. Este proceso de adaptación acostumbra a ser lento, aunque puede oscilar entre sólo unos minutos y varios días. Por tanto, en la mayoría de los pacientes agudos o con hipoxemia marcada será posiblemente más eficaz una interfase buconasal. Si es posible, seleccionaremos una interfase con orificio espiratorio.

Respirador: Como opción preferida se utilizan respiradores específicos de VNI que administren 2 niveles de presión de forma sincronizada con la respiración del paciente (presión inspiratoria- IPAP, presión espiratoria- EPAP).

- Programación:

Respiradores de ventilación no invasiva:

Modalidad: Debido a la hipoventilación, se debe empezar siempre una S/T, excepto en los síndromes de apneas obstructivas, que en su mayoría con una CPAP adecuada se solventará la obstrucción de la vía aérea.

Parámetros iniciales IPAP: 8 cmH₂O, EPAP: 4 cmH₂O. Incrementos progresivos de 2 en 2 cm. de IPAP, una vez conseguida la tolerancia a la interfase, hasta alcanzar una IPAP entre 10-20 cm. En pacientes con atelectasia y/o hipercapnia se recomienda elevar la EPAP hasta 6 –8 cmH₂O.

Respiradores convencionales con módulo de VNI:

En presión soporte pautaríamos una PEEP 4 cm, PS 4 cm (sobre PEEP) y final de ciclo inspiratorio al máximo. También se pauta una frecuencia de rescate con un tiempo inspiratorio inferior a 0,5 segundos.

De igual forma al fracaso respiratorio de tipo I, si no es posible conseguir una correcta sincronización espiratoria cambiaremos a modalidad de Asistida/Controlada con FR y tiempo inspiratorio ajustados a lo que realiza espontáneamente el paciente. Los parámetros iniciales son PEEP 4 cm, PC 4 cm., FR y tiempo inspiratorio similar al paciente.

MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA

Los parámetros a vigilar y monitorizar durante la VNI son:

- Frecuencia respiratoria

- Volumen corriente administrado

- Volumen de fugas (0-6 lpm: interfase muy ajustada; 7-25 lpm: correcta; 26-60 lpm: ajustar interfase; > 60 lpm: precaución)

- Score de dificultad respiratoria

- Pulsioximetría

- Capnometría transcutánea

- Control gasométrico capilar/arterial (pH, pCO₂)

Las complicaciones a vigilar son:

- Fugas excesivas

- Presencia de distensión abdominal

- Aparición de úlceras de decúbito

- Desarrollo de neumotórax en pacientes con trauma torácico

Respuesta clínica:

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. Los parámetros que han demostrado mayor sensibilidad para determinar la eficacia de la VNI son el descenso de la FiO₂ el descenso de la FR y el aumento del volumen corriente administrado, así como la mejoría del pH.

VENTAJAS

Las ventajas de la VNI derivan sobre todo de la eliminación de las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica convencional (barotrauma, neumonía asociada al ventilador, lesiones laringotraqueales, traqueitis necrotizante, polineuropatía asociada al uso de paralizantes musculares, etc.). Así pues, supone un nuevo paradigma que rompe el axioma por el cual todo paciente con insuficiencia respiratoria moderada/grave precisa intubación traqueal y conexión a un respirador.

En su uso domiciliario, en pacientes neuromusculares, se ha demostrado una mejoría en la calidad de vida, mejorando el descanso nocturno, disminuyendo la tasa de complicaciones respiratorias, así como la frecuencia de ingresos hospitalarios. Posiblemente en pocos años se podrá demostrar también una prolongación de la vida media de este grupo de pacientes.

INCONVENIENTES Y COMPLICACIONES

La ventilación no invasiva no está exenta de inconvenientes. Dentro de los más frecuentes es el mayor requerimiento de atención y trabajo sobre el paciente para ajustar la interfase, minimizar las fugas y así conseguir una buena adaptación al respirador. Otro inconveniente, a veces difícil de salvar, es la carencia del material adecuado, como respiradores específicos de VNI, modelos de interfase etc., lo cual conduce a una tasa de éxito menor y también en una pérdida de confianza en la técnica. Finalmente, en el paciente pediátrico existen muchas variables (edad, variedad de patología etc.) que limitan su uso a un número relativamente pequeño de pacientes con insuficiencia respiratoria dificultando la adquisición de experiencia para manejo de pacientes complejos.

Las complicaciones asociadas a la VNI se dividen en 2 grupos:

Relacionadas con la interfase:

- Intolerancia

Suele ser causada por el incremento de flujo secundario a la compensación de fugas.

También puede ser debido a alteraciones neurológicas secundarias a la hipercapnia-hipoxemia o la sensación de claustrofobia. El ajuste adecuado de la interfase, o el cambio a otro tipo de interfase que sea más adecuado al perfil del paciente solucionarán la mayor parte de las intolerancias. En pacientes angustiados puede utilizarse durante las primeras horas sedación endovenosa continua con midazolam o propofol a dosis bajas.

- Dermatitis irritativa

Se produce en la zona de apoyo de la interfase. Puede conducir a necrosis cutánea en el puente nasal. Era, hasta hace poco, la complicación más frecuente en los pacientes que

precisaban VNI de forma continua. La prevención se basa en la interposición de apósitos especiales antiescaras, realizar periodos de descanso, la alternancia de 2 modelos de interfase diferente o el uso de una interfase tipo Adams (apoyo directo sobre las fosas nasales, ver figura 2)

- Conjuntivitis irritativa

La fuga de aire por los bordes laterales de la interfase puede causar irritación conjuntival. Su prevención y tratamiento es el ajuste adecuado de la interfase o el cambio a un modelo con perfil más acorde con la cara del paciente.

- Hipercapnia.

El uso de interfases faciales con un importante espacio muerto condiciona un riesgo de hipercapnia durante la VNI. Para evitarla se recomienda el uso de la interfase con menor espacio muerto posible y usar un valor de EPAP entre 6-8 cm. para reducir la reinhalación. Se debe recordar que una EPAP por debajo de 4 cm. no garantiza, en los circuitos de fuga controlada, la eliminación del aire espirado pudiendo ser el causante de la hipercapnia por reinhalación. Existen válvulas (Plateau) que intercaladas en el circuito tienen una mayor capacidad de eliminar CO₂ que el orificio espiratorio normal. La administración de un flujo de gas cerca del orificio espiratorio genera turbulencias que favorecen la eliminación

- Rinitis vasomotora que se puede resolver con vasoconstrictores o esteroides tópicos

Relacionadas con la presión en la vía aérea

- Distensión gástrica

Esta complicación suele presentarse sólo con presiones inspiratorias superiores a 25 cm de agua, aunque en pacientes neuromusculares puede presentarse con presiones inferiores a 20 por la debilidad de la musculatura diafragmática. El riesgo asociado de vómito hace que sea una complicación potencialmente grave. Para prevenirla se recomienda usar la presión mínima efectiva para ventilar al paciente. Algunos autores minimizan esta complicación administrando fármacos contra la aerofagia (Aerored o similares) y recomendando la posición de decúbito lateral izquierdo durante la ventilación. Esta descrita la aparición de síndrome compartimental abdominal en paciente adulto no portador de sonda nasogástrica durante la VNI.

- Asincronía

Presiones superiores a 20 cmH₂O pueden hacer que el paciente inicie espiraciones activas antes del final de la insuflación del respirador, circunstancia que favorece la aparición de asincronías

- Aspiración alimentaria

En los pacientes que mantienen una ingesta oral o por sonda nasogástrica existe el riesgo del vómito y aspiración alimentaria, sobre todo en aquellos portadores de interfase facial.

Para disminuir el riesgo se recomienda, en la VNI intermitente, no realizar VNI durante las 2 horas post-ingesta. En aquellos pacientes que precisen VNI continua y estén alimentados por sonda enteral se recomienda el débito continuo asociando procinéticos. Aunque la sonda transpilórica no descarta la posibilidad de reflujo puede ser útil.

- Hiperinsuflación pulmonar
- Herniación orbitaria

Está descrita, de forma excepcional, en pacientes con fractura etmoidal en que se produce una comunicación con la fosa orbitaria.

Finalmente, queremos resaltar, que seguramente la complicación más grave asociada a la VNI es su uso en pacientes con contraindicaciones para la misma, o la demora en establecer una ventilación mecánica convencional en aquellos pacientes que la VNI no está siendo efectiva o les surge una contraindicación durante el tratamiento.

Estudios aleatorizados en adultos demuestran un aumento de mortalidad en los pacientes sometidos a VNI que se mantienen durante más de 24 horas sin signos claros de mejoría y precisan ser intubados.

BIBLIOGRAFIA

1. Padman R, Lawless ST, Von Nessen S. Use of BIPAP by nasal mask in the treatment of respiratory insufficiency in pediatric patients: preliminary investigation. *Pediatric Pulmonol* 1994;17:119-123.
2. Padman R, Lawless ST, Kettrick RG. Noninvasive ventilation via bilevel positive airway pressure support in pediatric practice. *Crit Care Med* 1998; 26:169-173.
3. Netzer N, Werner P, Korinthenberg R, Matthys H. Nasal BIPAP respiration with controlled respiratory mode in neuromuscular diseases and severe kyphoscoliosis. *Pneumologie* 1995; 49 (Suppl 1):161-164.
4. Diaz-Lobato S, Dorgham A, García Tejero MT, Redondo MA, Echevarri C, Martinez J et al. Home mechanical ventilation by nasal mask in a patient with Duchenne's disease. *Rev Neurol* 1996; 24:562-563.
5. Nirajan V, Bach JR. Noninvasive management of pediatric neuromuscular ventilatory failure. *Crit Care Med* 1998; 26:2061-2065.
6. Guilleminault C, Philip P, Robinson A. Sleep and neuromuscular disease: bilevel positive airway pressure by nasal mask as a treatment for sleep disordered breathing in patients with neuromuscular disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998; 65:225-232.
7. 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: 1059-1064.
8. Fortenberry JD. Noninvasive ventilation in children with respiratory failure. *Crit Care Med*. 1998; 26: 2095-2096.
9. Padman R, Lawless ST, Kettrick RG. Noninvasive ventilation via bilevel positive airway pressure support in pediatric practice. *Crit Care Med*. 1998; 26: 169-173.
10. Padman R, Nadkarni VM. Noninvasive nasal mask positive pressure ventilation in a pediatric patient with acute hypoxic respiratory failure. *Pediatr Emerg Care*. 1996;12:44-47.
11. Hill NS. Complications of noninvasive ventilation. *Respir Care*. 2000; 45:480-481.
12. García Teresa MA, Martín Barba C. Ventilación no invasiva. En López-Herce, C Calvo, M Lorente, D. Jaimovich (eds). *Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos*. Ed Publimed Madrid 2001, pp 655-660.
13. José Alberto Medina Villanueva, José Andrés Concha Torre y Corsino Rey Galán. *Sistemas de ventilación no invasiva*. UCIP. Departamento de Pediatría. Hospital Universitario Central de Asturias.
14. Norregaard O. Noninvasive ventilation in children. Series "Noninvasive ventilation in acute and chronic respiratory failure". *European Respiratory Journal* 2002. Nov 20(5): 1332-42

15. Díaz Lobato S, Mayorales Alises S. Noninvasive ventilation. *Archives Bronconeumology* 2003. Dec 39(12): 566-579
16. Medina Villanueva A, Prieto Espuñes M, Los Arcos Solas C, Rey Galán A, Concha de la Torre S. Aplicación de la ventilación no invasiva en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. *Anales de Pediatría* 2005. 62(1): 13-19
17. Codazzi D, Nacoti M, Passoni M, Bonanomi E, Sperti LR, Fumagalli R. Continuous positive airway pressure with modified helmet for treatment of hypoxemic acute respiratory failure in infants and a preschool population: a feasibility study. *Pediatric Critical Care Medicine* 2006. Sep 7(5): 495-460
18. Bernet V, Hug MI, Frey B. Predictive factors for the success of noninvasive mask ventilation in infants and children with acute respiratory failures. *Pediatric Critical Care Medicine* 2005. Nov 6(6): 660-664
19. Juvet P, Morneau S, Payen V, Santschi M. Non invasive ventilation in children. *Archives de Pédiatrie* 2006. 13: 804-809.
20. Ward S, Chatwin M, Heather S, Simonds AK. Randomised controlled trial of non-invasive ventilation for nocturnal hypoventilation in neuromuscular and chest wall disease patients with daytime normocapnia. *Thorax* 2005. 60: 1019-1024

TABLA 1. INDICACIONES DE LA VENTILACIÓN NO INVASIVA EN PEDIATRÍA

Insuficiencia respiratoria tipo I

Edema agudo de pulmón.

Neumonía

Status asmático

Traumatismo torácico

Insuficiencia respiratoria en paciente oncológico.

Bronquiolitis

Insuficiencia respiratoria tipo II

Insuficiencia respiratoria post-extubación

Atelectasias

Síndrome de apnea obstructiva del sueño

Enfermedades neuromusculares

Bronquiolitis

Fibrosis quística: Fase pre-trasplante

TABLA 2. INDICACIONES DE VENTILACIÓN NO INVASIVA DOMICILIARIA EN PACIENTES NEUROMUSCULARES (IRC estable o lentamente progresiva)

1. Síntomas de hipoventilación o alteración del sueño:

Síntomas de hipoventilación:

Atelectasias /neumonías de repetición

Malnutrición

Cor pulmonale

Síntomas de alteración del sueño:

Cefalea matutina

Sueño intranquilo o pesadillas

Hipersomnolencia diurna o hiperactividad

Problemas cognitivos o del comportamiento

2. Alteración de la función pulmonar grave:

Capacidad vital < 40 %.

Disminución de un 25 % de la capacidad vital en decúbito.

3. Alteraciones gasométricas

Sat Hb < 95% diurna sin patología respiratoria aguda.

Pa CO₂ > 45-50 mmHg en vigilia

Registro pulsioximétrico nocturno patológico (ideal Polisomnografía)

Sat. Hb inferior a 90% > a 1 hora.

Episodios de bradicardia secundarios a desaturación

4. Hospitalizaciones repetidas por reagudizaciones respiratorias

TABLA 3. CONTRAINDICACIONES DE LA VENTILACIÓN NO INVASIVA

Ausencia de protección de la vía aérea.

Inestabilidad hemodinámica

Secreciones respiratorias abundantes.

Traumatismo/quemaduras faciales

Neumotórax no drenado

Parálisis de cuerdas vocales.

Traumatismo craneoencefálico con neumoencéfalo o rinoliquorraquia.

Agitación o falta de colaboración del paciente para mantener la interfase.

Neumopatía bullosa.

Infección sinusal / ótica (contraindicación temporal).

Oclusión intestinal

Figura 1. El Ti no finaliza hasta que se produce una caída del pico flujo hasta el porcentaje determinado.

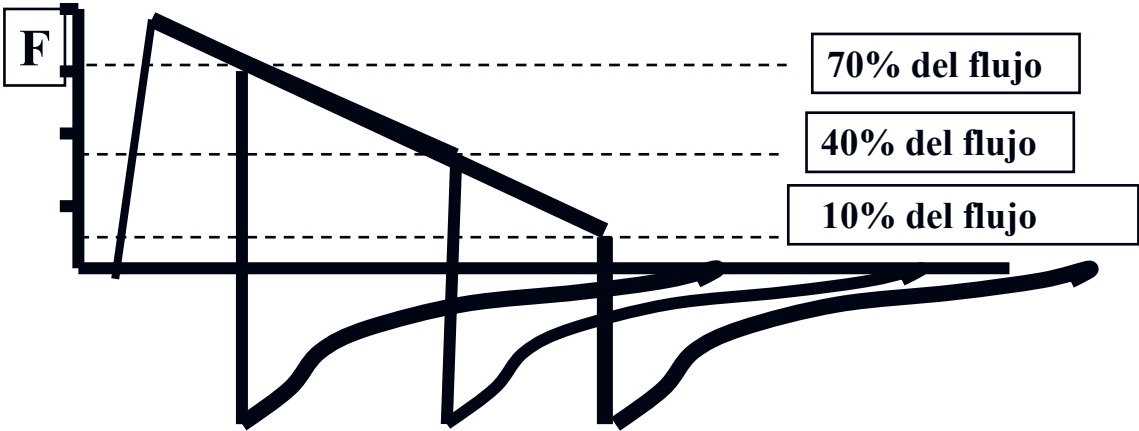


Figura 2. Interfase tipo Adams con apoyo directo sobre las fosas nasales (obsérvese la lesión previa producida por una interfase nasal).

