

## VENTILACION NO INVASIVA(VNI) EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIATRICOS

Dres. J. C. Vasallo\*, L. M. Landry\*, C. Chede\*\*, M. Ghiggi\*\*

### INTRODUCCION

La patología respiratoria es una de las causas más frecuentes de internación en la Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos, con elevada morbilidad y mortalidad. El tratamiento de la insuficiencia respiratoria grave puede llegar a ser complejo, pues hay situaciones en que no basta con optimizar la oxigenación, la humidificación, la asistencia kinésica y la terapéutica farmacológica. Ante el fracaso del tratamiento citado, la asistencia respiratoria mecánica (ARM) surge como una forma capaz de mejorar la fisiopatología del fallo respiratorio agudo, reduciendo el trabajo respiratorio y la disnea.

Por otro lado, la ARM tiene potenciales y graves complicaciones. La inserción y permanencia de una vía aérea artificial no solo provoca discomfort en el paciente sino que puede asociarse a injurias graves como ulceraciones, edema, hemorragias, estenosis en el punto de contacto de la mucosa con el tubo endotraqueal, entre otras. La neumonía asociada al respirador es una complicación infecciosa que no solo puede incrementar la estadía en la UCIP, sino que puede ensombrecer el pronóstico de la enfermedad primaria, aumentando la mortalidad.

Así mismo la utilización de sedantes y paralizantes requeridos durante la ventilación pueden producir o agravar la inestabilidad hemodinámica, prolongar el ileo, generar dependencia y/o dificultar el "weaning", lo que trae aparejado más días de internación en terapia y mayores costos, no solo económicos, del paciente, su familia y del sistema de salud.

La ventilación no invasiva (VNI) se propone

como una forma de disminuir el trabajo respiratorio y de mejorar la ventilación alveolar sin necesidad de intubación endotraqueal, alejándonos de esta forma de los riesgos y complicaciones arriba expuestos. Las ventajas potenciales de este tipo de ventilación son: a) un mayor respeto de la fisiología respiratoria, b) la preservación de los mecanismos de defensa de la vía aérea, c) un mayor confort del paciente y d), según el tipo de interfase, la posibilidad de alimentarse y comunicarse.

Numerosas investigaciones han demostrado la efectividad de la ventilación no invasiva en la reducción de la sobrecarga de los músculos respiratorios, mejorando el recambio gaseoso y reduciendo las complicaciones relacionados con el control de la vía aérea, mayormente en los pacientes adultos con enfermedad respiratoria crónica agudizada o edema pulmonar cardiogénico y en insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica.

Si bien hay muy poca experiencia con VNI en el fallo respiratorio agudo en pediatría, las primeras aplicaciones de este tipo de ventilación fueron introducidas en la década del 70 como tratamiento de la membrana hialina; posteriormente su uso fue extensivo a otras patologías como el síndrome de aspiración meconial, edema pulmonar, traqueobroncomalacias, apneas y, aunque hay pocas experiencias publicadas, como tratamiento de sostén en niños con agudización de enfermedades neuromusculares, neumonías, fibrosis quística o otras enfermedades pulmonares crónicas en puente para trasplante o infecciones respiratorias bajas, como bronquiolitis.

### DEFINICION

Podemos definir a la VNI como la aplicación de presión positiva, continua y/o intermitente, sobre el

Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos.

\* Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan

\*\* Hospital de Clínicas José de San Martín.

tracto respiratorio superior (por encima del nivel laríngeo-traqueal) con el propósito de aumentar la ventilación alveolar.

## FUNDAMENTOS

La Ventilación no invasiva es una modalidad de ventilación efectiva y segura en el soporte ventilatorio mecánico para una población heterogénea de pacientes con fallo respiratorio agudo.

En pacientes con patología predominantemente restrictiva, la presión positiva en la vía aérea es clásicamente una alternativa terapéutica, pues recluta unidades alveolares, aumenta la capacidad residual funcional reducida por la enfermedad, disminuye el shunt intrapulmonar y mejora la oxigenación.

Por otro lado, en el fallo respiratorio hipercápnico (en pacientes con patología obstructiva) existe una importante obstrucción al final de la espiración, provocando "autopeep" (atrapamiento aéreo) y fatiga muscular que lleva a la claudicación de los músculos respiratorios. La aplicación de VNI mejoraría el esfuerzo inspiratorio, ya que los niveles de CPAP que son suministrados compensarían el efecto perjudicial del "autopeep", al descargar parte de la carga respiratoria a los músculos expiratorios, aliviando de esta manera al principal músculo de la inspiración, el diafragma.

Finalmente en pacientes en insuficiencia cardíaca, la presión positiva en la vía aérea tiene una acción beneficiosa sobre el gasto cardíaco, al disminuir el retorno venoso sistémico y reducir en consecuencia, la congestión pulmonar. Además, al reducir la presión tranmural del corazón, disminuye la postcarga del ventrículo izquierdo y al mejorar el volumen pulmonar a la capacidad residual funcional, reduce la resistencia vascular pulmonar, optimizando por ende, la función de ambos ventrículos y mejorando el gasto cardíaco.

En los últimos años se ha hecho notorio el surgimiento de tecnología cada vez más sofisticada, que permite adaptarse a las necesidades de cada del paciente y a las demandas de la patología.

La VNI se puede suministrar a través de máscaras faciales, máscaras nasales, piezas nasales o tubos nasofaríngeos adaptables al uso pediátrico, llamados técnicamente interfases.

La VNI puede ser administrada con generadores de presión o de volumen. Entre los primeros están los respiradores convencionales de flujo continuo habitualmente utilizados en las Unidades de cuidados intensivos pediátricos (ej. Sechrist) y aquellos capaces de administrar presión de soporte. (Drager Evita, Siemens 900 C o 300, Newport 200).

El modo volumétrico no es muy aceptado ya que la presión generada puede ser muy elevada para la tolerancia del paciente, si bien existen habitualmente alarmas de aviso y corte y además estos ti-

pos de equipos deben ser adaptados para suministrar oxígeno suplementario, ya que la presión que generan es tomada del ambiente, hay equipos con modos ventilatorios que combinan las ventajas de la presión y el monitoreo del volumen (Horus-Taema).

Existen además ventiladores menos complejos capaces de administrar dos niveles de presión (inspiratoria y espiratoria), BiPAP genuino o presión continua al final de la espiración (CPAP) sin la necesidad de contar con una fuente de gases presurizado.

Diferentes modos ventilatorios pueden ser usados en la VNI. Es más frecuente asistir las respiraciones de los pacientes con determinadas presiones inspiratorias y espiratorias, cicladas por tiempos predeterminados que permiten establecer una frecuencia respiratoria, (MODO ASISTIDO) o bien gatillados por el usuario (por presión o flujo) quién determinará así su propia frecuencia. (MODO ESPONTANEO).

Algunos modelos de respiradores permiten también dispensar una frecuencia respiratoria adicional (Back up) para el caso de aparición de apneas.

Cuando el paciente no respira espontáneamente se establece un modo ventilatorio indistinguible del MODO CONTROLADO; en cambio si el paciente presenta un esfuerzo respiratorio, en el 25% del final del tiempo inspiratorio recibirá un soporte de presión similar a la presión positiva inspiratoria (IPAP) determinada, constituyéndose así un modo ventilatorio semejante a la PRESION SOPORTE Bi level PAP.

## INDICACIONES

### Insuficiencia respiratoria aguda

- Exacerbaciones agudas de enfermedad respiratoria crónica. (displasia broncopulmonar, fibrosis quística)
- Insuficiencia respiratoria postoperatoria. (hipoventilación, atelectasias)
- Enfermedades neuromusculares y /o alteraciones de la pared torácica.
- Injuria pulmonar aguda. (neumonía neumonitis)
- Atelectasias.
- Edema pulmonar cardiogénico sin inestabilidad hemodinámica.
- Pacientes que no son candidatos para intubación endotraqueal. (enfermedades terminales)
- Presunción o fracaso de extubación

### Insuficiencia respiratoria crónica

- EPOC
- Enfermedad pulmonar restrictiva crónica. (escoliosis, distrofia muscular)
- Hipoventilación central.
- Apneas obstructivas durante el sueño.

## CONTRAINDICACIONES

### Absolutas

- Necesidad de intubación inmediata.
- Inestabilidad hemodinámica
- Necesidad de protección de la vía aérea.
- Quemaduras faciales.
- Trauma de cráneo o facial.

### Relativas

- Secreciones muy abundantes.
- Ansiedad extrema.
- Malformaciones faciales, laringomalacia.

## METODOLOGIA

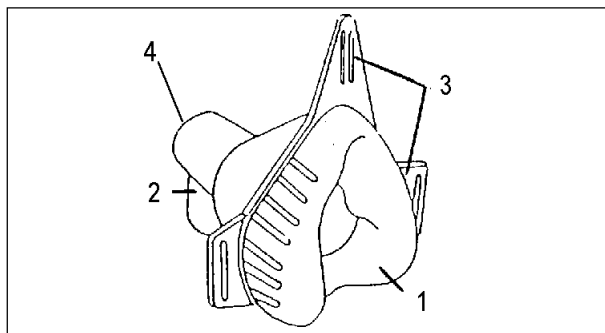
El éxito de la VNI depende de la integración del equipo de atención (médicos, kinesiólogos respiratorios, enfermeras). Ellos deben conocer y manejar claramente los objetivos y técnicas de su aplicación. Para ello es importante el entrenamiento de todo el equipo de salud en la aplicación de estas nuevas técnicas ventilatorias, mediante programas de educación que brinden la oportunidad de incorporar estos conocimientos en forma adecuada.

### Elección del respirador

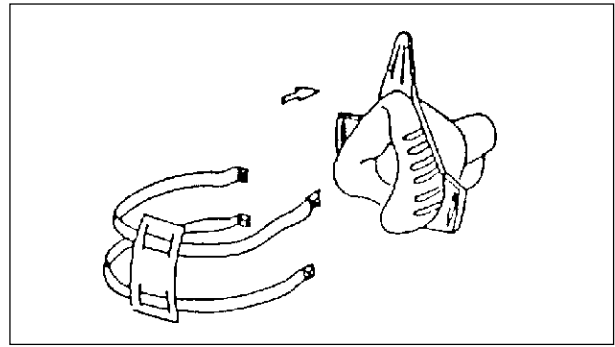
Esta dependerá de la disponibilidad, conocimiento de su uso, peso y edad del paciente. En el ítem 6 se detallan los tipos de equipo más comúnmente utilizados, siendo en general los respiradores convencionales de ARM con flujo continuo (Tipo Sechrist) los más utilizados en lactantes y niños pequeños, y los equipos convencionales con presión de soporte o los especialmente diseñados para VNI, preferidos en niños mayores.

### Elección de la interfase

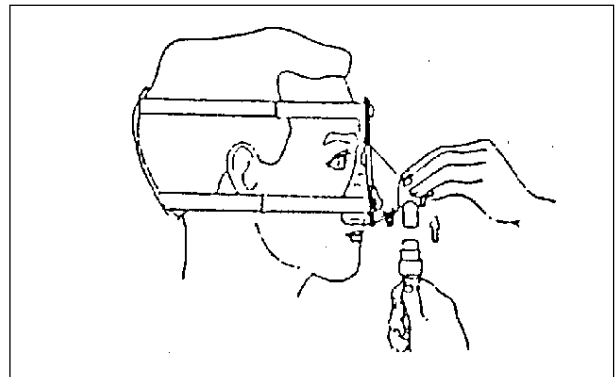
La interfase debe ser aplicada con la mayor comodidad para el paciente y permitir escaso escape del flujo. Por lo general en lactantes y niños pequeños (<20 kg) se prefieren las máscaras nasales (Figuras 1, 2 y 3) o los tubos nasofaríngeos (Figura 4). Las piezas bucales y selladores labiales no son de mayor utilidad en pediatría.



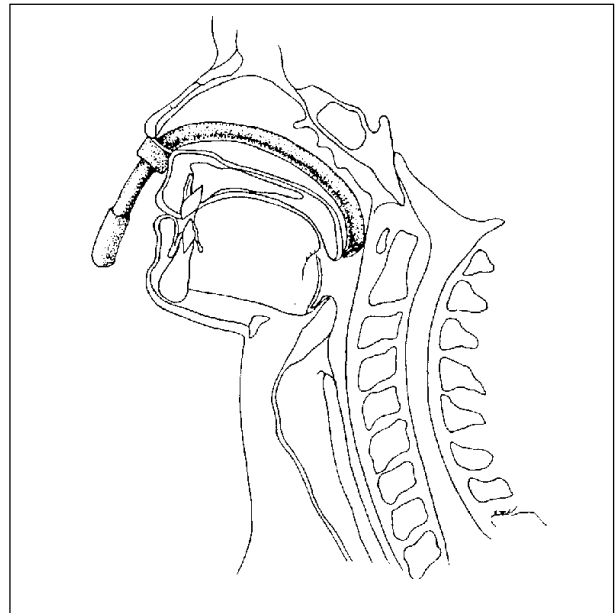
**Figura 1:** Máscara nasal. 1. Mascarilla Almohadada; 2. Salida acodada; 3. Sistema de fijación del arnés; 4. Válvula de eliminación de CO<sub>2</sub>.



**Figura 2:** Arnés para máscara.



**Figura 3:** Conexión de máscara nasal.



**Figura 4:** Tubo nasofaríngeo.

Es importante recordar que las máscaras demasiado grandes no son recomendadas. Las máscaras nasales ocasionan menos claustrofobia, permite al paciente hablar y alimentarse sin necesidad de remover la misma.

Son preferibles las máscaras transparentes ya que minimizan el riesgo de aspiración. Existen mascarillas siliconadas de doble membrana en tamaños pediátricos (Bubble-mask), de excelente adaptabilidad y poca presión sobre la piel, reduciendo las lesiones por contacto habituales en uso prolongado. (Figura 5) Cuando se colocan tubos nasofaríngeos se debe recordar que en esta posición tienen una gran tendencia a obstruirse con secreciones, y que esta es la única fuente, de presión y de oxígeno, por lo cual es recomendable colocar una segunda para aporte de oxígeno a través de una cánula o bigotera nasal. Hemos tenido excelente experiencia en lactantes con piezas nasales de silastic para CPAP, con sistemas de fijación y extrema delicadeza del material de diversas medidas, que facilitan la confiabilidad en la administración de presión sin lesiones ni pérdidas de magnitud. (Figura 6)



Figura 5



Figura 6

### Elección del modo ventilatorio

La decisión sobre el modo ventilatorio a utilizar dependerá de la patología respiratoria del paciente, pudiendo elegirse:

- CPAP
- BiPAP genuino.
- BiPAP asistido, asistido/controlado, controlado y con presión soporte.

ARM –NI con respirador convencional

#### a) Con respirador convencional

- Se utiliza el mismo circuito respiratorio
- Se puede utilizar cualquier modalidad de ventilación en volumen o presión, presión de soporte, o CPAP

- Ajustar las alarmas de volumen minuto espirado (siempre será bastante inferior al inspirado).
- Ajustar el botón de sensibilidad (trigger)

#### Parámetros iniciales recomendados.

- PEEP: 2 – 4.
- PICO: 4-12 (ir subiendo progresivamente según estado clínico y tolerancia del paciente). No hay un límite de presión pero es raro que se toleren picos de presión superiores a 25–30.
- Frecuencia respiratoria: 10–20
- Poner la  $FiO_2$  que precise

#### b) Con BIPAP o respirador de ventilación mecánica no invasiva

- Precisa un circuito respiratorio específico
- Parámetros iniciales recomendados:
  - PEEP o EPAP: 2 – 4,
  - PICO o IPAP: 4-12.
    - (ir subiendo progresivamente según estado clínico y tolerancia del paciente).
  - Frecuencia respiratoria: 10 – 20.
    - Si precisa oxigenoterapia conectar oxígeno en uno de los orificios de la mascarilla.

Se recomienda comenzar con bajas presiones tanto inspiratoria (5 a 7 cm de H<sub>2</sub>O), como espiratorias, (2 a 3 cm de H<sub>2</sub>O) e ir aumentando gradualmente según necesidad. Las IPAP > de 25 cm de H<sub>2</sub>O son raramente utilizadas y muchos de los generadores de presión no los ofrece. Si un paciente requiere presiones mayores 25-30 cm de H<sub>2</sub>O, se debe considerar seriamente el fracaso de la VNI y evaluar alternativas de soporte de la ventilación. La EPAP > de 15 cm de H<sub>2</sub>O suele no ser necesaria. El delta P entre cada uno de ellos deberá ser por lo menos de 5 cm de H<sub>2</sub>O.

#### Demostración del procedimiento al paciente

Siempre que sea posible explicar al niño el procedimiento y permitir que se familiarice con la máscara y con el equipo ventilador; se debe brindar confianza y seguridad sobre su uso. Cuando se utilizan máscaras nasales, sugerir al paciente que abra la boca para permitir inicialmente el escape del flujo de gas, cerrándola paulatinamente para lograr un acostumbramiento progresivo. Asegurar la máscara en forma adecuada, teniendo en cuenta que cierta pérdida de gas es admisible y que algunos de los respiradores proveen el flujo necesario para compensarlas. Los respiradores convencionales, o de segunda generación, suelen tener un flujo fijo (Seachist), y son más dependientes, en nuestra experiencia, a las pérdidas variables del sistema, especialmente en niños mayores de 1 año.

#### Oxígeno suplementario y humidificación

En aquellos generadores de flujo alimentados con aire ambiental el oxígeno suele administrarse

a través de la “puerta” que a tal fin traen incorporadas las máscaras. (Figura 1) También puede administrarse con cánulas nasales, “bigoterías”, o piezas en “T” en la tubuladura. En los otros tipos de respiradores se ajustará la FIO<sub>2</sub> según necesidad. Recordemos que es difícil de determinar la FIO<sub>2</sub> real que recibe un paciente respirando espontáneamente con flujo inspiratorio y volúmenes corrientes variables, pero es muy probable que sea menor de 0.6 aun con una FIO<sub>2</sub> inspiratoria cercana a 1. Suele no ser necesario calentar y/o humidificar el sistema ya que el paciente suele mantener su propio sistema, si bien algunos equipos con altos flujos pueden generar mayor sequedad y viscosidad de las secreciones respiratorias. Para esta situación puede incorporarse un calentador y humidificador en “cascada” tipo F&P. No se debe usar las “narices artificiales”, dada la variabilidad de la espiración por la misma.

### Sedación

Muchos pacientes, especialmente los más pequeños pueden requerir algún tipo de sedación que facilite su adaptación a la VNI; para tal caso se pueden utilizar drogas que no depriman o que interfieran mínimamente en la regulación del centro respiratorio (Hidrato de Cloral o bajas dosis de benzodiazepinas) excepcionalmente anestésicos disociativos (Ketamina). Es importante destacar que estos pacientes deben ser rigurosamente monitoreados, ya que se debe lograr un delicado balance entre mantener el drive respiratorio necesario para iniciar o sostener la ventilación y por otro lado mantener un paciente lo suficientemente sedado, que no pelee con el tubo o máscara. Esto es más común en niños pequeños, si bien algunos pacientes que impresionan luchadores, al disminuir el trabajo respiratorio, se entregan fácilmente a la VNI y requieren mínima sedación posterior.

### Monitoreo

Una vez tomada la decisión de aplicar VNI, la valoración y el rechequeo del paciente son las claves fundamentales para el éxito del método. La valoración del paciente consiste en saber cual es la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, el color, la saturometría de pulso y la estimación del trabajo respiratorio (Score de Silverman, por ej) previo al ingreso a VNI, y deben ser controlados frecuentemente para advertir cambios en el trabajo respiratorio; de acuerdo a esto podemos aumentar, continuar o interrumpir la VNI Hay casos en que el trabajo respiratorio empeora o se agrega inestabilidad hemodinámica y es ese el momento en que la ventilación convencional se nos plantea como la única forma de apoyo mecánico. Es por esto que los pacientes en VNI por patologías agudas deben estar una UCIP, donde existe el personal idóneo para manejar pacientes críticamente enfermos, que pueden requerir control de la vía aérea en forma programada o de urgencia.

Otro punto importante a considerar son los controles relacionados con la interfase, debiendo constatar la correcta colocación de las máscaras, evitar fugas de aire, lesiones de la piel, desplazamientos etc. Es muy útil la cobertura de la zona de la nariz donde se fijan o apoyan las interfases con almohadilla adhesiva (Duoderm). Con relación a los tubos nasofaríngeos es fundamental constatar la permeabilidad de los mismos; recordar que su obstrucción, muy frecuente por otro lado, impide el único aporte de oxígeno al paciente y lo coloca en una situación de riesgo extrema, por lo cual es conveniente administrar por precaución una segunda fuente de oxígeno, bigotera, por ejemplo.

La VNI puede requerir más controles médicos y de enfermería que la ventilación convencional

### EQUIPAMIENTO

Cuadro comparativo de los ventiladores más frecuentemente utilizados en las UCIP's.

Ventilador	Tipo	Modos	Alarmas	Fuente	Oxígeno
Bipap (Tipo DP90)	No Invasivo	CPAP; BiPAP A/C.	No posee	Red eléctrica	Agregar fuente
Bipap con PS (Tipo Sullivan ST2, Knight-Star)	No Invasivo	CPAP; BiPAP; A/C; PS.	Por pérdida de aire. Desconexión de máscara.	Red eléctrica	Agregar fuente.
Respirador limitado por presión, ciclado por tiempo, (Tipo Seachrist 100 IV-100B, IV 200)	Invasivo No invasivo	CPAP; IMV.	Apneas De baja presión	Red eléctrica Conexión fuente de aire comprimido y oxígeno.	No requiere agregar
Respirador de Volumen o Presión, con PS (Tipo Drager –Evita, Siemens 900 C, Newport 200)	Invasivo/ No invasivo	CPAP; BiPAP; A/C; PS; Presión control; ARPV.	Apneas Pérdida de aire Falla permanente en la detección del volumen expirado en piezas nasales	Red eléctrica Conexión fuente de oxígeno y aire comprimido	No requiere agregar

## DESTETE DE LA VNI

El "weaning" de la VNI se rige por los mismos principios de la retirada de la ARM convencional. Se debe retirar la misma cuando la causa que la genero ha sido superada o controlada, se debe hacer progresivamente y controlando la tolerancia a la desconexión. Se puede utilizar alguna de estas técnicas, de acuerdo a la condición del paciente, cronicidad y respuesta al descenso del apoyo ventilatorio.

- a) Intentar periodos de desconexión de la ventilación mecánica durante 30 a 60 minutos, vigilando la dificultad respiratoria y gasometría. Ir aumentando los periodos de desconexión, intentando pasar progresivamente a la respiración espontánea por el día y con ventilación no invasiva por la noche durante el sueño.
- b) Si no tolera la deconexión de la mascarilla ir bajando los parámetros respiratorios progresivamente (Pico y frecuencia respiratoria) hasta dejar en CPAP.

## COMPLICACIONES

### Relacionadas con la interfase

- Lesiones de piel en zona de contacto
- Aspiraciones secundarias a vómitos
- Reacciones claustrofóbicas
- Obstrucción del tubo nasofaríngeo

### Relacionadas con presión o flujo

- Otagia. Dolor nasal o sinusal
- Sequedad nasal
- Distensión gástrica
- Irritación ocular
- Barotrauma neumotorax
- Respiración asincrónica

### Relacionadas con la sedación

- Apneas.

## CONCLUSIONES

La VNI es una alternativa segura y eficaz en el tratamiento de patologías respiratorias agudas en niños. Su uso debería estar limitado inicialmente a las unidades de cuidados intensivos, pues estos pacientes suelen requerir gran demanda de personal entrenado, continuo control, un cuidadoso monitoreo, un delicado equilibrio en la sedación y eventualmente ARM convencional, en forma programada o en el contexto de una situación de emergencia. Están pendientes estudios controlados que permitan precisar sus indicaciones y potenciales usos en pediatría.

## Agradecimientos

Al Dr. Ricardo Magliola por su infatigable, permanente y crítico apoyo a toda mejora en la atención de los niños, y a la Kinesióloga Adriana Murgas.

## LECTURA RECOMENDADA

- American Respiratory Care Foundation consensus conference: Noninvasive positive pressure ventilation. *Respiratory Care* 1997; 42:364-449.
- Fessler H. CPAP reduces inspiratory work more than dyspnea during hyperinflation with intrinsic PEEP. *Chest* 1995; 108: 432-40.
- Meduri Umberto. Noninvasive Positive-Pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clinics in Chest Medicine* vol 17. Num. 3 sept. 1996.
- Wisoky M. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* 1995; 107: 761-68.
- López-Herce, J: Protocolo de ventilación mecánica no invasiva en cuidados intensivos pediátricos. Hospital Gregorio Marañón. 1998. Madrid., España.
- Landry L, Cardigni G, Carnicer H, Vassallo JC, Olguin G, Murga A, Ureta B, Gonzalez. A. Georgetti, L, Sasbon J. Protocolo de Ventilación No invasiva - VNI - en la UCI del Hospital Garrahan, 1998.
- Hillberg R.y Johnson D. Non invasive ventilation. *N Engl J Med* 1997; 337:1746-1752.
- Padman R., Lawless S. y Ketrick R. Non invasive ventilation via Bilevel positive airway pressure support in pediatric practice. *Crit Care Med* 1998; 26: 169- 173.
- Kramer N. y col. Randomized, prospective trial of non invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151:1799-1806.
- Fortenberry J. y col. Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure nasal mask ventilation. *Chest* 1995; 108 (4): 894-895
- Antonelli M, y col. Noninvasive ventilation for treatment of Acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation. A randomized trial. *JAMA*. 2000; 282: 235-241.