

SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continuada
Valencia 20 de Febrero 2007

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE VENTILACIÓN NO INVASIVA EN LA URPQ-CRÍTICOS

Dra. Lucía García Huete
Servicio de Anestesiología y Reanimación
Hospital Universitario de Bellvitge

El término ventilación mecánica no invasiva (VMNI) hace referencia al soporte ventilatorio mediante una mascarilla a diferencia de las técnicas que eluden la vía aérea alta con un tubo endotraqueal, una mascarilla laríngea o una traqueotomía, y que se consideran por tanto invasivas.

Durante esta última década, la VMNI se ha convertido en una estrategia efectiva para reducir la necesidad de intubación endotraqueal, la estancia en unidades de críticos y hospitalaria, la morbilidad y la mortalidad en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica, hipercápnica o no hipercápnica. También se han descrito efectos beneficiosos en pacientes postoperados, ya que la cirugía puede inducir una disfunción de los músculos respiratorios que puede dar lugar a hipoventilación, hipoxemia, atelectasias e infecciones.

Pennock y col. utilizaron por primera vez en el año 1991 la VMNI en 22 pacientes quirúrgicos con insuficiencia respiratoria hipoxémica y/o hipercápnica, con niveles de $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg y de $\text{PaCO}_2 > 50$ mmHg, necesitando intubación endotraqueal sólo 4 de ellos. A partir de aquí se han realizado estudios utilizando la VMNI tanto profiláctica como terapéutica.

INDICACIONES

Inicialmente se realizó la VMNI en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica, sobre todo a nivel extrahospitalario.

A partir de estos buenos resultados se ha ido ampliando su uso en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda de diversos orígenes:

- Hipoventilación alveolar.
- Signos de aumento del trabajo respiratorio.

- Hipoxemia refractaria al O₂ con FiO₂ ≥ 0.55.
- Obstrucción de la vía aérea extratorácica.
- Insuficiencia respiratoria aguda hipercápnica:
 - EPOC agudizado
 - Status asmaticus
- Insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica:
 - Edema agudo de pulmón cardiogénico
 - IRA postoperatoria
 - Insuficiencia respiratoria postextubación
 - Weaning difícil
 - Neumonía
- Patología torácica restrictiva
- Enfermedades neuromusculares

Con respecto a la insuficiencia respiratoria aguda postoperatoria hay que señalar que tiene dos características que la definen:

- La principal causa es por atelectasia como resultado de la alteración de la función del diafragma por dolor, por hipoventilación secundaria a fármacos anestésicos o analgésicos y /o por sobrecarga de volumen. Estos factores se caracterizan porque son habitualmente rápidamente reversibles en el contexto del paciente postoperado.
- Estos pacientes suelen tener poca disnea, hallazgo predominante en la insuficiencia respiratoria aguda, como resultado de la medicación analgésica que reciben, en concreto opiáceos, los cuales es conocido que disminuyen la disnea.

La VMNI postoperatoria puede aplicarse de forma profiláctica o terapéutica. Los factores que van a influir a la hora de su utilización van a ser:

- Existencia de enfermedad de base del paciente.
- Factores quirúrgicos.
- Factores postoperatorios.

- EXISTENCIA DE ENFERMEDAD DE BASE

- La existencia de enfermedad pulmonar obstructiva o restrictiva:
 - Aumenta el riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias (incidencia del 26-78%). Se recomienda por lo tanto, utilizar VMNI profiláctica en intervenciones quirúrgicas de mayor riesgo de presentar complicaciones pulmonares postoperatorias.
 - Los pacientes que precisan VMNI en domicilio deberán reiniciarla en el postoperatorio inmediato si no hay contraindicación.
- TABACO: doble riesgo. El paciente exfumador > 6 meses tiene el mismo riesgo.
- OBESIDAD. Los pacientes con obesidad mórbida (IMC > 40) tienen: disminución de los volúmenes pulmonares, alteración del cociente ventilación/perfusión e hipoxemia relativa. Incidencia del 25-30% de presentar complicaciones respiratorias.
- $PaO_2 > 45$ mmHg y $FEV1/FVC < 70\%$: alto riesgo de presentar complicaciones respiratorias. La hipoxemia NO es predictor significativo

- TIPO DE CIRUGÍA

Las cirugías en las que se ha encontrado un mayor beneficio de la VMNI y hay mayor experiencia son:

1. CIRUGIA DE ABDOMEN SUPERIOR

La cirugía de abdomen superior da lugar a un síndrome pulmonar restrictivo en el postoperatorio inmediato. La utilización de BiPAP consigue un reclutamiento alveolar durante la inspiración y previene el colapso de los mismos durante la espiración.

- Gastroplastia en pacientes obesos

Los pacientes obesos son uno de los grupos de pacientes que más se benefician en el postoperatorio de la utilización de la ventilación no invasiva, tanto de manera profiláctica como terapéutica, sobre todo el subgrupo de sleep apnea y con síndrome de hipoventilación. Se ha descrito que hasta un 45% de

los pacientes obesos pueden presentar atelectasias postoperatorias que permanecen durante 24 horas.

A pesar de los estudios iniciales de Carlsson y col en los que la utilización e CPAP profiláctica durante 4 horas en el postoperatorio no prevenía la aparición de hipoxemia, posteriormente se han realizados estudios en los que se ha conseguido un aumento de volúmenes pulmonares con disminución significativa de aparición de atelectasias en las primeras 72 horas del posotperatorio.

Joris JL y col en un estudio prospectivo y randomizado, comparan 33 pacientes distribuidos en tres grupos: a) O₂ admimistrado mediante mascarilla facial, b) BiPAP con IPAP/EPAP de 8/4 cm H₂O y c) BiPAP de 12/4 cm H₂O. Utilizan BiPAP durante las primeras 24 horas del postoperatorio y obtienen una mejora significativa de la disfunción pulmonar en el grupo que se le aplica de manera profiláctica BiPAP con IPAP/EPAP de 12/4 cm H₂O.

Con respecto a la distensión gástrica que puede producir la VMNI y que puede ser peligrosa sobre todo en cirugía bariátrica por el riesgo de dehiscencia de sutura gastroyeyunal, se puede aplicar siempre y cuando se utilicen presiones bajas:

- IPAP < 15 cm H₂O
- EPAP 4 cm H₂O

2. CIRUGÍA CARDIOVASCULAR

Los factores de riesgo que influyen en la alteración pulmonar restrictiva postoperatoria son:

- Cirugía de bypass aortocoronario.
- Anestesia prolongada.
- Apertura de la cavidad pleural.
- Disminución de la movilidad del diafragma.

En este tipo de cirugía la VMNI tanto profiláctica como tratamiento mejora las atelectasias postoperatorias, la capacidad vital y el agua extravascular pulmonar.

3. RESECCIÓN PULMONAR

Las complicaciones pulmonares son la principal causa de mortalidad postoperatoria en estos pacientes.

La intubación endotraqueal postoperatoria tiene riesgos importantes por predisponer a la existencia de:

- Disrupción del muñón bronquial.
- Fístula broncopleural.
- Infección pulmonar.

Por lo tanto, el objetivo en esta cirugía cuando existe insuficiencia respiratoria aguda es realizar tratamiento conservador y evitar la intubación endotraqueal.

La VMNI utilizada tanto profilácticamente como tratamiento en el postoperatorio mejora la función pulmonar y el intercambio gaseoso, así como la necesidad de intubación endotraqueal, estancia en unidad de cuidados intensivos y mortalidad.

No obstante, no hay que olvidar que en estos pacientes la VMNI tiene una serie de desventajas:

- Aumenta el espacio muerto.
- Aumenta la fuga de aire del pulmón a la pleura.
- Disminuye el gasto cardíaco.

4. CIRUGIA DE COLUMNA (CIFOESCOLIOSIS)

La aplicación de VMNI en la insuficiencia respiratoria aguda postoperatoria después de la cirugía de corrección de escoliosis, sobre todo en pacientes con afectación previa de la función pulmonar, puede evitar también la necesidad de intubación endotraqueal.

5. TRASPLANTE DE ORGANOS

En un estudio realizado por Antonelli M y cols en pacientes que desarrollaron insuficiencia respiratoria aguda después del trasplante de órganos y que recibieron VMNI, tuvieron de manera significativa una mejora de la hipoxemia, menor incidencia de IOT, y menor mortalidad.

- DURACIÓN CIRUGÍA

- Si la duración es > 3 – 4 horas: 40% de incidencia.
- Duración < 2 horas: 8% de incidencia.

- POSICIÓN DEL PACIENTE

- Decúbito supino: ↓ los volúmenes y capacidades pulmonares y ↑ la diferencia (A-a) O₂.
- Decúbito prono: ↑ CRF, ↑ compliance pulmonar, mejoría de la oxigenación.
- Anti-trendelenburg: mejora la diferencia (A-a) O₂, compliance respiratoria y ↑ VC, si mantiene la hemodinamia.

- TIPO DE ANESTESIA

Es controvertido si la anestesia regional tiene menos complicaciones respiratorias en el postoperatorio. No obstante, se ha señalado que la anestesia epidural:

- Disminuye la incidencia de atelectasias postoperatorias y , no altera la relación ventilación/perfusión.
- Revierte parcialmente el reflejo inhibitorio de la estimulación diafragmática.

- FACTORES POSTOPERATORIOS: DISMINUCIÓN EFICACIA VENTILATORIA:

Los dos factores postoperatorios más importantes son:

- Dolor. Da lugar a:
 - Tos inefectiva.
 - Inspiraciones poco profundas.
- Disfunción diafragmática. La causa es multifactorial:
 - Disminución de la contractilidad intrínseca del diafragma. No es el factor predominante
 - Inhibición de la actividad del n. frénico. Más importante.

Por lo tanto, hay evidencia clínica que apoya el uso de VMNI tanto de manera profiláctica como terapéutica en pacientes seleccionados postoperados, ya que mejora la oxigenación y evita la reintubación.

METODOLOGÍA

- Tipo de ventiladores
- Tipo de interfases
- Ventajas y desventajas de la técnica
- Aplicación de la técnica

- TIPO DE RESPIRADORES Y MODOS VENTILATORIOS

Muchos tipos de respiradores se han utilizado para la VMNI en la insuficiencia respiratoria aguda.

Características recomendables para un respirador de VMNI:

Esencial:

- Control por presión.
- Capacidad de presión hasta 30 cm H₂O.
- Capaz de soportar flujos inspiratorios al menos de 60 litros/ minuto.
- Modos Asistido/Control y Bi-level soporte de presión.
- Capacidad de una frecuencia de al menos 40 respiraciones/ minuto.
- Trigger sensible.
- Alarma de desconexión.

Deseable:

- Aumento de presión ajustable.
- Trigger inspiratorio ajustable.
- Trigger espiratorio ajustable.
- Ratio inspiratoria-espiratoria ajustable en el modo asistido-controlado.
- Facilidad de cancelación temporal de alarmas.
- Batería interna con potencia de al menos 1 hora.
- Panel de control accesible.

Por lo tanto, es aconsejable que presente:

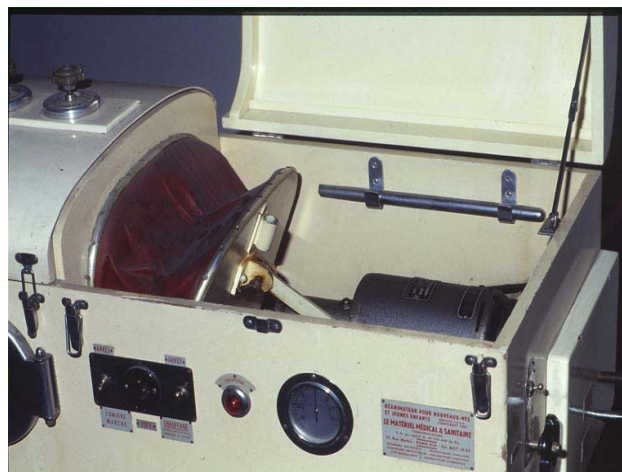
- Las vías inspiratoria y espiratoria individualizadas para evitar la reinhalación de CO_2 .
- Velocidad rápida de presurización del sistema para reducir el esfuerzo inspiratorio del paciente.
- Sensibilidad óptima del trigger.
- Baja resistencia del circuito espiratorio para disminuir el trabajo espiratorio y la sensación de disnea.

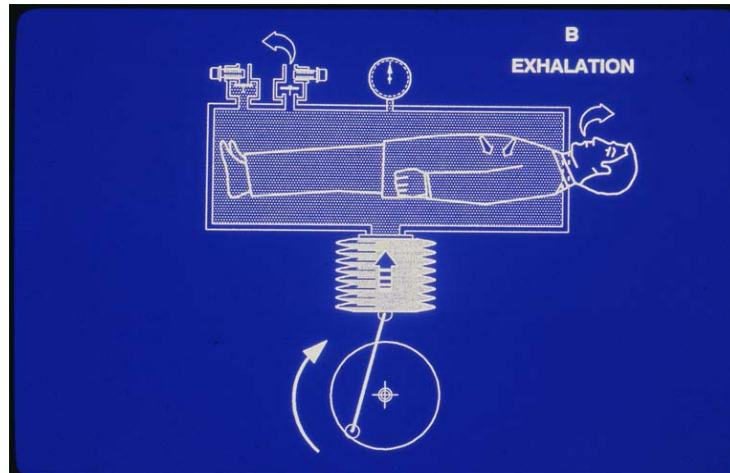
En la VNI, la interfase paciente/respirador es una mascarilla. Puede aplicarse de dos formas:

1. Ventilación con presión negativa externa

La aplicación de una presión negativa intermitente al tórax con un ventilador de tanque o coraza crea un gradiente de presión entre la boca y el alveolo, permitiendo la inspiración durante la aplicación de dicha presión.

Este tipo de respiradores fueron utilizados inicialmente durante las epidemias de poliomielitis en la década de los 50. Sin embargo, presentaban problemas de poca accesibilidad al paciente y posibilidad de apnea obstructiva.





2. Ventilación no invasiva con presión positiva (VNIPP)

Se puede realizar mediante:

2.1. Ventiladores programados por volumen

Son generadores de flujo ciclados por tiempo. Se puede programar PEEP o CPAP. Presentan los siguientes problemas:

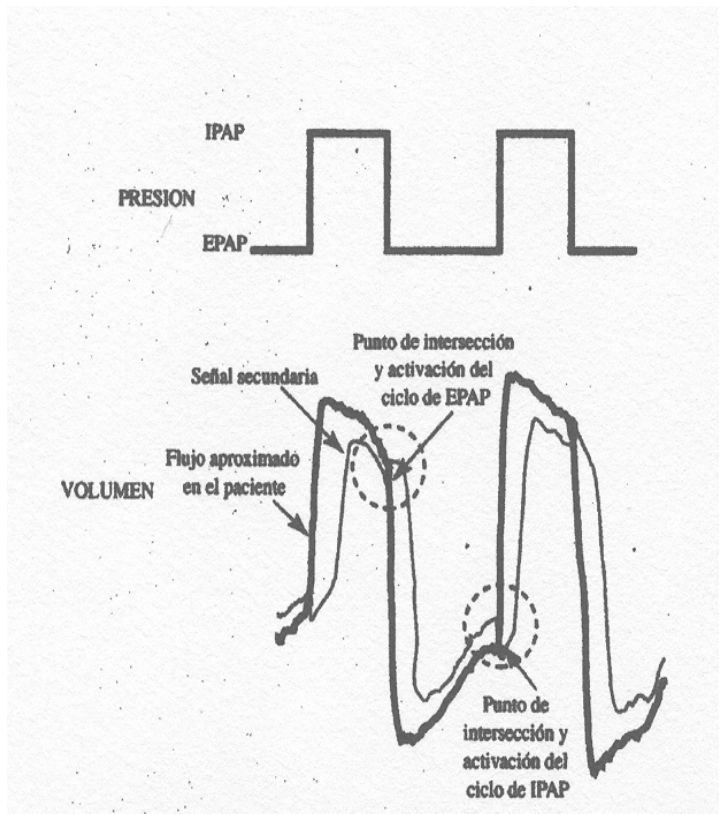
- Necesitan producir altas presiones para compensar las fugas por la mascarilla.
- Necesitan un trigger muy sensible con un tiempo de respuesta corto para evitar un trabajo respiratorio excesivo.

2.2. Ventiladores programados por presión

Generan un flujo de gas hasta que se alcanza una presión prefijada, abriéndose en ese momento a la atmósfera la salida espiratoria (ciclado por presión), o bien suministran presión de soporte (ciclado por flujo y limitado por presión) dando lugar a la ventilación con presión de soporte no invasiva. Este último es el más usado y se puede aplicar con:

- **Ventilador convencional:** en modo **PSV** (ventilación con presión de soporte) o **SIMV + PS** (ventilación mandatoria intermitente sincronizada + presión de soporte) con o sin **PEEP**.

- **Ventilador BiPAP (bilevel positive airway pressure)**. Se programa la presión inspiratoria (IPAP) e independientemente la espiratoria (EPAP). Son más sencillos de manejar con respecto a otros tipos de respirador. Son los mayormente utilizados en estudios randomizados y son los que se recomiendan ya que se consigue una mayor tolerancia y confort del paciente.



Acciones:

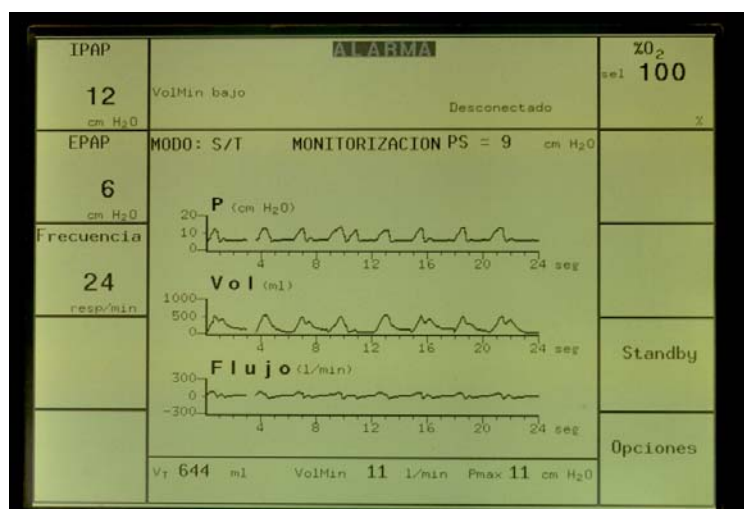
- **Inspiración:** Reclutamiento alveolar.
- **Espiración:** Previene el colapso alveolar-

Modalidades:

- **Espontánea (similar a la PSV):** la unidad cicla entre IPAP y EPAP siguiendo el ritmo del paciente. El volumen tidal, el flujo y el tiempo inspiratorio dependen del esfuerzo del paciente, de los niveles de presión, de la resistencia y compliance.

- **Modo Espontáneo/Temporizado (S/T):** la unidad cicla como en el modo espontáneo y además, si el paciente fracasa en iniciar una inspiración, el ventilador ciclará en base a las respiraciones programadas.
- **Modo Temporizado (T):** la unidad ciclará entre ambos niveles basándose únicamente en la frecuencia programada y en el % de IPAP seleccionado.
- También se puede programar el modo de presión positiva continua en vía aérea (**CPAP**).

Pantalla de Monitorización de un respirador de VNIPP tipo BiPAP



VENTILACIÓN CON PRESIÓN DE SOPORTE INSPIRATORIO (PS)

Es un sistema de ventilación asistido, regulado por presión y ciclado por flujo.

En esta modalidad ventilatoria se administra un nivel predeterminado de presión positiva durante las inspiraciones espontáneas, siendo un sistema de presión fija durante toda la inspiración. El esfuerzo inspiratorio del paciente activa un sensor (trigger) de presión o de flujo, dependiendo del respirador. Durante la inspiración, el paciente controla el tiempo inspiratorio, el flujo y la frecuencia respiratoria. El ciclo termina al cesar el flujo inspiratorio o cuando la presión de la vía aérea alcanza el valor de presión de soporte predeterminado.

La fase espiratoria se realiza de forma pasiva y puede aplicarse una presión positiva al final de la espiración (PEEP).

Por lo tanto, el volumen corriente dependerá del esfuerzo del paciente, de la mecánica pulmonar y del nivel de presión de soporte.

El ajuste del nivel de PS variará en función del volumen corriente obtenido. Si el volumen es bajo, se necesitará aplicar una mayor presión de soporte ya que puede empeorar la taquipnea. En cambio, si el volumen es elevado, el soporte ventilatorio será excesivo y se deberá reducir la PS para evitar hiperinsuflación pulmonar y existencia de períodos de apnea.

En cuanto a las **acciones clínicas** de la presión de soporte en relación al patrón respiratorio del paciente, se consigue:

- Aumentar el volumen corriente y disminuir la frecuencia respiratoria. La disminución de la frecuencia respiratoria alarga el tiempo espiratorio, con lo que se reduce la PEEP intrínseca y la hiperinsuflación dinámica pulmonar.
- Disminuir el trabajo respiratorio a nivel de la actividad del diafragma y músculos respiratorios.
- Mejorar el intercambio gaseoso.
- Evitar la atrofia y pérdida de la coordinación de la musculatura respiratoria durante la ventilación.

VENTILACIÓN CON PRESIÓN POSITIVA CONTÍNUA EN VÍA AÉREA (CPAP)

La CPAP es un modo ventilatorio en el que el paciente respira espontáneamente con un nivel constante de presión positiva, tanto en la inspiración como en la espiración.

Acciones:

- Disminución del retorno venoso y gasto cardíaco, pero en menor medida que la ventilación mecánica con presión positiva ya que la presión media intratorácica con este método es inferior.

- Mejoría de la oxigenación debido al aumento de la capacidad residual funcional (CRF) y de la compliance pulmonar por un mecanismo de reclutamiento alveolar.
- Disminución del shunt pulmonar y mejoría de la relación ventilación/perfusión al producir una redistribución de la perfusión pulmonar.
- Mejoría del trabajo respiratorio.
- Evita el cierre de la vía aérea superior en los pacientes con SAOS, impidiendo el colapso inspiratorio causado por la hipotonía de la musculatura faríngea que puede aparecer, fundamentalmente, durante la fase REM del sueño.
- El aumento del espacio muerto fisiológico que puede dar lugar hace que no sea eficaz para eliminar CO₂, por lo que no es útil en pacientes que presentan hipercapnia.

VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA

Todo el soporte ventilatorio lo proporciona el ventilador y no es necesario ningún esfuerzo por parte del paciente. El inconveniente, es que sólo es bien tolerada si el paciente está sedado o muy bien adaptado al respirador, ya que éste no obedece al esfuerzo inspiratorio del paciente. Este tipo de ventilación se puede realizar ciclada por presión o por volumen. En la modalidad de presión la compensación de fugas se realiza mejor que en la de volumen, ya que en este último caso el volumen perdido puede ser muy importante con alto riesgo de hipoventilación.

VENTILACIÓN MECÁNICA ASISTIDA/CONTROLADA

El respirador asiste las respiraciones espontáneas del paciente y además si éste deja de respirar o no es capaz de disparar el respirador, le proporciona las respiraciones mandatorias que hayan sido prefijadas.

VENTILACIÓN MANDATORIA INTERMITENTE SINCRONIZADA (SIMV)

El respirador proporciona el número de ciclos obligados preestablecidos y permite al paciente realizar respiraciones espontáneas entre los mismos. La sincronización consiste en que los ciclos mandatorios se proporcionen en la fase espiratoria final para evitar discomfort del paciente.

VENTILACIÓN ASISTIDA PROPORCIONAL (PAV)

El respirador proporciona una presión de soporte y un flujo variables que se ajustan instantáneamente en proporción al esfuerzo inspiratorio del paciente.

- TIPO DE INTERFASES

Disponemos de varios tipos de interfases:

- NASALES:

- Son mejor toleradas (el paciente puede toser, expectorar, hablar, comer,...).
- Menor incidencia de claustrofobia.
- **Problemas:** mayor resistencia y fugas.

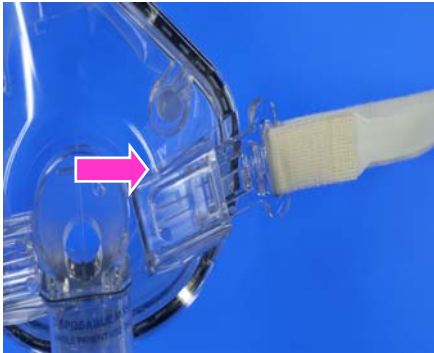


- FACIALES:

- Buconasal
- Total
- Helmet

Son interfases que a pesar de tener un mayor espacio muerto, son preferibles en la IRA.

Máscara buconasal



Sistema de desconexión rápida



Almohadillado de silicona



Máscara Total



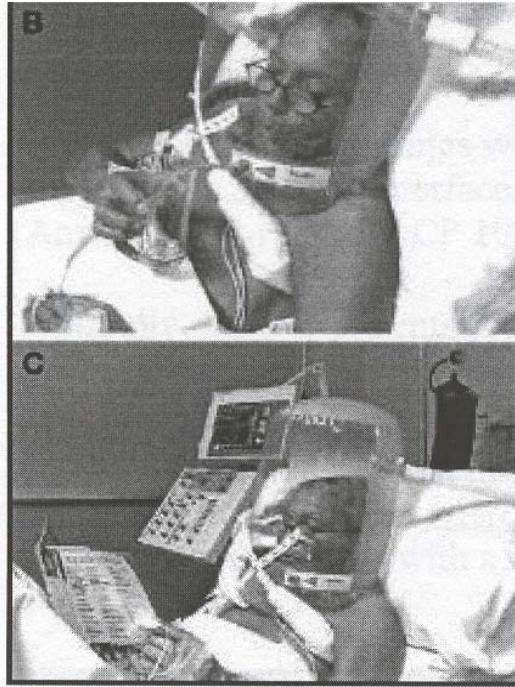
Se han de tomar una serie de **PRECAUCIONES**:

- No apretar el arnés en exceso.
- Limpiar la cara adecuadamente.
- Asegurar el correcto tamaño de la mascarilla.
- La existencia del imán de la válvula antiasfixia impide su utilización en la Resonancia Magnética Nuclear.
- No ingesta hasta 3h antes de aplicar la VMNI.

CONTRAINDICACIONES:

- Vómitos nocturnos.
- Hernia de hiato.
- Paciente con dificultad para quitarse mascarilla.
- Existencia de problemas oculares: ojos secos, glaucoma, cirugía ocular reciente.

Máscara Helmet



Interfase que se caracteriza por un gran confort del paciente. No obstante, no se ha encontrado por el momento una mayor respuesta en relación a la mejoría del intercambio gaseoso.

- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TÉCNICA

VENTAJAS

Entre las ventajas de la VMNI cabe destacar:

1. Fácil manejo.
2. Utilización de manera intermitente.
3. Mejora el confort del paciente (capacidad de hablar, deglutir, sobre todo en caso de utilización de mascarilla nasal).
4. Preserva la eficiencia de la tos.
5. Reduce la necesidad de sonda nasogástrica.
6. Evita complicaciones tempranas:
 - Reduce la necesidad de sedación y relajación.
 - Traumatismo local.
 - Hipoxemia e inestabilidad HMDC en el momento de la intubación.
 - Riesgo de aspiración de contenido gástrico (27% con la ventilación convencional).
 - Dificultad de intubación.
- Evita complicaciones tardías.
 - Lesiones faríngeas, laríngeas y traqueales.
 - Problemas sedación y relajación prolongados, como la debilidad y atrofia muscular.
 - Riesgo de barotrauma (un 0% en sistemas no invasivos contra un 8% en VMNI).
 - Disminuye el riesgo de neumonía (algunos estudios han observado un 1-3% con VMNI frente a un 8.9-65% con ventilación convencional).
 - Disminuye el riesgo de sinusitis por ser menor el tiempo de ventilación y por el uso menos frecuente de SNG para la alimentación.
- Elimina la resistencia del TOT.
- Disminuye la necesidad de IOT (47-70%).

- Disminuye la incidencia de complicaciones (ventilación convencional:50-66% y VMNI: 15-38%).
- Disminuye el tiempo de estancia en unidades de críticos y la hospitalaria.
- Disminuye la mortalidad (ventilación convencional: 32-50% y VMNI 10-20%).
- Disminuye el coste económico.

DESVENTAJAS Y COMPLICACIONES

Esta técnica no está exenta de desventajas y complicaciones. Pueden dividirse según se relacionen con el método, mascarilla o con el acceso o protección de la vía aérea:

1. RELACIONADAS CON EL MÉTODO

- Necesidad de que el paciente esté consciente y sea colaborador.
- Corrección lenta de la gasometría arterial, lo que conlleva en las primeras 6-8 horas un aumento del trabajo de enfermería, aunque es discutible.
- Distensión gástrica y aerofagia (2% - 5%) con riesgo de aspiración. Se presentan con baja frecuencia si se utilizan presiones < 25 cm H₂O, por lo que no es necesaria la colocación de SNG rutinaria. No obstante, hay autores que afirman que no están relacionadas con el uso de PS elevada ni se asocian con aspiración clínica.
- Hiperinsuflación unilateral de un pulmón por retención de secreciones a ese nivel.
- Neumonía nosocomial.

2. RELACIONADAS CON LA MASCARILLA

- Existencia de **fugas**. Es uno de los problemas más frecuentes y aumenta con la aplicación de PEEP o EPAP elevadas y la utilización de

SNG. A pesar de que pequeñas fugas se pueden tolerar si se mantiene una ventilación alveolar adecuada, en los casos en los que las fugas sean persistentes, lo primero que se deberá de hacer es ajustar y/o cambiar la mascarilla. Si con la anterior medida no mejora la fuga, primero disminuirémos la EPAP o CPAP y después la IPAP o PS para disminuir la presión pico de la mascarilla. Y si con ello tampoco mejora la fuga, posteriormente aumentaremos el tiempo inspiratorio.

- **Hipoxemia** transitoria por movilización de la mascarilla.
- **Úlceras nasales y frontales.** Es una de las complicaciones más frecuentes con una incidencia del 10-15%. Suele presentarse en menos de una semana y está influida por la duración de la VMNI, edad del paciente, tipo de IRA, presión aplicada, niveles de albúmina sérica y administración de corticoides.



- Dolor facial en lugares de mayor contacto con la mascarilla.
- Irritación ocular.
- Inadecuada protección de la vía aérea con dificultad para aspirar las secreciones y riesgo de aspiración.

Para disminuir estas complicaciones se deberá utilizar un tamaño adecuado de mascarilla y colocar protectores cutáneos en las zonas de mayor presión.

- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los pacientes tributarios de VMNI deberán presentar:

- Estabilidad HMDC.
- Nivel adecuado de consciencia que permita su colaboración.
- Capacidad de protección de la vía aérea.
- IRA que no responda al tratamiento médico convencional y que presente los siguientes signos clínicos: disnea importante, frecuencia respiratoria > 35 resp/ min, utilización de musculatura accesoria o respiración abdominal paradójica.
- Criterios gasométricos (según guidelines of American Thoracic Society and British Thoracic Society)
 - $PaO_2 / FiO_2 < 200$
 - $PCO_2 > 45$ mmHg con $pH < 7,35$
 - $PO_2 < 60$ mmHg con $FiO_2 > 0.6$

- APLICACIÓN DE LA TÉCNICA

1. Una vez **seleccionado el paciente**, se le debe de **explicar el procedimiento** con claridad, los objetivos que intentamos conseguir y las posibles molestias que pueden aparecer. Tampoco hay que olvidarse la información a los familiares, ya que a veces son importantes en la aceptación y continuidad a medio-largo plazo de la VNIPP.

Habrà que tener siempre presente que:

- Los pacientes con el nivel de consciencia disminuido por la hipercapnia, presentan caída hacia atrás de la mandíbula, lo que dará lugar a obstrucción de la vía aérea superior y dificultad para ventilar.
- La mayoría de los pacientes tienen un grado de ansiedad que generalmente va disminuyendo cuando mejoran clínicamente. No obstante, en ocasiones, pueden ser necesarias pequeñas dosis de

sedación (sulfato de morfina o propofol), para controlar el estado de ansiedad y/o agitación cuando aparezca.

2. Incorporación del paciente a unos 45° para facilitar la manipulación de la mascarilla y disminuir el riesgo de aspiración.

3. Elección de la mascarilla. Punto crucial en la aplicación de estos sistemas de ventilación no invasivos.

A pesar de que la mascarilla nasal es mejor tolerada desde el punto de vista de comodidad y sensación de claustrofobia, en la insuficiencia respiratoria aguda es recomendable utilizar una mascarilla facial ya que los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda respiran por la boca produciéndose una importante fuga aérea que disminuye la efectividad del sistema ventilatorio e impide la activación del trigger.

La mascarilla se debe de fijar firmemente a la cabeza para evitar fugas y permitir el ciclado del respirador, pero no excesivamente, lo que produciría ulceraciones a corto-medio plazo.

Se puede colocar una sonda nasogástrica en aquellos casos con distensión abdominal o que precisen soporte nutricional.

4. Conexión de la mascarilla. Se coloca el dispositivo facial al paciente y se **sujeta de forma manual** durante los primeros minutos, para que se empiece a familiarizar con el sistema ventilatorio.



Es importante explicar al paciente que al principio es normal una cierta dificultad de adaptación , pero que poco a poco con la mejoría clínica la tolerancia mejorará.

Posteriormente se sujeta la mascarilla con un arnés adecuado alrededor de la cabeza, eligiendo siempre la mascarilla que se adapte mejor al paciente para evitar fugas, obtener menor espacio muerto y mayor comodidad.

5. Programación de los parámetros ventilatorios.

Dependerá del respirador de que se disponga y del modo de ventilación. En la mayoría de estudios realizados en pacientes con IRA, se ha utilizado ventilación limitada por presión y ciclada por flujo, es decir, con PS o con el sistema BiPAP.

- En general, inicialmente se programará una PS o IPAP de 12 cm H₂O y se irá ajustando de 2 en 2 cm H₂O hasta obtener:
 - Volumen corriente adecuado: aproximadamente entre 5-7 ml/Kg o 400ml.
 - Frecuencia respiratoria < 30 resp/min.

Habitualmente no suele ser necesaria una PS superior a 25 cmH₂O. Hay que tener presente que si se aplica una presión excesiva puede aparecer contracción de la musculatura respiratoria abdominal y fugas aéreas.

- Se puede añadir de forma opcional una PEEP o EPAP de 4-8 cmH₂O. No suelen utilizarse valores superiores a 10 cmH₂O.
- La FiO₂ será la necesaria para conseguir una saturación de oxígeno > 90%, con una PaO₂/FiO₂ > 200 mmHg.
- Programación de la frecuencia respiratoria según el respirador que se disponga, por encima o por debajo de la espontánea del paciente dependiendo de la situación clínica.
- Programación del tiempo inspiratorio.
- Programación del trigger a máxima sensibilidad.
- Si se realiza CPAP en pacientes con hipoxemia sin trabajo respiratorio excesivo ni hipercapnia: se programa una PEEP o EPAP de 3-4 cmH₂O de inicio. Posteriormente se va aumentando el valor de 2 en 2 cmH₂O según respuesta clínica.

Se deberá mantener de manera continua la VNIPP durante las primeras 24 horas o hasta la mejoría clínica del paciente.

La respuesta positiva a la VNIPP se caracteriza por disminución de la disnea, frecuencia respiratoria (<25 respiraciones/minuto) y del trabajo respiratorio. Este efecto beneficioso suele ser rápido, sobre todo la disnea y taquipnea que disminuyen antes de que se observe una mejoría significativa de la gasometría y ésto es importante a la hora de decidir continuar con la técnica.

6. Mantenimiento del modo ventilatorio.

Después de un período inicial de ventilación (generalmente entre 4 y 6h), el soporte se mantendrá de forma continuada con pausas de 5-15 min durante las cuales el paciente podrá hablar, expectorar, alimentarse, recibir medicación y beber agua. Si estas pausas no son bien toleradas, se deberá mantener la ventilación de forma continuada hasta que mejore la gasometría o la clínica del paciente.

7. Disminución de la aplicación del modo ventilatorio.

No existe ningún tipo de guía que nos ayude a decidir cuál es el mejor método a seguir para disminuir la aplicación de la VNIPP.

Se retirará de forma progresiva después de un período de estabilidad clínica en el que el paciente no presente signos de dificultad respiratoria.

* Se puede realizar:

- Disminución de forma progresiva de la PS hasta un nivel de 6-8 cm H₂O.
- Disminución del tiempo de administración de la PS, pero manteniendo la misma asistencia:
 - Realizar pausas de 5-15 min. cada hora y posteriormente pausas de 2 horas.
 - Alternar sin VNIPP 3 h durante el día y 6h durante la noche.
 - Reducción progresiva hasta 6h/día.
- Aplicación de ambos métodos: disminución progresiva de la PS y del tiempo de administración de la PS.

8. Criterios de weaning definitivo.

Ante la mejora de la insuficiencia respiratoria aguda, los criterios para proceder con el weaning serán:

- Corrección de la hipoxemia arterial ($\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$ y/o $\text{SatO}_2 \geq 90\%$ con $\text{FiO}_2 \leq 0.4$).
- $\text{PH} \geq 7.35$.
- Frecuencia respiratoria < 35 respiraciones/minuto.
- Estabilidad hemodinámica, sin necesidad de aminas vasoactivas.
- Ausencia de disnea severa.
- Ausencia de fiebre ($\leq 38^\circ\text{C}$) o hipotermia ($< 35^\circ\text{C}$).
- Niveles de hemoglobina $\geq 90 \text{ g.L}^{-1}$.
- Nivel de conciencia adecuado, sin necesidad de fármacos sedantes.

9. Fracaso de la técnica (durante 14 días de ingreso y aplicación):

El fracaso de la VNIPP se define como:

- Intolerancia a la técnica.
- Necesidad de IOT tras no mejoría gasométrica ni de los parámetros clínicos.
- Deterioro clínico y subsiguiente necesidad de IOT durante la estancia hospitalaria.
- Muerte.

Según estudios realizados se pueden diferenciar dos *tipos de fracaso* de la técnica:

- *Fracaso precoz*: 12-24 primeras horas (67% de los pacientes).
- *Fracaso tardío*: a partir de las 48h (10-28% de los pacientes).

- MONITORIZACIÓN

Debe de ser muy estricta, sobre todo en la primera hora de instauración de la ventilación.

1. Examen físico

- Presión arterial
- Frecuencia cardíaca y respiratoria
- Signos de perfusión periférica
- Empleo de músculos accesorios
- Respiración paradójica
- Auscultación
- Fijación de la mascarilla

- Estado de la piel y conjuntivas
- Distensión abdominal

1. Parámetros respiratorios

- Gasometria arterial
- Pulsioximetría
- Volumen corriente
- Fugas
- Presión de vías aéreas

- INTERRUPCIÓN DEL MODO VENTILATORIO

Se deberá suspender el modo ventilatorio de forma inmediata si existe:

- Estado de agitación no controlable, disminución del nivel de conciencia.
- Respiración torácico-abdominal paradójica.
- Necesidad de protección de la vía aérea.
- Intolerancia y/o inadaptabilidad a la mascarilla.
- Inestabilidad hemodinámica y/o electrocardiográfica.
 - Presión arterial sistólica > 180 ó < 70 mmHg o aumento o disminución $> 20\%$ comparado con los valores en ventilación mecánica.
 - Frecuencia cardíaca > 140 ó < 50 pulsaciones/minuto o aumento o disminución $> 20\%$ comparado con los valores en ventilación mecánica.
- Incapacidad para mejorar la disnea o el intercambio gaseoso:
 - Frecuencia respiratoria > 35 respiraciones/minuto.
 - SatO_2 por pulsioximetría $< 90\%$ (80% en paciente con insuficiencia respiratoria crónica) a FiO_2 0.4.

Hay que tener siempre presente que la aplicación prolongada de la VNIPP sin mejoría clínica puede retrasar la IOT y aumentar la mortalidad.

- FACTORES PREDICTIVOS DE ÉXITO DE LA VNIPP

Cuando se utiliza el sistema de VNIPP preocupa saber si va a ser una decisión adecuada o no para el paciente. Se han realizado estudios diversos para valorar tanto los factores predictivos de éxito como de fracaso de la técnica.

FACTORES PREDICTIVOS DE ÉXITO

- Si se consigue en las **primeras 3 horas** (*Meduri y col.*)
 - $\text{pH} \geq 7,35$
 - Disminución de la PaCO_2 de $> 15\text{-}20\%$
 - StaO_2 (con o sin O_2) $> 90\%$
 - Disminución de la frecuencia respiratoria en un 20%
 - Mejoría de la disnea
- Mejoría en el pH , PaCO_2 y disminución de la frecuencia respiratoria en la **primera hora**.
- Mejoría del pH en las primeras 6 horas en pacientes hipercápnicos (*Antro y col*)

- Situación clínica del paciente previa a la VNIPP. Hay un mayor fracaso si:
 - Edad > 40 años.
 - $\text{SAPS} \geq 35$.
 - APACHE score elevado.
 - Neumonía.
 - Abundantes secreciones respiratorias.
 - Desnutrición.
 - Alteración del nivel de conciencia.
 - $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$. Si el cociente es ≤ 146 en la primera hora.
 - Complicaciones metabólicas, sobre todo hiperglicemia.

1. Quirúrgicas:
 - Cirugía de la vía aérea superior.
 - Cirugía esofágica. No obstante, *Fagevik Olsén y col* en un estudio que utilizaron CPAP en el postoperatorio de la resección toracoabdominal de esófago, disminuyeron de manera significativa la incidencia de distress respiratorio que precisó IOT y la necesidad de ventilación mecánica comparado con pacientes que realizaron fisioterapia respiratoria.
2. Pacientes que precisan intubación endotraqueal inmediata.
3. Falta de colaboración del paciente.
4. Anatomía facial o nasal que impida la adaptación correcta de la mascarilla.
5. Traumatismo o cirugía facial y craneal.
6. Ansiedad extrema del paciente con falta de colaboración.
7. Inestabilidad cardiovascular (hipotensión o arritmias graves).
8. Hipoxemia refractaria ($\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ con $\text{FiO}_2 1$).
9. Lesiones de laringe, tráquea y esófago.
10. Sangrado activo del tracto gastrointestinal superior.
11. Abundantes secreciones del tracto respiratorio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brochard L, Pluskwa F, Lemaire F. Improved efficacy of spontaneous breathing with inspiratory pressure support. *Am Rev Res Dis* 1987; 136: 411-415
2. Smurthwaite GJ, Ford P. Skin necrosis following continuous positive airway pressure with a face mask. *Anaesthesia* 1993; 48: 147-148.
3. Criner GJ, Travaline JM, Brennan KJ et al. Efficacy of a new full-face mask for noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 1994; 106: 1109-1115.
4. Zimmerman H, Swisher j, Waravdekar N et al. Effect of clinical setting on incidence of complications of endotracheal intubation in critically ill patient. *Am J Res Crit Care Med* 1994; 149: A77.
5. Martin TJ, Sanders MH, Bierman MI et al. Noninvasive application of bi-level positive airway pressure prevent endotracheal intubation in acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1994; 23: A129.
6. Estes RJ, Meduri GU. The pathogenesis of ventilator-associated pneumonia: I. Mechanisms of bacterial transcolonization and airway inoculation. *Intensive Care* 1995; 21:365-383.
7. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995; 333: 817-822.
8. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J et al. Randomized prospective trial of noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Res Crit Care Med* 1995; 151: 1799-1806.
9. Lofaso F, Brochard L, Hang T et al. Home versus Intensive Care Pressure support Devices. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 1591-1599.
10. Meduri MG. Noninvasive positive-pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clinics in Ches Med* 1996; 17: 513-553.
11. Meduri GU, Turner RE, Nabil Abou-Shala et al. Noninvasive positive pressure ventilation via face mask. First-line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest* 1996; 109/1:179-193.
12. Gust R, Gottschalk A, Schmide H et al. Effects of continuous (CPAP) and bi-level positive airway pressure (BiPAP) on extravascular lung water

- extubation of the trachea in patients following coronary artery bypass grafting. *Int Care Med* 1996; 22:1345-1350.
13. Herrera Carranza. *Medicina crítica práctica. Iniciación a la ventilación mecánica. Puntos clave.* M. EdiKa Med. 1997.
 14. Aguiló R, Togores B, Pons S et al. Noninvasive ventilator support after lung resectional surgery. *Chest* 1997; 112:117-127.
 15. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD et al. Effect of bilevel positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. *Chest* 1997; 111:665-670.
 16. Guérin C, Girard R, Chemorin C. Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. A prospective epidemiological survey from a single ICU. *Int Care Med* 1997; 23:1024-1032.
 17. M. Barcons, J Mancebo. *Ventilación no invasiva con presión de soporte. Ventilación mecánica.* A Net, S Benito. Springer-Verlag Ibérica 1998, pp 369-376.
 18. Wood KA, Lewis L, Von Harz B et al. The use of noninvasive positive pressure ventilation in the Emergency Department. *Chest* 1998; 1339-1346.
 19. Poponick JM, Reston JP, Bennet RP et al. Use of a ventilatory support system (BiPAP) for acute respiratory failure in the Emergency Department. *Chest* 1999; 166-171.
 20. Kilger E, Briegel J, Haller M et al. Effects of noninvasive positive pressure ventilatory support in non-COPD patients with acute respiratory insufficiency after early extubation. *Int Care Med* 1999; 25:1374-1380.
 21. Rocker GM, Mackenzie MG, Williams B et al. Noninvasive positive pressure ventilation. Successful outcome in patients with acute lung injury/ARDS. *Chest* 1999; 115/1:173-177.
 22. Iván Caviedes. *Ventilación mecánica no invasiva. Insuficiencia respiratoria y ventilación mecánica.* Mediterraneo 2000. Capítulo 29 : 362-374.
 23. Masip J, Betbesé AJ, Páez J et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet* 2000; 356:2126-2132.

24. Antón A, Güell R, Gómez J et al. Predicting the result of noninvasive ventilation in severe acute exacerbations of patients with chronic airflow limitation. *Chest* 2000; 117/3:828-833.
25. Matte P, Jaquet I, Van Dyck M et al. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44:75-81.
26. Hilbert G, Gruson D, Vargas F et al. Noninvasive continuous positive airway pressure in neutropenic patients with acute respiratory failure requiring intensive care unit admission. *Crit Care Med* 2000; 28 (9):3185-3190.
27. Sangeeta Mehta and Nicholas S. Hill. Noninvasive ventilation. *Am J Res Crit Care Med* 2001; 163:540-577.
28. International consensus conferences in intensive care medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Crit Care Med* 2001; 283-291.
29. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Non-invasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: long term survival and predictors of in-hospital outcome. *Thorax* 2001; 56:708-712.
30. BTS Guideline. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. British Thoracic Society Standards of Care Committee. 14 December 2006; 192-211. *Thorax* 2002; 57:192-211.
31. Rodríguez A. Ventilación Mecánica No Invasiva. *MEDICRIT* 2004; 1 (5):186-193.
32. Battisti A, Michotte JB, Tassaux D et al. Non-invasive ventilation in the recovery room for post-operative respiratory failure: a feasibility study. *Swiss Med Wkly* 2005; 135: 339-343.
33. Antro C, Merico F, Urbino R et al. Non-invasive ventilation as a first-line treatment for acute respiratory failure: "real life" experience in the emergency department. *Emergency Medicine Journal* 2005; 22:772-777.
34. Badiger R, Green M, Hackwood H et al. Non-invasive ventilation in surgical patients in a district general hospital. *Anaesthesia* 2004; 59 (10):967-970.