

Ventilación no invasiva

S. Díaz Lobato^a y S. Mayoralas Alises^b

^aServicio de Neumología. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

^bServicio de Neumología. Hospital de Móstoles. Móstoles. Madrid. España.

Introducción

Ventilación mecánica es todo aquel procedimiento que utiliza un aparato mecánico para ayudar o suplir la función ventilatoria del paciente. Si el soporte ventilatorio se instaura sin necesidad de establecer una vía endotraqueal (intubación oro o nasotraqueal o traqueostomía) se denomina ventilación mecánica no invasiva (VNI)^{1,2}. El desarrollo inicial de esta modalidad terapéutica se centró en enfermos con insuficiencia respiratoria crónica restrictiva, fundamentalmente pacientes con enfermedades neuromusculares, secuelas de tuberculosis, deformidades de la caja torácica y síndrome de hipoventilación-obesidad³. Las técnicas de ventilación con presión negativa fueron las más utilizadas durante las epidemias de poliomielitis de los años 1950, para posteriormente ver reducido su empleo ante el auge de la ventilación mecánica endotraqueal⁴. A comienzos de la década de 1980, cuando se describió la eficacia de la aplicación de la presión continua positiva a través de una mascarilla nasal en el tratamiento del síndrome de apnea obstructiva del sueño⁵, el grupo de pacientes que recibían VNI domiciliaria no era muy numeroso. Sin embargo, la comprobación de que era posible realizar ventilación mecánica de una forma eficaz, cómoda y bien tolerada, a través de dicha mascarilla nasal⁶, favoreció el crecimiento exponencial de pacientes ventilados a largo plazo en su propio domicilio y el desarrollo de la VNI con presión positiva en la mayoría de las salas de neumología de nuestro país⁷⁻²⁰. Las técnicas de ventilación con presión negativa quedaron prácticamente relegadas, siendo excepcional su utilización en la actualidad²¹. La década de 1990 puede considerarse la década de la VNI y domiciliaria, y ello gracias al protagonismo de la mascarilla nasal.

Ventilación no invasiva en la insuficiencia respiratoria crónica

No hay dudas acerca de la eficacia de la VNI en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica (IRC) de

origen restrictivo. Los resultados disponibles muestran que la VNI mejora la calidad de vida, aumenta la supervivencia, mejora el intercambio de gases y consigue una mayor calidad de sueño en estos pacientes^{3,9,12}. Sin embargo, persiste el debate acerca de la utilidad de la ventilación a largo plazo de los enfermos con IRC debida a enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)²²⁻²⁴. Las experiencias iniciales procedentes de estudios no controlados mostraron en general resultados positivos y alentadores. Sin embargo, la evidencia disponible en el momento actual no ha permitido establecer aún unos criterios claros de indicación de VNI en estos pacientes. Wijkstra et al²⁵ han publicado recientemente una revisión sistemática de aquellos estudios controlados y aleatorios que analizaron el resultado de la adición de VNI al tratamiento estándar, en pacientes con EPOC estable e insuficiencia respiratoria hipercápnica. Tras 3 meses de VNI nocturna, estos estudios no objetivaron mejoría sobre el intercambio de gases, función pulmonar, tolerancia al ejercicio o fuerza muscular. No obstante, dado el pequeño tamaño muestral de los trabajos analizados y el corto período valorado, los autores consideran que se precisan más estudios para aclarar el papel de la VNI en estos pacientes. Resultados preliminares de dos estudios multicéntricos desarrollados en Europa tampoco han objetivado diferencias entre el grupo tratado con VNI y el grupo tratado con oxigenoterapia^{26,27}. En este contexto, y a pesar de la falta de unos criterios precisos, la British Thoracic Society (BTS)²⁸ recomienda plantear la VNI en domicilio en los pacientes con EPOC que la precisan más de 7 días durante una exacerbación, en aquellos que se muestren gravemente hipercápnicos al oxigenarlos correctamente o en los que han tenido tres o más hospitalizaciones por fallo hipercápnico en un año. La Conferencia de Consenso de 1999²⁴, por su parte, plantea la asistencia ventilatoria nocturna en estos pacientes cuando, además de presentar síntomas propios de hipoventilación, la cifra de la presión arterial de CO₂ (PaCO₂) sea superior a 55 mmHg. Si la PaCO₂ oscila entre 50 y 55 mmHg, el consenso recomienda iniciar la ventilación si el paciente presenta desaturación nocturna, definida como una pulsioximetría que muestre más de 5 min consecutivos con saturación inferior al 88% a pesar de recibir oxigenoterapia a 2 litros por minuto (lpm). Finalmente, se contempla la indicación de asistencia ventilatoria nocturna, al igual que en la guía

Correspondencia: Dr. S. Díaz Lobato.
Federico García Lorca, 2, portal 7, 2.º A.
28770 Colmenar Viejo. Madrid. España.
Correo electrónico: sdl01m@nacom.es

Recibido: 1-9-2003; aceptado para su publicación: 9-9-2003.

de la BTS²⁸, en los pacientes con EPOC con PaCO₂ de 50-55 mmHg que hayan sido hospitalizados por insuficiencia respiratoria hipercápnica al menos en dos ocasiones en el período de un año. Desde el punto de vista de la práctica clínica, la falta de unos criterios claramente definidos favorece que el empleo de la VNI en los pacientes con EPOC estable que se muestran hipercápnicos difiera considerablemente entre los grupos que trabajan con estas técnicas⁸.

Ventilación no invasiva en la insuficiencia respiratoria aguda

Paralelamente al desarrollo de la VNI en enfermos con IRC, el campo de actuación de la VNI se ha ido desplazando en los últimos años hacia pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) de etiología muy variada, siendo en la agudización de la EPOC donde se ha recopilado la mayor evidencia científica de su eficacia²⁹⁻³³. Los resultados del metaanálisis realizado por Fernández-Guerra et al³⁴ sobre estudios aleatorios y controlados, en pacientes con agudización de EPOC que presentaban una PaCO₂ mayor de 45 mmHg o un pH menor de 7,35, muestran que la VNI reduce la mortalidad y la necesidad de intubación orotraqueal (IOT) tanto en la unidad de cuidados intensivos (UCI) como en la planta de neumología. Los resultados del metaanálisis de Lightowler et al³⁵ son similares, por lo que los autores proponen que la VNI debe ser la primera línea de actuación en casos de EPOC agudizada con IRA y PaCO₂ mayor de 45 mmHg. Su utilización temprana, antes de la instauración de una acidosis grave, reduciría la mortalidad y evitaría la IOT. Estos hechos han llevado a Elliot³⁶ a proponer la VNI como el nuevo *gold standard* del tratamiento de las exacerbaciones agudas de pacientes con EPOC, lo que ha quedado reflejado en la normativa GOLD³⁷, en la que se reconoce la eficacia de la VNI en estos pacientes con el máximo nivel de evidencia científica.

Trabajos recientes han planteado la utilidad de la VNI en diversas causas de fallo respiratorio agudo con o sin hipercapnia. Es el caso de otras enfermedades obstructivas como el asma y la fibrosis quística³⁸⁻⁴¹; enfermedades del parénquima pulmonar como la neumonía adquirida en la comunidad o el síndrome de distrés respiratorio del adulto^{42,43}; pacientes con edema agudo de pulmón⁴⁴; pacientes con complicaciones respiratorias relacionadas con la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), inmunodeprimidos y trasplantados⁴⁵⁻⁴⁷; obesos hipercápnicos²⁰; ancianos⁴⁸; enfermos oncológicos^{49,50}; quemados⁵¹, y, en general, todos aquellos pacientes que no son tributarios de IOT⁵². También se ha descrito la utilidad de la VNI en pacientes que reciben ventilación endotraqueal^{17,53} y cada vez aparecen más referencias sobre la utilidad de la VNI durante actos quirúrgicos y en pacientes que presentan fallo respiratorio en el postoperatorio inmediato⁵⁴⁻⁵⁶.

Asistimos pues, en el momento actual, a la expansión de las técnicas de VNI en las salas de neumología, domicilio de pacientes, UCI, unidades de cuidados intermedios respiratorios, unidades de reanimación, quirófanos, salas

de broncoscopia, servicios de urgencias y, más recientemente, fuera ya del entorno hospitalario, en unidades de urgencias extrahospitalarias y transporte sanitario⁵⁷⁻⁶². Disponemos de excelentes revisiones en la bibliografía reciente sobre la VNI en enfermos con IRA y en pacientes con IRC, cuya lectura recomendamos^{1,23,24,28,31,63-65}.

Interfases y respiradores en la ventilación no invasiva

Pasaremos a describir los aspectos técnicos más importantes necesarios para realizar VNI, prestando especial atención a las últimas novedades que han aparecido en este campo. Hablaremos de las interfases y de los respiradores.

Interfases en la ventilación no invasiva

El éxito de la VNI depende en gran medida de la interfase, elemento donde se produce la interacción del paciente con el respirador. Se debe conseguir un equilibrio perfecto entre la comodidad y tolerancia del paciente y la eficacia de la interfase. Se han propuesto diversos modelos para la realización de la VNI: *pillow* nasal, mascarilla nasal, mascarilla facial, mascarilla total y el más recientemente introducido sistema Helmet^{64,66,67}. Las complicaciones más frecuentes que se pueden presentar relacionadas con la interfase utilizada son rechazo o malestar, claustrofobia, eritema facial, fugas, exantema cutáneo, conjuntivitis y, la más temida, la ulceración nasal^{1,3,68}. Todas las mejoras técnicas incorporadas a las mascarillas persiguen aumentar su tolerancia y disminuir la aparición de estas complicaciones.

Mascarilla nasal

La mascarilla nasal fue la auténtica protagonista del resurgimiento de la VNI que aconteció en la década de 1990⁵. En el momento actual la variedad de mascarillas que se ofrecen en el mercado es notable y existe una amplia gama de tallas y formas que pueden suministrar las empresas proveedoras. Dependemos, no obstante, de la zona geográfica donde residamos para tener acceso a unas u otras mascarillas, dada la política de sectorización de empresas imperante en nuestro sistema sanitario. Un debate clásico ha sido el referente a si es mejor utilizar mascarillas comerciales o hacerlas a medida^{4,69,70}. Esto último requiere habilidad manual, disponer de un espacio físico para confeccionarlas y cierto grado de entrenamiento para mantener la habilidad. Son útiles cuando se precisa ventilación 24 h al día y a la hora de plantearse alternativas al punto de apoyo de la mascarilla. Estas máscaras se caracterizan por tener un espacio muerto reducido, buena adaptación y fijación. El inconveniente principal es el tiempo que se requiere para su confección y la dedicación del personal encargado de su fabricación. El problema de las máscaras a medida no radica pues en la eficacia sino en la efectividad⁷¹. La mayoría de los grupos que trabajan en VNI utilizan modelos comerciales.

Una buena máscara ha de reunir una serie de características básicas: ser un compartimiento estanco y poco

distensible, ofrecer baja resistencia al flujo y tener un espacio muerto mínimo. Ha de ser confortable, ligera, fácil de colocar, inodora, sin látex, adaptable a diferentes tamaños y estética^{1,71}. Y todo ello con el menor coste posible. La fijación de la máscara a la cabeza del paciente ha de ser estable, ligera, no traumática y fácil de retirar. Las sujeciones que hay en el mercado utilizan de dos a 5 puntos de fijación, fundamentalmente a expensas de velcro, tiras elásticas o gorros⁷². Por último, para aliviar la presión que ejercen los puntos de apoyo sobre la cara del paciente y evitar la aparición de lesiones cutáneas, las mascarillas incorporan diversos materiales, según los fabricantes, como gel o silicona que alivian el contacto con la piel. La utilización de espaciadores o de apósitos hidrocoloides, que se colocan en los puntos de apoyo amortiguando la presión cutánea, es otro recurso a nuestra disposición que suele dar buenos resultados. Las mascarillas de pequeño tamaño o *minimasks* permiten al paciente utilizar gafas sin que sea preciso interrumpir la ventilación mecánica¹.

La mascarilla nasal es la elección fundamental en los pacientes que realizan ventilación a largo plazo en el domicilio. En pacientes con lesiones de decúbito, la alternancia entre diferentes modelos de mascarilla con distintos puntos de apoyo puede ser una alternativa válida para mantener una VNI eficaz. La aparición de rino-rrea acuosa, verdaderamente incómoda en algunos pacientes, puede solucionarse con la administración de vasoconstrictores o esteroides tópicos. La eficacia de la ventilación nasal depende de que el paciente mantenga la boca cerrada durante la ventilación. 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 que el paciente duerma de lado con la cabeza apoyada en la almohada.

Una alternativa a la máscara es el *pillow* nasal, nombre que se le da al dispositivo consistente en dos tubos que se insertan en las fosas nasales y por los que el paciente recibe el volumen corriente del respirador. Al no apoyarse sobre la nariz puede ser útil si existen lesiones cutáneas o claustrofobia. Otra alternativa es la utilización de piezas bucales⁷³. Estas boquillas se utilizan fundamentalmente en pacientes neuromusculares con gran dependencia ventilatoria. La alternancia entre mascarilla nasal y pieza bucal permite mantener la VNI 24 h al día en estos pacientes durante períodos prolongados, obviando o, al menos, retrasando el momento de la traqueostomía⁷⁴. La pieza bucal puede ir incorporada a la silla de ruedas, lo que facilita la compatibilidad de la ventilación mecánica con una vida de relación social.

Mascarilla facial

En un intento de mejorar la tolerancia a la VNI, sobre todo en pacientes con fallo respiratorio agudo, se desarrollaron las máscaras faciales^{75,76}. En pacientes con escaso grado de colaboración, como es el caso de enfermos con IRA, taquipneicos y ansiosos, concurren diversos factores que limitan la utilización de la mascarilla nasal. Uno de ellos, las fugas, constituye un problema tan importante que puede comprometer por sí mis-

mo la eficacia de la VNI. La fuga incoercible a través de la boca disminuye la ventilación alveolar, la presión positiva que afecta a la musculatura respiratoria y la eficacia para reducir el trabajo respiratorio. Por otra parte, la necesidad de administrar flujos elevados, habitual en pacientes con IRA, puede incrementar la resistencia nasal y disminuir igualmente la eficacia de la ventilación si se utiliza una mascarilla nasal. La mascarilla facial, al cubrir la nariz y la boca, permite que el paciente reciba el flujo de gas por ambas vías naturales, con lo que desaparecen el problema de la fuga oral y el incremento de resistencia nasal⁷⁵.

Un estudio comparativo de 3 modelos de interfases mostró que la mascarilla nasal fue mejor tolerada que la máscara facial, aunque resultó menos eficaz en reducir la PaCO₂ debido a la existencia de fugas⁷⁷. Estos datos apoyan en cierta medida la idea extendida de que las máscaras faciales son de elección en pacientes con IRA. Estas mascarillas interfieren con la alimentación, comunicación y expectoración, y pueden originar claustrofobia en un mayor número de sujetos. Las máscaras faciales modernas disponen de válvula anti-asfixia y anti-*rebreathing* que permiten al paciente continuar respirando espontáneamente en caso de mal funcionamiento del respirador, así como sujeciones de liberación rápida para tener acceso inmediato a la vía aérea si se requiere (p. ej., para realizar una IOT de urgencia). En un intento de mejorar la tolerancia de estas mascarillas, Lloys et al⁷⁸ han comprobado que el relleno de la cámara de la máscara facial con agua reduce la incidencia de aparición de úlceras faciales por presión. Aunque es excepcional, en algunos pacientes en los que no se consigue una ventilación eficaz por mascarilla nasal se puede plantear la ventilación domiciliaria a largo plazo con mascarillas faciales^{1,12,28}.

Máscara facial total y sistema Helmet

Con el propósito de mejorar la comodidad de la VNI, el grupo de Criner et al⁷⁹ desarrolló la máscara facial total. Ésta utiliza un sistema que sella la mascarilla alrededor del perímetro facial, lo que evita la presión directa de la misma sobre las estructuras anatómicas de la cara. Los autores han comprobado que la utilización de dicha máscara minimiza las fugas, consiguiendo una mejor ventilación y un mayor bienestar del paciente.

Recientemente se ha propuesto un sistema de casco transparente, denominado sistema Helmet, el cual aporta algunas ventajas respecto a la máscara facial^{80,81}. La tolerancia es buena y la interacción del paciente con el ambiente que le rodea es bastante satisfactoria. El sistema de fijación presenta escaso riesgo de lesiones cutáneas y la adaptabilidad es perfecta independientemente del contorno anatómico del paciente⁸². Existen dos sistemas Helmet para VNI en el mercado: el modelo CaStar, diseñado para aplicación de modo presión positiva continua de la vía aérea (CPAP) como método de oxigenación en pacientes con IRA hipoxémica, y el modelo Helmet de Sea-Long System, desarrollado para administrar oxigenoterapia hiperbárica⁸³.

El modelo CaStar está fabricado con material de látex transparente libre de PVC en su parte frontal, lo cual

permite al paciente leer, ver y relacionarse con el medio. Un dispositivo en anillo mantiene la fijación del Helmet en su parte inferior, el cual se sujeta mediante un sistema de arneses cruzados. Un tejido laxo se adhiere al cuello a modo de collar y permite el sellado con ausencia de fugas, en tanto que la conexión del circuito inspiratorio y espiratorio procedente del respirador se realiza por dos tomas laterales. El Helmet permite la entrada de una sonda nasogástrica que posibilita beber y la alimentación mediante dieta líquida y es de un solo uso. Se ha desarrollado un Helmet específico para VNI con el objetivo de reducir el *rebreathing*. Este modelo tiene un volumen interno bajo, una válvula antiasfixia y está equipado con un sistema de insuflación interna⁸³.

La aplicación del sistema Helmet reduce las complicaciones relacionadas con la interfase, como son las lesiones cutáneas, conjuntivitis y grado de distensión gástrica. Cavaliere et al⁸⁴ describieron lesiones transitorias de la membrana timpánica durante el tratamiento, al perderse la acción protectora del tensor del tímpano, por lo que recomiendan la utilización de tapones de oído para prevenir estas lesiones al usar el Helmet. Otras complicaciones descritas de forma más excepcional derivan del apoyo del Helmet en la región cervical, destacando la aparición de edema en las extremidades superiores, trombosis venosa y lesiones axilares por decúbito. Esquinas et al⁸³ han descrito parestesias y debilidad de la mano y el antebrazo en un paciente que recibía VNI por Helmet.

Los datos procedentes de los estudios realizados muestran que el sistema Helmet parece ser más efectivo que la mascarilla facial a la hora de reducir la tasa de IOT, con una mejor tolerancia y sin suponer una sobrecarga adicional al personal de enfermería^{80,81,85,86}. El mayor bienestar del paciente posibilita prolongar el tiempo de tratamiento y la escasa incidencia de fugas permite suministrar niveles más elevados de presión. Se estima que su utilización en pacientes con IRA y en un entorno adecuado (UCI o unidad de cuidados intermedios respiratorios) va a permitir aplicar VNI a un mayor número de pacientes y de mayor gravedad, ampliándose progresivamente las indicaciones de VNI en agudos y como complemento a otras técnicas, tales como la broncoscopia⁸⁷.

Tipos de respiradores

Para la VNI pueden emplearse desde los respiradores convencionales y sofisticados de la UCI hasta los pequeños aparatos portátiles que, a pesar de su sencillez, ofrecen un rendimiento satisfactorio. Lo que hace que la ventilación sea no invasiva no es el respirador, sino la interfase. Clásicamente hablamos de respiradores limitados por volumen y respiradores limitados por presión^{88,89}. La aplicación de CPAP no es una modalidad ventilatoria en sí misma, aunque está extendida su utilización en pacientes con ciertas formas de insuficiencia respiratoria, fundamentalmente pacientes con edema agudo de pulmón⁹⁰.

Respiradores volumétricos. En este tipo de ventilación se programa un volumen determinado para admi-

nistrar en cada ciclo ventilatorio, independientemente de la presión que este volumen alcance en la vía aérea^{1,12,23,24}. Son aparatos más pesados y caros que los respiradores de presión, pero suelen estar dotados de alarmas y batería que garantiza su funcionamiento en ausencia de suministro eléctrico^{91,92}. El circuito estándar de este tipo de respiradores incorpora una válvula espiratoria, que facilita la salida al exterior del aire espirado por el paciente. Si fuera necesario, es posible incorporar una pieza a la válvula espiratoria para mantener una presión positiva durante la espiración. Los modelos más utilizados en nuestro país –PLV-100 (Respironics), Airox Home 1 (Bio MS Company), EOLE 3 (Saime S.A.), PV 501 (Breas) y LP10 (Puritan Bennett)– presentan unas características muy similares de funcionamiento y la utilización de uno u otro depende más de problemas burocráticos por la sectorización de las empresas suministradoras que de su eficacia¹². Todos ellos presentan en su panel de control la posibilidad de regular los siguientes parámetros⁹³⁻⁹⁵:

– *Volumen corriente o volumen tidal.* Es el parámetro programado constante en ventilación volumétrica. Se recomienda que sea de alrededor de 10-15 ml/kg en función de la tolerancia del paciente, la respuesta gasométrica, las fugas y las características clínicas del enfermo. Para realizar VNI se precisan volúmenes mayores que cuando la ventilación es endotraqueal, en general casi el doble de volumen^{1,12}. La mayoría de los pacientes reciben alrededor de 900-1.200 ml de volumen tidal, una vez que están correctamente adaptados a la VNI con este tipo de respiradores.

– *Frecuencia respiratoria.* Como pretendemos el descanso de la musculatura respiratoria, se debe programar una frecuencia respiratoria ligeramente superior a la del paciente en reposo, con objeto de adelantarnos a su impulso ventilatorio. Aunque al inicio de la VNI los pacientes pueden mostrarse ansiosos y taquipneicos, tras un corto período es posible realizar una ventilación aceptable con frecuencia respiratoria de 18-20 respiraciones/min. La modalidad ventilatoria asistida/controlada, la más utilizada para realizar VNI, permite que el paciente pueda incrementar a demanda su frecuencia respiratoria por encima de la prefijada en caso de necesidad. No obstante, en la mayoría de los pacientes la ventilación es controlada prácticamente todo el tiempo, alcanzando su máxima expresión en los pacientes neuromusculares.

– *Relación inspiración/espiración.* Permite definir en un ciclo respiratorio cuánto tiempo se dedica a la inspiración y cuánto a la espiración. Una relación 1:1 significa que el tiempo se reparte a partes iguales entre la inspiración y la espiración. Con una frecuencia respiratoria de 20 respiraciones/min, una relación 1:1 implica que el paciente tiene 1,5 s para inspirar y 1,5 s para espirar. En pacientes obstructivos, se recomienda prolongar el tiempo espiratorio, llegando a alcanzar esta relación valores de 1:2 o 1:3. El acortamiento del tiempo inspiratorio implica que el mismo volumen de aire llega al paciente en un menor tiempo, para lo cual el flujo inspi-

ratorio ha de ser mayor y, por tanto, se alcanzan mayores presiones en la mascarilla. Puede ser deseable en algún paciente conseguir mayores picos de presión durante la inspiración, aunque en general esto se relaciona con la aparición de fugas y con una peor tolerancia a la VNI, lo que contribuye a la aparición de meteorismo al abrirse el esfínter esofágico superior. En la serie de Leger et al³, el 50% de 276 pacientes presentó distensión abdominal secundaria al paso de aire al estómago. En dos de ellos, ambos con distrofia muscular de Duchenne, fue incluso la causa del abandono de la VNI. La regulación de los parámetros del respirador en un intento de reducir el pico de presión sin comprometer la eficacia de la ventilación es una de las medidas a tener en cuenta para paliar este problema⁹⁶. La reducción del volumen liberado por el respirador puede aliviar las molestias del paciente, aun con el riesgo de utilizar una menor presión de insuflación y cierta pérdida de eficacia ventilatoria. Igualmente se puede regular el pico de presión del respirador mediante una rampa más pronunciada en el caso de equipos que dispongan de esta función o variando la relación inspiración/espiración^{3,24}. Como las características técnicas de los diversos respiradores difieren entre sí, cambiar de modelo de respirador o de modalidad ventilatoria también puede ser útil⁹⁷.

– *Sensibilidad o trigger*. La mayoría de los respiradores volumétricos incorporan un *trigger* de presión. Es decir, los cambios en la presión dentro del circuito ventilatorio son los que originan el ciclado de inspiración a espiración y viceversa. En la filosofía de la VNI lo que se persigue es el mayor reposo posible de la musculatura respiratoria del paciente, por lo que no interesa que deba realizar esfuerzos importantes para activar al respirador. Por ello, la regulación del *trigger* en la VNI ha de ser aquella que permita que el respirador active la inspiración ante el más mínimo esfuerzo del paciente, si éste se produce, pero que no permita el autociclado⁹⁸. Las especificaciones técnicas de cada respirador permitirán conocer cuál es el valor de este parámetro en cada uno de ellos.

– *Alarmas*. La existencia de alarmas en un respirador tiene gran utilidad en los pacientes que reciben ventilación endotraqueal, pero posiblemente carezcan de interés en la VNI. La alarma de baja presión avisará de la desconexión del paciente o fuga en el circuito, lo que permite, fundamentalmente en enfermos neuromusculares, que el cuidador del paciente examine el sistema y corrija el problema. Por su parte, la alarma de alta presión detiene el flujo de aire una vez que se alcanza una determinada presión en el circuito con la idea de prevenir complicaciones por barotrauma. En la VNI muchos pacientes tosen o degluten saliva durante la noche, lo que lleva a la activación de la alarma y, en algún caso, si este fenómeno se repite a lo largo de la noche, la imposibilidad de dormir. Además, los excesos reales de presión se solucionan con fuga oral, por lo que el riesgo de barotrauma es prácticamente inexistente. Por todo ello, cuando se realiza VNI se suele trabajar con alarmas minimizadas.

Los respiradores volumétricos fueron los más populares para realizar VNI en un principio, ya que eran los

mejor conocidos y la experiencia adquirida con ellos en la UCI y en los pacientes traqueostomizados genera una mayor confianza. Posteriormente, los respiradores de presión, más sencillos y baratos, han ido ganando terreno, y podría decirse que en el momento actual son los más prescritos para realizar VNI. Esto va acompañado de abundante bibliografía que no ha mostrado diferencias entre respiradores volumétricos y de presión, y sí una mejor tolerancia y respuesta subjetiva a los últimos^{10,99,100}. Las normativas publicadas recomiendan la elección de uno u otro respirador en función de la experiencia del equipo médico y del modelo con el que esté familiarizado. No obstante, hay una serie de situaciones en las que los respiradores volumétricos presentan ventajas. Por estar dotados de alarmas y baterías, son de elección en pacientes que realizan ventilación domiciliar por traqueostomía¹⁷. Asimismo, son de elección en pacientes neuromusculares y en aquellos que requieren altas presiones de insuflación (toracógenos, obesos) para ser ventilados correctamente¹. Los respiradores volumétricos ofrecen, además, la posibilidad de realizar hiperinsuflaciones y, así, ayudar a los músculos espiratorios¹⁰¹⁻¹⁰⁴. Esta ayuda es tan importante como la ayuda a los músculos inspiratorios. En pacientes neuromusculares, la pérdida del mecanismo de la tos, con la consiguiente retención de secreciones y aparición de infecciones respiratorias, incluso neumonías, es lo que condiciona en ocasiones el fracaso de la VNI y la necesidad de practicar una traqueostomía^{102,103}. La realización de hiperinsuflaciones es, por tanto, un tratamiento de vital importancia para este tipo de enfermos y los respiradores volumétricos permiten su aplicación, por lo que ofrecen claras ventajas respecto a los respiradores de presión. La prescripción de las hiperinsuflaciones ha de realizarse a demanda, según las condiciones de cada enfermo en particular.

Respiradores de presión. Debido a su portabilidad, tamaño, eficacia, tolerancia y bajo coste, se han convertido en el respirador ideal para los pacientes con IRC que requieren sólo ventilación nocturna. Además, por las características que más abajo describiremos y la posibilidad de aplicar presión de soporte, son los preferidos para tratar a pacientes con fallo respiratorio agudo¹. En este tipo de ventilación se programa una presión inspiratoria (IPAP), generalmente entre 10 y 20 cmH₂O, y una presión espiratoria (EPAP), habitualmente por debajo de 6 cmH₂O. Cuando el paciente inicia la inspiración, el respirador aporta aire hasta alcanzar la IPAP prefijada, sin que tengamos información del volumen real que estamos suministrando, ya que éste depende del patrón ventilatorio del enfermo. Es el propio paciente el que determina la frecuencia respiratoria y el tiempo inspiratorio, siendo el respirador capaz de detectar dicha actividad ventilatoria mediante un *trigger* de flujo muy sensible. La mejor sincronía entre el paciente y el respirador que consigue el respirador de presión facilita la reducción del trabajo diafragmático y aumenta el bienestar del enfermo¹⁰⁵.

El circuito estándar de este tipo de respiradores es muy simple ya que no disponen de válvula espiratoria.

Para evitar fenómenos de reinhalación de CO₂ (*rebreathing*), se añade a la tubuladura una válvula anti-*rebreathing* que, conjuntamente con la existencia de una presión positiva espiratoria, permite la salida continua de aire al exterior y la eliminación de anhídrido carbónico¹⁰⁶. Los respiradores de presión presentan, en general, un panel de control más simple que el de los respiradores volumétricos. Los parámetros habituales que se deben regular en estos respiradores son los siguientes^{1,12,23,24,107}:

– *IPAP o presión de soporte*. Los límites de presión inspiratoria de los diferentes modelos se sitúan entre 20 y 40 cmH₂O, aunque la mayoría de los pacientes suelen recibir entre 10 y 20 cmH₂O de IPAP, presión que complementa la generada de forma espontánea por el propio sujeto. Estas cifras de IPAP han mostrado ser efectivas desde el punto de vista clínico y gasométrico, y bien toleradas por los enfermos. 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 entre el enfermo y la máquina y el aumento del trabajo respiratorio del paciente. Algunos autores inician la ventilación con presiones bajas que van incrementando posteriormente según la tolerancia del sujeto, mientras que otros prefieren comenzar con presiones más elevadas y las disminuyen sólo en caso de intolerancia manifiesta¹.

– *EPAP*. Suele fijarse una presión espiratoria para evitar el *rebreathing* en pacientes obesos con capacidad residual funcional muy baja para mantener abiertos los alveolos y, sobre todo, en pacientes con EPOC para contrarrestar la presión positiva intrínseca al final de la espiración. Se ha demostrado que una EPAP de hasta 6 cmH₂O no tiene efectos hemodinámicos deletéreos, siendo éste su margen superior de regulación. No obstante, diversos autores han llamado la atención acerca de un mayor riesgo de muerte por infarto agudo de miocardio al aplicar una EPAP en el subgrupo de pacientes con edema agudo de pulmón¹⁰⁸. El estudio de Mehta et al¹⁰⁹ tuvo que ser interrumpido al observar una incidencia de infarto de miocardio muy superior en el grupo de pacientes tratados con respirador de presión respecto al grupo tratado con CPAP (el 71 frente al 31%). Más recientemente, Pang et al¹¹⁰ han publicado un metaanálisis sobre los estudios realizados en pacientes con edema agudo de pulmón tratados con VNI, no encontrando evidencia suficiente para apoyar cualquier conclusión sobre los efectos negativos de la VNI en estos pacientes. Por ello, mientras aparecen nuevos estudios, estos autores recomiendan que la aplicación de CPAP a 10-12,5 cmH₂O debe ser el tratamiento de elección de estos pacientes, reservando la utilización de respirador de presión para aquéllos con importante hipercapnia o deterioro clínico franco a pesar de la CPAP¹¹⁰.

– *Trigger*. Como hemos comentado, estos respiradores suelen tener un *trigger* sensible a variaciones en el flujo^{98,111}. El esfuerzo inspiratorio del paciente acciona la liberación de la IPAP mientras que la reducción del flujo inspiratorio indica el paso a la espiración. El *trig-*

ger de flujo presenta ventajas respecto al *trigger* de presión de los respiradores volumétricos, mayor sensibilidad y quizá mejor tolerabilidad. Se requiere un menor esfuerzo para abrir las válvulas de demanda, lo que conduce a una clara disminución del tiempo y del esfuerzo necesarios para disparar el respirador. El rendimiento óptimo del respirador precisa una rápida capacidad de respuesta al *trigger* inspiratorio y al ciclado espiratorio, y un flujo inspiratorio elevado que sacie el hambre de aire del paciente. En ocasiones resulta útil poder elegir para el ciclado espiratorio el punto de corte en la caída del flujo inspiratorio, así como poder disponer de ciclado automático tras un tiempo inspiratorio predeterminado¹⁰⁷. Dado que no todos los respiradores incorporan esta función, es imprescindible comprobar que el que se va a utilizar posee estas propiedades. El perfecto conocimiento de un modelo dado de respirador es más útil que manejar a medias diferentes equipos.

– *Rampa o rise-time*. Ya hemos comentado que la frecuencia respiratoria y el tiempo inspiratorio lo determina el propio paciente, no existiendo regulación alguna de la relación inspiración/espiración como sucede en los respiradores volumétricos. Algunos modelos, como la BiPAP®, sí incorporan la opción de regular dicho tiempo inspiratorio, pero sólo si se selecciona el modo controlado o *timed*, modo que no se emplea habitualmente en este respirador¹. La posibilidad de modificar el pico de presión durante la inspiración sólo existe en los respiradores de presión que incorporan la función *rise-time* o posibilidad de seleccionar diferentes tiempos requeridos para alcanzar dicho pico de presión.

Algunos enfermos graves o muy disneicos pueden necesitar flujos más altos que los que administra de forma estándar el respirador. En estos casos en que el enfermo con gran necesidad de aire lucha contra su propia impedancia respiratoria y con la del respirador, puede resultar muy efectivo aumentar el flujo inspiratorio hasta cifras que pueden llegar a 100 lpm. Cuando en la práctica clínica se aumenta el flujo inspiratorio con el objetivo de disminuir el tiempo inspiratorio y con ello alargar el espiratorio, debe tenerse en cuenta que este acortamiento inspiratorio puede acompañarse de un aumento significativo de la frecuencia respiratoria¹⁰⁷.

Los respiradores de presión son aparatos más ligeros y económicos que los volumétricos, por lo que su uso se ha ido generalizando en los últimos años^{1,7}. Los equipos más utilizados en nuestro país son la BiPAP® (Respironics) VPAP III de Resmed y el Eole Helia (Saime S.A.), aunque en el mercado no cesan de aparecer respiradores más completos que subsanan sus deficiencias incorporando alarmas, batería, mezcladores de oxígeno o la posibilidad de conocer el volumen corriente suministrado. Si no disponen de estas características, los respiradores de presión no deben usarse en pacientes críticos con ventilación endotraqueal. Sin embargo, por ser capaces de compensar pequeñas fugas, disponer de buena sensibilidad para activar la inspiración, proporcionar rápidamente la presión y flujo prefijados, posibilitar el ciclado espiratorio por tiempo para evitar los problemas que las fugas causan en los ciclados por flujo, ser capaz de se-

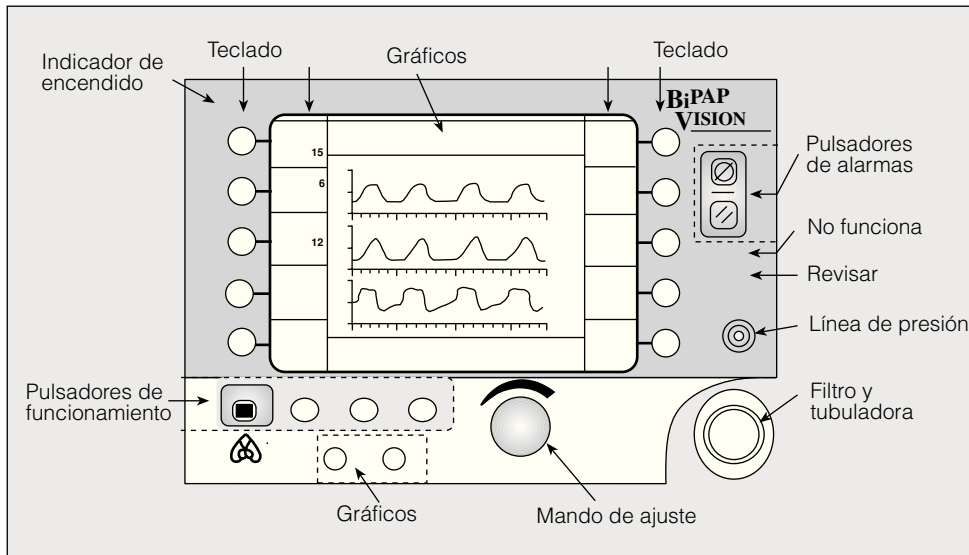


Fig. 1. Panel de control del respirador de presión BiPAP Vision.

guir al enfermo con taquipnea y asegurar un número determinado de ciclos si el enfermo no dispara la inspiración, estos respiradores se han constituido como el tratamiento de elección para la mayoría de los pacientes con fallo respiratorio agudo de cualquier etiología^{13,28,31}. Su utilización disminuye el trabajo respiratorio, aumenta el bienestar del paciente y consigue un notable alivio de la disnea. Los cambios del nivel de conciencia del paciente y la mejoría tanto del pH como de la PaCO₂ tras haber iniciado el tratamiento con VNI son los factores predictivos de éxito más importantes^{112,113}. Es necesario recordar que la VNI no reemplaza a la IOT, por lo que será preciso estar atentos a la aparición de signos y síntomas indicativos de evolución desfavorable para plantear ventilación invasiva. Entre ellos cabe citar la presencia de inestabilidad hemodinámica, parada cardíaca, secreciones copiosas, alteraciones importantes del nivel de conciencia o la existencia de quemaduras, cirugía o traumatismos faciales que impidan mantener la mascarilla *in situ*¹.

Las causas más frecuentes de fallo de estos instrumentos están relacionadas con defectos en la respuesta a las demandas ventilatorias del enfermo (en general, tanto más complejas cuanto mayor sea la gravedad de la situación), bien por problemas derivados de la capacidad de rendimiento del respirador (generación de flujos, volúmenes, ciclado y coordinación con el enfermo) o bien por las fugas de la máscara. Fugas significativas pueden provocar la incapacidad del respirador para detectar el final de la inspiración del enfermo y retrasar el inicio del tiempo espiratorio del respirador¹¹⁴.

Recientemente ha aparecido en el mercado el modelo BiPAP Vision®, de creciente utilización en áreas de críticos, que junto a la posibilidad de realizar VNI con doble presión incorpora la opción de aplicar ventilación asistida proporcional. Este equipo cuenta con alarmas, incorpora un mezclador de aire y oxígeno y dispone de una pantalla para despliegue de curvas de ventilación.

En ésta se pueden distinguir tres áreas de información (fig. 1). La primera muestra el modo en funcionamiento, identifica la pantalla activa y los mensajes de alarma cuando alguno de éstos se activa. La segunda muestra simultáneamente las curvas de presión, volumen y flujo, incluyendo la escala y unidades de tiempo, y los gráficos pueden ser en forma de ondas o barras. Por último, una tercera zona de la pantalla muestra valores numéricos calculados, que reflejan la información relativa al paciente y al funcionamiento del respirador¹¹⁵.

Ventilación asistida proporcional

A partir de la experiencia adquirida con los modos convencionales de ventilación, cuyos beneficios y limitaciones están en la actualidad bien establecidos, la ventilación asistida proporcional (VAP) fue propuesta como una alternativa para mejorar la interacción entre paciente y respirador^{116,117}. Se trata de una forma de asistencia sincronizada parcial en la que el respirador genera presión en función del esfuerzo inmediato del enfermo. Amplifica el esfuerzo inspiratorio del paciente sin depender de ningún volumen o presión preestablecida. Ajustando las señales de flujo y volumen se puede seleccionar la proporción de trabajo respiratorio que se quiere asistir. Aunque desde el punto de vista teórico constituye una modalidad ventilatoria muy interesante, los resultados disponibles hasta el momento en pacientes con EPOC agudizada son escasos y su difusión fuera del contexto experimental, muy pequeña¹¹⁸⁻¹²². Vitacca et al¹²³ han comprobado, en pacientes con EPOC agudizada tratados con VAP, mejoras en el volumen tidal, volumen minuto e intercambio gaseoso, además de reducción del trabajo respiratorio. Gay et al¹²⁴, por su parte, han objetivado una mayor aceptación de los pacientes al comparar la VAP con la aplicación de presión de soporte tradicional. En el momento actual su utilización es, por tanto, experimental.

Aspectos técnicos en la ventilación no invasiva

La VNI es un tratamiento complejo y diferente de otras medidas terapéuticas como la cirugía o la farmacología. Nuestro planteamiento dependerá de si nos enfrentamos a un paciente con IRA o con IRC. Si realizamos VNI en pacientes con fallo respiratorio agudo o crónico agudizado, los objetivos que debemos perseguir serán fundamentalmente aliviar la disnea, reducir el trabajo respiratorio y corregir las alteraciones gasométricas. De forma indirecta disminuirá la necesidad de IOT¹. El bienestar del paciente adquiere en este caso una importancia secundaria. Sin embargo, cuando pretendemos adaptar a un paciente estable a la VNI, es su bienestar y la tolerancia a la técnica lo que nos debe preocupar en los pasos iniciales. Una vez adaptado el paciente al respirador, será el momento de optimizar la ventilación. Los objetivos de la VNI a largo plazo serán fundamentalmente prolongar la supervivencia, mejorar la calidad de vida y la situación funcional del paciente¹. Estos logros no serán posibles sin una buena adaptación al respirador y una buena tolerancia, de ahí que su consecución se convierta en nuestro objetivo principal¹. En pocas disciplinas médicas se observa una relación tan directa entre la adherencia al tratamiento y el éxito de éste como en la VNI del paciente con IRC.

Ventilación no invasiva en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda o crónica agudizada

La ubicación del paciente con IRA que va a recibir VNI puede ser muy diversa, existiendo experiencias favorables en servicios de urgencias, planta de neumología, unidades de cuidados intermedios y UCI⁵⁶⁻⁵⁹. Actualmente existe un incremento progresivo de la utilización de VNI en el ámbito extrahospitalario, lo que posibilita la asistencia ventilatoria durante el transporte de pacientes con insuficiencia respiratoria desde zonas distantes hasta el hospital de referencia⁶¹. La complejidad geográfica y la existencia de centros con recursos limitados hacen que la incorporación de VNI a equipos

de transporte sanitario tenga una clara utilidad a la hora de derivar enfermos con compromiso ventilatorio. En nuestro país aún no se dispone de experiencia al respecto, aunque el número de pacientes atendidos en EE.UU., Francia, Alemania, Reino Unido, Irlanda y Suecia crece exponencialmente⁶¹. Con toda seguridad se abre un nuevo campo de desarrollo laboral para los profesionales con conocimientos en VNI.

Una vez en el hospital, el dilema vigente hasta hace unos años sobre si la VNI debía aplicarse en planta convencional o en una UCI ha quedado superado por la definición de las unidades de cuidados intermedios respiratorios¹²⁵⁻¹³⁰. En un reciente Task-Force auspiciado por la European Respiratory Society se establecen los principios de lo que debe ser una unidad de estas características¹³¹. Se han definido unos criterios de ingreso que establecen la prioridad para aquellos pacientes que presenten fallo de un único órgano, el aparato respiratorio, IRA que requiera monitorización aunque no necesariamente ventilación mecánica y pacientes traqueostomizados que requieran ventilación artificial. La técnica fundamental que se aplicará en estas unidades será la VNI, aunque han de tener disponibilidad para poder realizar ventilación invasiva si la situación lo requiere. Debe existir la posibilidad de monitorización electrocardiográfica, oximetría, presiones arteriales no invasivas y frecuencia respiratoria. Desde el punto de vista del personal necesario para desarrollar su trabajo en estas unidades, ha de existir un mínimo de una enfermera para cada 4 pacientes las 24 h del día, personal médico sénior disponible las 24 h del día y un fisioterapeuta respiratorio. En este mismo Task-Force se definieron tres modelos de unidades según el grado de recursos de enfermería, el tipo de monitorización y la disponibilidad de ventilación artificial: las UCI, las unidades de cuidados intermedios y las unidades de monitorización¹³¹ (tabla I).

Ante la falta de estas unidades en nuestro país (otro reto para los neumólogos, nuestros líderes y la Administración sanitaria), cada centro se ha adaptado a las circunstancias según sus características particulares, existiendo múltiples formas de llevar la VNI a la prácti-

TABLA I
Niveles de atención al paciente respiratorio grave

	Unidad de cuidados intensivos	Unidad de cuidados intermedios respiratorios	Unidad de monitorización respiratoria
Criterios mayores Relación enfermera/camas Equipamiento	> 1:3 Respiradores complejos para soporte vital	1:3 o 1:4 Respiradores para ventilación no invasiva y posibilidad de respiradores complejos	< 1:4 Respiradores para ventilación no invasiva
Tratamiento	Fallo pulmonar aislado o asociado a fallo de otros órganos	Fallo de un solo órgano (pulmón)	Fallo de un solo órgano (pulmón)
Atención médica	24 h	Disponibilidad inmediata las 24 h	Localizado dentro del hospital
Ventilación mecánica	Invasiva y no invasiva si se requiere	No invasiva e invasiva si se requiere	No invasiva si se requiere
Criterios menores Broncoscopia Gasometría arterial	Disponible dentro de la unidad	Disponible dentro de la unidad	No necesariamente disponible dentro de la unidad

ca, muchas veces de forma heroica y arriesgada¹³². La VNI está de moda y todos queremos hacer VNI. Realmente colocar una mascarilla, un arnés y apretar el botón *on/off* de un respirador tampoco es tan complicado. Nos olvidamos con frecuencia de un aspecto muy importante, como es que la VNI requiere dedicación²⁸. Los problemas para la aplicación de la VNI no derivan de la formación del personal sanitario, sino de la escasez de recursos, fundamentalmente recursos humanos y de tiempo. La pretensión de hacer VNI sin cobertura médica 24 h y sin personal de enfermería especializado supone más riesgo que beneficio. Y esto adquiere su máxima expresión en la ventilación de enfermos agudos. Diversos autores han planteado que la VNI consume más tiempo del personal sanitario en las primeras horas de utilización que el tratamiento convencional¹³³. Servera y Sancho¹⁰⁷ han comprobado que una enfermera pasa junto al enfermo 65-90 min al inicio de la VNI y que la dedicación al acabar el primer día llega a ser de 3 h. Esta absorción de tiempo puede llevar a que en una sala de neumología tradicional se descuide la atención a otros enfermos y se genere una inaceptable discriminación negativa. Y Servera y Sancho hablan de una enfermera. En la mayoría de los centros de nuestro país, ese trabajo lo realiza el propio equipo médico a costa de un gran esfuerzo personal, generalmente no reconocido¹³⁴.

La VNI debe poder dispensarse las 24 h del día²⁸. Los datos derivados del estudio de Plant et al¹³⁵ indican que si se usara VNI en todos los pacientes con EPOC que presentan un pH menor de 7,35 tras recibir tratamiento convencional en urgencias durante un corto período, el hospital de referencia de un área de 250.000 habitantes debería tratar a 70 pacientes anuales. Y hablamos sólo de pacientes con EPOC. La normativa de VNI en agudos de la BTS establece que todos los hospitales que reciben este tipo de enfermos deberían disponer de la infraestructura apropiada para ello, es decir, espacio físico definido y personal con dedicación²⁸. Es imprescindible que exista un responsable que decida respecto a dónde tratar al enfermo, asegure que el material esté en óptimas condiciones de uso, actualice los protocolos de actuación, supervise el entrenamiento de los miembros del equipo y se preocupe de mantener las fichas de seguimiento y los controles de calidad¹⁰⁷. A ello hay que añadir el tiempo preciso para la docencia e investigación. En definitiva, la VNI en el momento actual requiere personal específicamente formado y dedicado a ella¹³⁶.

La ventilación no invasiva en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica estable

El período de aprendizaje de la VNI de estos pacientes suele realizarse durante un ingreso hospitalario programado, aunque se ha descrito que la adaptación puede también efectuarse con éxito en hospitales de día, unidades de sueño, consultas externas e, incluso, en el propio domicilio del paciente^{1,125,137}. No existen, sin embargo, estudios que avalen una u otra forma de actuación. Quizá más importante que el lugar donde se haga la adaptación sea la motivación y la dedicación del personal encargado de llevarla a cabo. Ya hemos comentado

cómo el éxito del tratamiento depende de la cooperación del paciente. Por ello establecer un clima de confianza y seguridad por parte del equipo médico es de vital importancia. Todo el tiempo invertido durante los primeros pasos de la adaptación a la VNI será la mejor garantía para el éxito posterior. Tiempo, calma, tranquilidad, explicar todo cuanto hacemos y por qué lo hacemos, facilitar que el paciente exteriorice sus miedos e inquietudes y estar siempre abiertos a cualquier sugerencia y dispuestos a corregir sobre la marcha cualquier problema que se presente son las armas principales de que disponemos. Ello requiere la presencia física a pie de cama al menos las primeras 2 h al inicio de la VNI. Si estamos planteando una ventilación a largo plazo, en estos primeros momentos debemos mostrarnos tolerantes, flexibles y dotados de una gran paciencia. Las claves del éxito en la VNI a largo plazo son precisamente estas tres cualidades: tolerancia, flexibilidad y paciencia.

Debemos familiarizar al paciente con la técnica durante el día para en una segunda fase intentar que tolere el respirador durante las horas de sueño, aunque en ocasiones se consiga una ventilación eficaz ya la primera noche. Debemos ser conscientes de que los resultados de la VNI no son inmediatos¹³⁸. Las alteraciones gasométricas pueden mejorar lentamente a lo largo de varias semanas¹. Puede ocurrir que pase cierto tiempo antes de que el paciente sea capaz de dormir con el respirador toda la noche. Puede ser incluso que el paciente nunca llegue a dormir con el respirador por falta de tolerancia a la ventilación nocturna, debiendo conformarnos con ventilación diurna un mayor o menor número de horas. Por ello, pospondremos la realización de gasometrías de control hasta no tener la certeza de que estamos valorando al paciente con una buena adherencia al tratamiento y en fase de estabilización¹. Además, no se sabe cuál es la PaCO₂ que hay que alcanzar y mantener en estos pacientes. Algunos experimentan una clara mejoría y disfrutan de una mejor calidad de sueño a pesar de mínimos cambios en la gasometría. No nos debemos obsesionar pues con mejorar la PaCO₂¹.

Factores que influyen en el seguimiento

Diversos factores influyen en el control a largo plazo de los pacientes con VNI, pudiendo encontrarnos 4 prototipos de pacientes. El prototipo 1 sería aquel paciente con enfermedad no progresiva, bien adaptado a la ventilación nocturna, con buena adherencia al tratamiento, óptimos resultados y que no presenta problema alguno relacionado con la VNI. Sería el paciente que todos queremos, el paciente ideal.

Un segundo prototipo de paciente lo define la existencia de una enfermedad neuromuscular progresiva. El ejemplo más dramático sería el de los pacientes con esclerosis lateral amiotrófica¹³⁹⁻¹⁴³. En estos casos, la toma de decisiones va en ocasiones por detrás de la evolución de la enfermedad. La VNI hay que plantearla en el contexto del impacto de la enfermedad sobre el paciente desde un punto de vista físico y emocional, así como sobre la familia, o una importancia fundamental en el éxito o fracaso de la VNI la figura del cuidador princi-

pal. Ferrero et al¹⁴⁴ establecen que el abordaje de estos pacientes debería incluir, además del tratamiento de las complicaciones respiratorias, otros aspectos básicos y de similar importancia, como son la información de paciente y familiares, el tratamiento de los síntomas, el manejo de los aspectos nutricionales y el no menos importante tratamiento paliativo de la fase terminal. Los mejores resultados se consiguen introduciendo la VNI en las fases iniciales del fracaso ventilatorio, incluso en los pacientes con afectación bulbar, ya que la VNI puede ser eficaz y bien tolerada cuando la afectación bulbar aún no es muy intensa¹⁴⁴. Siempre es recomendable realizar una prueba terapéutica si el paciente no percibe claramente qué le puede aportar la VNI o ante la duda de su eficacia. Por último, no debemos olvidar que el paciente puede decidir suspender el tratamiento en cualquier momento evolutivo, independientemente del acceso a la vía aérea que utilice, decisión que debemos respetar. Esta situación puede darse incluso en pacientes que presentan dependencia absoluta del respirador^{145,146}. El planteamiento de prolongar la supervivencia mediante una traqueostomía hay que sopesarlo con mucho sentido común y siempre sobre la base de la información plena de los implicados y la formación competente de la persona que asuma el papel de cuidador.

Un tercer prototipo de paciente sería aquél con escasa adherencia al tratamiento. La consecuencia directa de ello es la menor eficacia de la VNI. Detrás de la falta de adherencia se esconden aspectos relacionados con una educación insuficiente del paciente, problemas sociales, depresión, aislamiento, negación de la gravedad de la enfermedad de base o fallo para percibir algún beneficio de la técnica¹. Nosotros podemos influir en muchos de estos aspectos dedicando tiempo a conocer mejor al paciente y su entorno y reforzando aquellos puntos que pensemos son la causa de la baja adherencia a la VNI. Insistir en la importancia del tratamiento prescrito, dar tiempo al paciente antes de volver a intentarlo, aceptar una utilización más reducida (uso diurno en vez de nocturno, no uso de VNI los fines de semana, uso a días alternos) o incluso retirar la VNI podrían ser algunas estrategias a seguir.

Por último, podríamos definir un cuarto prototipo de pacientes, que son aquellos en los que la VNI no es eficaz a pesar de una buena adaptación, tolerancia y adherencia al tratamiento. Nos debemos plantear que la VNI puede fallar por problemas técnicos que generalmente comprometen la eficacia y el bienestar del paciente. Según las diferentes series, la VNI no es eficaz en el 7-42% de los enfermos, fundamentalmente pacientes con EPOC agudizada y pacientes con enfermedades neuromusculares^{3,24}. Las causas más importantes son los problemas relacionados con la interfase (fugas, irritación ocular, claustrofobia, lesiones cutáneas, congestión o sequedad nasal) y la aparición de efectos secundarios derivados de la VNI¹⁴⁷⁻¹⁴⁹. Entre ellos, la distensión gástrica es un problema muy frecuente que puede llegar a ser motivo de interrupción de la VNI y requerir para su control, como ya hemos dicho, el cambio de respirador^{1,97,150}. Se ha descrito el cierre reflejo de la glotis ante volúmenes inspiratorios altos y una pobre calidad de

sueño en pacientes con frecuentes despertares secundarios a fugas orales intensas¹⁵¹. Como ya hemos comentado, la baja adherencia al tratamiento y la progresión de la enfermedad de base pueden ser causa de fallo de la VNI. En este último caso, el aumento del número de horas diarias de ventilación y la posibilidad de plantear ventilación por traqueostomía podrán ayudarnos a solucionar el problema. En pacientes que realizan VNI con respiradores de presión y se mantienen hipercápnicos habrá que pensar en la posibilidad de *rebreathing* y ajustar una EPAP algo más elevada si es posible (hasta 6 cmH₂O) o plantear el cambio a ventilación volumétrica.

No hay que olvidar que existen situaciones que pueden descompensar a un paciente estable hasta ese momento. Podríamos citar la ganancia o pérdida de peso, el embarazo, viajes a lugares con una mayor altitud, la aparición de agudizaciones de la enfermedad de base e, incluso, la extracción de piezas dentarias¹. Aunque se ha descrito que el abandono de la ventilación nasal puede resultar perjudicial para los enfermos¹⁵²⁻¹⁵⁴, muchos pacientes relatan interrupciones transitorias durante fines de semana, viajes o postoperatorio de cataratas, que son habitualmente bien toleradas y sin consecuencias sobre el intercambio gaseoso.

Una causa importante de fracaso de la VNI es la pérdida de los mecanismos de tos eficaz¹. La afectación de los músculos espiratorios, habitual en estadios avanzados de diversas enfermedades neuromusculares, puede comprometer la ventilación de pacientes con secreciones copiosas. Igualmente sucede ante episodios de aspiración o la aparición de una infección respiratoria intercurrente. Aunque no se dispone de estudios controlados, diversas técnicas de tos asistida han mostrado su utilidad en estas situaciones. Tzeng y Bach¹⁵⁵ analizaron a pacientes con enfermedades neuromusculares que presentaban descompensación respiratoria. Su protocolo de actuación consistía en la aplicación de VNI 24 h al día junto con técnicas de tos asistida manual y ayuda mecánica siempre que la saturación arterial de hemoglobina descendía por debajo del 90%. El dispositivo mecánico empleado para asistir la tos fue el In-Exsufflator[®]. Estos autores demostraron que con este protocolo la mayoría de los pacientes podían ser manejados en su domicilio, lo que reducía significativamente la necesidad de ingreso hospitalario. Se ha establecido que la tos puede ser efectiva si el paciente es capaz de generar flujos espiratorios por encima de 160 lpm espontáneamente o con ayuda mecánica¹⁰². En el mercado hay diversos equipos que permiten que el paciente alcance volúmenes suficientes para generar tos eficaz. El In-Exsufflator[®] (Emerson Co), desarrollado en las epidemias de poliomielitis, genera una presión positiva de 30-40 cmH₂O, seguida de una presión negativa de la misma magnitud, simulando flujos espiratorios similares a los de una tos normal. Se utiliza combinado con técnicas manuales de tos asistida. La realización de hiperinsuflaciones periódicas con el respirador volumétrico es una alternativa eficiente en pacientes que ya realizan ventilación en el domicilio. Se incrementa el volumen del respirador con la finalidad de conseguir insuflar volúmenes próximos

al 80% de la capacidad vital teórica del paciente¹⁵⁵. Es la modalidad más utilizada en nuestro país, prescrita a demanda del paciente, como ya comentamos anteriormente. Otros dispositivos empleados como ayuda de la tos basados en técnicas percusivas, vibratorias y oscilatorias torácicas son anecdóticos y no se emplean en nuestro país.

Futuro de la ventilación no invasiva

No hay dudas de que la VNI tiene futuro. Y no debemos olvidar que éste está en nuestras manos. En el terreno de las indicaciones aún no está todo dicho. Es esperable que se beneficie de las técnicas de VNI un mayor número de pacientes en situaciones clínicas diversas y que se piense en ella en fases más tempranas de la enfermedad. Ello ha de ir acompañado de la planificación de estudios metodológicamente rigurosos cuya ejecución va a continuar dando trabajo a los que se dedican a esta disciplina¹⁵⁶. A su vez, los enfermos van a vivir más y ello va a dar lugar al mantenimiento de terapias, como la VNI, hasta etapas muy avanzadas de la enfermedad, lo que suscitará dilemas éticos en los que el sentido común de los profesionales sanitarios pasará a ocupar un primer plano. La cada vez mayor relevancia del enfermo crónico se hará notar en nuestra práctica asistencial. Como dice Rodenstein¹⁵⁷, el paciente que ya no muere de su enfermedad sino que convive con ella y con sus consecuencias, aquel que no se cura sino que se trata, va a plantearnos el problema de hasta dónde llegar y hasta qué punto tratar. Y aquí la VNI, al ser, como su nombre indica, compleja, pero no agresiva, va a ser un punto de desencuentro entre diversos profesionales, pacientes y familiares si no se establecen unos protocolos de actuación consensuados entre todas las partes implicadas. En la toma de decisiones, el paciente tendrá mucho que decir sobre lo que espera de sus médicos responsables y de los recursos terapéuticos disponibles¹⁵⁸.

La expansión hospitalaria (salas de neumología, unidades de cuidados intermedios, salas de broncoscopia, quirófanos, salas de reanimación, UCI, servicios de urgencias, hospitales de día, etc) y extrahospitalaria (unidades de emergencia y transporte sanitario) de la VNI va a ampliar sus horizontes más allá de lo que podemos imaginar en el momento actual, favoreciendo la creación de nuevos puestos de trabajo para especialistas en VNI. El futuro más cercano pasa porque neumólogos, líderes de opinión y gestores sanitarios comprendan la necesidad de potenciar las unidades de cuidados intermedios respiratorios y asuman el reto de su planificación y creación, sin escatimar los recursos necesarios, fundamentalmente humanos. El crecimiento de la VNI estará íntimamente ligado al impulso de estas unidades.

El desarrollo tecnológico aplicado a la innovación en interfases y respiradores nos permitirá avanzar en aspectos de tolerancia a la técnica y disminución de efectos adversos, lo que redundará en una mejor adherencia al tratamiento y en la obtención de mejores resultados. El sistema Helmet y la VAP ilustran este aspecto. Las nuevas generaciones de respiradores relegarán al pasado los conceptos de respiradores volumétricos y de pre-

sión, dando paso a otros sistemas ventilatorios, como es el caso de la turbina.

Las posibilidades de desarrollo social que la VNI aporta a nuestros pacientes están permitiendo ya que la imagen de los enfermos respiratorios crónicos vaya cambiando. Romper el círculo vicioso de inmovilidad, falta de autoestima y de autoconfianza que les caracteriza será también parte de nuestro trabajo en el futuro. La VNI está contribuyendo a que se abra un nuevo mundo para muchos pacientes con insuficiencia respiratoria^{159,160}.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-77.
2. Díaz Lobato S, Gómez Mendieta MA, Mayoralas Alises S. ¿Ventilación mecánica no invasiva o no invasora? *Arch Bronconeumol* 2001;37:52-3.
3. Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat O, Langevin B, Polu JM, et al. Nasal intermittent positive pressure. Long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest* 1994;105:100-5.
4. Escarrabill J, Monasterio C, Estopá R. Ventilación no invasiva. *Arch Bronconeumol* 1994;30:109-13.
5. Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981;1:862-5.
6. Rideau Y, Gatín G, Bach J, Gines G. Prolongation of life in Duchenne's muscular dystrophy. *Acta Neurol Belg* 1983;5:118-24.
7. De Lucas P, Rodríguez González-Moro JM, Paz González L, Santa-Cruz Siminiani A, Cubillo Marcos JM. Estado actual de la ventilación mecánica domiciliaria en España: resultados de una encuesta de ámbito nacional. *Arch Bronconeumol* 2000;36: 545-50.
8. Escarrabill J, Díaz Lobato S, Masa JF, De Lucas P, Servera E, Barrot E, et al. Hospital based long-term home respiratory care in Spain. *Chest* 1999;116(Suppl):318.
9. Nauffal D, Doménech R, Martínez García MA, Compte L, Macian V, Perpiñá M. Noninvasive positive pressure home ventilation in restrictive disorders: outcome and impact on health-related quality of life. *Respir Med* 2002;96:777-83.
10. Laserna E, Barrot E, Belaustegui A, Quintana E, Hernández A, Castillo J. Ventilación no invasiva en cifoescoliosis. Estudio comparativo entre respirador volumétrico y soporte de presión (BiPAP). *Arch Bronconeumol* 2003;39:13-8.
11. Echave-Sustaeta J, Pérez González V, Verdugo M, García Cosío FJ, Villena V, Álvarez C, et al. Ventilación mecánica en hospitalización neumológica. Evolución en el período 1994-2000. *Arch Bronconeumol* 2002;38:160-5.
12. Estopá R, Villasante C, De Lucas P, Ponce de León L, Mosteiro M, Masa JF, et al. Normativa sobre la ventilación mecánica a domicilio. *Arch Bronconeumol* 2001;37:142-9.
13. Dueñas-Pareja Y, López-Martín S, García-García J, Melchor R, Rodríguez-Nieto MJ, González-Mangado N, et al. Ventilación no invasiva en pacientes con encefalopatía hiperéptica grave en una sala de hospitalización convencional. *Arch Bronconeumol* 2002;38:372-5.
14. De Miguel J, Jara B, Hermida JA, Juretschke MA. Tratamiento con Bi-PAP en pacientes con parálisis diafragmática bilateral. *Arch Bronconeumol* 2000;36:286-9.
15. Fernández Vázquez E, Sáez Roca G, Valdivia Salas MM. Parálisis diafragmática bilateral idiopática. Tratamiento con Bi-PAP. *Arch Bronconeumol* 2002;38:252.
16. Jareño J, Villegas F, Callol L. Herniación diafragmática gigante del adulto y ventilación mecánica no invasiva. A propósito de un caso clínico. *Arch Bronconeumol* 1998;34: 315.
17. Díaz Lobato S, Gómez Mendieta MA, Mayoralas Alises S. Aplicaciones de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes que reciben ventilación endotraqueal. *Arch Bronconeumol* 2002;38: 281-4.
18. Masa JF, Celli BR, Riesco JA, De Cos JS, Disdier C, Sojo A. Noninvasive positive pressure ventilation and not oxygen may prevent overt ventilatory failure in patients with chest wall diseases. *Chest* 1997;112:207-13.

19. Masa JF. Ventilación mecánica domiciliar: perspectivas actuales. *Arch Bronconeumol* 1994;30:29-39.
20. Masa JF, Celli BR, Riesco JA, Hernández M, Sánchez de Cos J, Disdier C. The obesity hypoventilation syndrome can be treated with noninvasive mechanical ventilation. *Chest* 2001;119:1102-7.
21. Corrado A, Gorini N. Negative-pressure ventilation: is there still a role? *Eur Respir J* 2002;20:187-97.
22. Rodríguez Roisin R, Marrades RM. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica y ventilación no invasiva: una evidencia creciente. *Arch Bronconeumol* 2001;37:88-95.
23. American Respiratory Care Foundation. Consensus Conference: non-invasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:364-9.
24. Consensus Conference. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation: a Consensus Conference Report. *Chest* 1999;116:521-34.
25. Wijkstra PJ, Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein RS. Nocturnal non-invasive positive ventilation for stable chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;3: CD002878.
26. Muir JF, De la Salmoniere A, Cuvelier A, Chevret S, Tegang B. Survival of severe hypercapnic COPD under long-term home mechanical ventilation with NIPPV + oxygen versus oxygen therapy alone. Preliminary results of a European multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;161:A262.
27. Clini E, Sturani C. The Italian multicenter study of noninvasive nocturnal pressure support ventilation (NPSV) in COPD patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;259:A295.
28. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211.
29. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J, Warn D. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: a meta-analysis update. *Crit Care Med* 2002;30:555-62.
30. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature. *Ann Intern Med* 2003;138:861-70.
31. Brochard L, Mancebo J, Elliott MW. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2002;19:712-21.
32. Pierson DJ. Indications for mechanical ventilation in adults with acute respiratory failure. *Respir Care* 2002;47:249-62.
33. Ram FS, Lightowler JV, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;1:CD004104.
34. Fernández-Guerra J, López-Campos JL, Perea-Milla E, Pons J, Rivera R, Moreno LF. Metaanálisis de la eficacia de la ventilación no invasiva en la exacerbación aguda de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Med Clin (Barc)* 2003;120:281-6.
35. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliot MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2003;326:185.
36. Elliot MW. Non-invasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a new gold standard? *Intensive Care Med* 2002;28:1691-4.
37. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS, GOLD Scientific Committee. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1256-76.
38. Fernández MM, Villagra A, Blanch L, Fernández R. Non-invasive mechanical ventilation in status asthmaticus. *Intensive Care Med* 2001;27:486-92.
39. Soroksky A, Stav D, Shpirer I. A pilot prospective, randomized, placebo-controlled trial of bilevel positive airway pressure in acute asthmatic attack. *Chest* 2003;123:1018-25.
40. Granton JT, Shapiro C, Kesten S. Noninvasive nocturnal ventilatory support in advanced lung disease from cystic fibrosis. *Respir Care* 2002;47:675-81.
41. Madden BP, Kariyawasam H, Siddiqi AJ, Machin A, Pryor JA, Hodson ME. Noninvasive ventilation in cystic fibrosis patients with acute or chronic respiratory failure. *Eur Respir J* 2002;19:310-3.
42. Navalesi P, Pollini A. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia: a prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:761-2.
43. Antonelli M, Conti G. Noninvasive positive pressure ventilation as treatment for acute respiratory failure in critically ill patients. *Crit Care* 2000;4:15-22.
44. Giacomini M, Iapichino G, Cigada M, Minuto A, Facchini R, Noto A, et al. Short-term noninvasive pressure support ventilation prevents ICU admittance in patients with acute cardiogenic pulmonary edema. *Chest* 2003;123:2057-61.
45. Confalonieri M, Calderini E, Terraciano S, Chidini G, Celeste E, Puccio G, et al. Noninvasive ventilation for treating acute respiratory failure in AIDS patients with *Pneumocystis carinii* pneumonia. *Intensive Care Med* 2002;28:1233-8.
46. Hill NS. Noninvasive ventilation for immunocompromised patients. *N Engl J Med* 2001;344:522-4.
47. Antonelli M, Conti C, Bufi M, Costa MG, Lappa A, Rocco M, et al. Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation. *JAMA* 2000;283:235-41.
48. Benhamou D, Muir JF, Melen B. Mechanical ventilation in elderly patients. *Monaldi Arch Chest Dis* 1998;53:547-51.
49. Meert AP, Close L, Hardy M, Berghmans T, Markiewicz E, Sculier JP. Noninvasive ventilation: application to the cancer patient admitted in the intensive care unit. *Support Care Cancer* 2003;11:56-9.
50. Claudett KB, Rek Burneo CA, De la Cerda P, Claudett MB, Romero A, Esquinas A, et al. Ventilación mecánica no invasiva en pacientes con cáncer e insuficiencia respiratoria aguda. *Revista Iberoamericana de Ventilación Mecánica No Invasiva* 2003;1:35-41.
51. Smailes ST. Noninvasive positive pressure ventilation in burns. *Burns* 2002;28:795-801.
52. Meduri GU, Fox RC, Abou-Shala N, Leeper KV, Wunderink RG. Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med* 1994;22:1584-90.
53. Nava S, Ambrosino N, Clini E, Prato M, Orlando G, Vitacca M, et al. Non-invasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: a randomized study. *Ann Intern Med* 1998;128:721-8.
54. Aguiló R, Togores B, Pons S, Rubí M, Barbé F, Agustí AGN. Noninvasive ventilator support after lung resectional surgery. *Chest* 1997;112:1117-217.
55. González Lorenzo F, Díaz Lobato S, Pérez Grueso F, Villamor León J. Noninvasive mechanical ventilation and corrective surgery for treatment of a child with severe kyphoscoliosis. *Pediatr Pulmonol* 2001;32:403-5.
56. Tobias JD. Noninvasive ventilation using bilevel positive airway pressure to treat impending respiratory failure in the postanesthesia care unit. *J Clin Anesth* 2000;12:409-12.
57. Del Castillo D, Barrot E, Laserna E, Otero R, Cayuela A, Castillo Gómez J. Ventilación no invasiva por soporte de presión en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en insuficiencia respiratoria aguda hipercápnica ingresados en una unidad de hospitalización convencional de neumología. *Med Clin (Barc)* 2003;120:647-51.
58. Wood KA, Lewis L, Von Harz B, Kollef MH. The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department. *Chest* 1998;113:1339-46.
59. Severa E, Pérez M, Marín L, Vergara P, Castano R. Noninvasive nasal mask ventilation: beyond the ICU for an exacerbation of chronic respiratory insufficiency. *Chest* 1995;1089:1572-6.
60. Antonelli M, Conti G. Non-invasive ventilation in intensive care unit patients. *Cur Opin Crit Care* 2000;6:11-6.
61. Esquinas A, González G, Lasdica S, Laca M, Zevallos J. Recomendaciones de organización de los servicios de urgencias y emergencias. *Revista Iberoamericana de Ventilación Mecánica No Invasiva* 2003;1:42-5.
62. Antonelli M, Conti G, Rocco M, Arcangeli A, Cavaliere F, Proietti R, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation vs. conventional oxygen supplementation in hypoxic patients undergoing diagnostic bronchoscopy. *Chest* 2002;121:1149-54.
63. Norregaard O. Noninvasive ventilation in children. *Eur Respir J* 2002;20:1332-42.
64. Schonhofer B, Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2002;20:1029-36.

65. American Thoracic Society. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:283-91.
66. Clini E. Patient ventilator interfaces: practical aspects in the chronic situation. *Monaldi Arch Chest Dis* 1997;52:76-9.
67. Leger SS, Leger P. The art of interface. Tools for administering noninvasive ventilation. *Med Klin* 1999;94:35-9.
68. Jones DJ, Braid GM, Wedzicha JA. Nasal masks for domiciliary positive pressure ventilation: patient usage and complications. *Thorax* 1994;49:811-2.
69. Tsuboi T, Ohi M, Kita H, Otsuka N, Hirata H, Noguchi T, et al. The efficacy of a custom-fabricated nasal mask on gas exchange during nasal intermittent positive pressure ventilation. *Eur Respir J* 1999;13:152-6.
70. Le Drezen A, Petitot C, Blouch G, Leroyer C, Clavier J. Construction of a light-weight molded nasal mask for assisted nasal ventilation. *Rev Mal Respir* 1995;12:637-8.
71. Mosteiro M, Farrero E, Escarrabill J. Eficacia de ventilación nasal con máscara moldeada a medida utilizando un aparato de soporte ventilatorio. *Arch Bronconeumol* 1996;32:317.
72. Cornette A, Mougél D. Ventilatory assistance via the nasal route: masks and fittings. *Eur Respir Rev* 1993;3:250-3.
73. Bach JR, Alba AS, Bohatiuk G, Saporito L, Lee M. Mouth intermittent positive pressure ventilation in the management of post-polio respiratory insufficiency. *Chest* 1987;91:859-64.
74. Bach JR, Alba AS, Saporito LR. Intermittent positive pressure ventilation via the mouth as an alternative to tracheostomy for 257 ventilator users. *Chest* 1993;103:174-82.
75. Kwok H, McCormack J, Cece R, Houtchens J, Hill NS. Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2003;31:468-73.
76. Gregoretti C. Evaluation of patient skin breakdown and comfort with a new face mask for non-invasive ventilation: a multicenter study. *Intensive Care Med* 2002;28:278-84.
77. Navalesi P, Fanfulla F, Frigeiro P, Gregoretti C, Nava S. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. *Crit Care Med* 2000;28:1785-90.
78. Lloys A, Madrid C, Solá M, Segura M, Tarrés E, Mas A. Efecto del sellado con agua de la máscara facial para ventilación no invasiva en la aparición de úlceras faciales por presión. *Enferm Intensiva* 2003;14:3-6.
79. Criner GJ, Travaline JM, Brennan KJ, Kreimer DT. Efficacy of a new full face mask for noninvasive positive pressure. *Chest* 1994;106:1109-15.
80. Scandroglio M, Piccolo U, Mazzone E, Agrati P, Aspesi M, Gamberoni C, et al. Use and nursing of the Helmet in delivering non invasive ventilation. *Minerva Anestesiol* 2002;68:475-80.
81. Antonelli M, Conti G, Pelosi P, Gregoretti C, Pennisi MA, Costa R, et al. New treatment of acute hypoxemic respiratory failure: noninvasive pressure support ventilation delivered by Helmet: a pilot controlled trial. *Crit Care Med* 2002;30:602-8.
82. Ferrario D, Lucchini A. Helmet delivered CPAP for in-patients. *Minerva Anestesiol* 2002;68:481-4.
83. Esquinas A, Carrillo A, Raimondi N, Chiappero G, Ceraso D, Laca M, et al. Interfase en ventilación no invasiva. *Sistema Helmet. Revista Iberoamericana de Ventilación No Invasiva* 2003; 1:16-21.
84. Cavaliere F, Masieri S, Conti G, Antonelli M, Pennisi MA, Filippo R, et al. Effects of non-invasive ventilation on middle ear function in healthy volunteers. *Intensive Care Med* 2003;29:611-4.
85. Pelosi P, Severgnini P, Aspesi M, Gamberoni C, Chiumello D, Fachinetti C, et al. Non-invasive ventilation delivered by conventional interfaces and Helmet in the emergency department. *Eur J Emerg Med* 2003;10:79-86.
86. Chiumello D, Pelosi P, Carlesso E, Severgnini P, Aspesi M, Gamberoni C, et al. Noninvasive positive pressure ventilation delivered by Helmet vs. standard face mask [in press]. *Intensive Care Med* 2003.
87. Antonelli M, Pennisi MA, Conti G, Bello G, Maggiore SM, Michetti V, et al. Fiberoptic bronchoscopy during noninvasive positive pressure ventilation delivered by Helmet. *Intensive Care Med* 2003;29:126-9.
88. Chatburn RL. Classification of mechanical ventilators. *Respir Care* 1992;37:1009-25.
89. American Association for Respiratory Care. Consensus statement on the essentials of mechanical ventilators. *Respir Care* 1992;37:1000-8.
90. Kallio T, Kuusma M, Alaspaa A, Rosenberg PH. The use of pre-hospital continuous positive airway pressure treatment in presumed acute severe pulmonary edema. *Prehosp Emerg Care* 2003; 7:209-13.
91. Campbell RS, Johannigman JA, Branson RD, Austin PN, Matarica G, Banks GR. Battery duration of portable ventilators: effects of control variable, positive end-expiratory pressure, and inspired oxygen concentration. *Respir Care* 2002;47:1173-83.
92. Grace K. The ventilator: selection of mechanical ventilators. *Crit Care Clin* 1998;14:563-80.
93. Disdier C, Masa JF, Julian de Sande G. Ventilación no invasiva. En: Villasante C, editor. *Enfermedades respiratorias. Vol I. Madrid: Grupo Aula Médica S.L., 2002; p. 231-41.*
94. Quiroga JM, Menéndez de León B, Pascual C. Ventilación mecánica convencional. En: Villasante C, editor. *Enfermedades respiratorias. Vol I. Madrid: Grupo Aula Médica S.L., 2002; p. 243-9.*
95. Estopá R. Ventilación mecánica a domicilio. En: Caminero JA, Fernández-Fau L, editores. *Actualizaciones SEPAR. Vol 2. Barcelona: JR Prous S.A., 1996; p. 277-94.*
96. Soudon PH. Tracheal versus noninvasive mechanical ventilation in neuromuscular patients: experience and evaluation. *Monaldi Arch Chest Dis* 1995;3:228-31.
97. Díaz Lobato S, García Tejero MT, Ruiz Cobos A, Villasante C. Changing ventilator: an option to take into account in the treatment of persistent vomiting during nasal ventilation. *Respiration* 1998;65:481-2.
98. Tobin M, Jubran A, Laghi F. Patient-ventilator interaction. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1059-63.
99. Vitacca M, Barbano L, D'Anna S, Porta R, Bianchi L, Ambrosino N. Comparison of five bilevel pressure ventilators in patients with chronic ventilatory failure: a physiologic study. *Chest* 2002; 122:2105-14.
100. Highcock MP, Morrish E, Jamieson S, Shneerson JM, Smith IE. An overnight comparison of two ventilators used in the treatment of chronic respiratory failure. *Eur Respir J* 2002;20:942-5.
101. Moran F, Bradley J. Non-invasive ventilation for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;2:CD002769.
102. Bach JR, Saporito LR. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure: a different approach to weaning. *Chest* 1996;110:1566-71.
103. Bach JR. Update and perspective on noninvasive respiratory muscle aids. Part 2: the expiratory aids. *Chest* 1994;105:1538-44.
104. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J* 2003;21:502-8.
105. Brochard L, Pluskwa F, Lemaire F. Improved efficacy of spontaneous breathing with inspiratory pressure support. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:411-5.
106. Hill NS, Carlisle C, Kramer NR. Effect of a nonbreathing exhalation valve on long-term nasal ventilation using a bilevel device. *Chest* 2002;122:84-91.
107. Servera E, Sancho J. Ventilación asistida ¿cuándo, dónde y por qué? En: Sánchez Agudo L, editor. *Cuadernos de f.m.c. de la SEPAR. Avances en el manejo de la EPOC. Madrid: Medical & Marketing Communications* 2002;4:9-21.
108. Wysocki M. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: better than continuous positive airway pressure? *Intensive Care Med* 1999;25:1-2.
109. Mehta S, Jay GD, Woolard RH, Hipona RA, Connelly EM, Cimini DM, et al. Randomized prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25:620-8.
110. Pang D, Keenan SP, Cook DJ, Sibbald WJ. The effect of positive pressure airway support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema. *Chest* 1998;114:1185-92.
111. Jubran A, Van de Graffe WB, Tobin MJ. Variability of patient-ventilator interaction with pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:129-36.
112. Antón A, Güell R, Gómez J, Serrano J, Castellano A, Carrasco JL, et al. Predicting the result of noninvasive ventilation in seve-

- re acute exacerbations of patients with chronic airflow limitation. *Chest* 2000;117:828-33.
113. Lightowler JVJ, Elliott MW. Predicting the outcome from NIV for acute exacerbations of COPD. *Thorax* 2000;55:815-6.
 114. Mehta S, McCool FD, Hill NS. Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study. *Eur Respir J* 2001;17:259-67.
 115. Layfield C. Non-invasive BiPAP: implementation of a new service. *Intensive Crit Care Nurs* 2002;18:310-9.
 116. Ambrosino N, Rossi A. Proportional assist ventilation (PAV): a significant advance or a futile struggle between logic and practice? *Thorax* 2002;57:272-6.
 117. Grasso S, Ranieri VM. Proportional assist ventilation. *Respir Care Clin N Am* 2001;7:465-73.
 118. Younes M, Puddy A, Roberts D, Light RB, Quesada A, Taylor K, et al. Proportional assist ventilation: results of an initial clinical trial. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:121-9.
 119. Fernández-Vivas M, Caturla-Such J, De la Rosa JG, Acosta-Escribano J, Álvarez-Sánchez B, Cánovas-Robles J. Noninvasive pressure support versus proportional assist ventilation in acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2003;29:1126-33.
 120. Porta R, Appendini L, Vitacca M, Bianchi L, Donner CF, Poggi R, et al. Mask proportional assist vs pressure support ventilation in patients in clinically stable condition with chronic ventilatory failure. *Chest* 2002;122:479-88.
 121. Wysocki M, Richard JC, Meshaka P. Noninvasive proportional assist ventilation compared with noninvasive pressure support ventilation in hypercapnic acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2002;30:323-9.
 122. Hart N, Hunt A, Polkey MI, Fauroux B, Lofaso F, Simonds AK. Comparison of proportional assist ventilation and pressure support ventilation in chronic respiratory failure due to neuromuscular and chest wall deformity. *Thorax* 2002;57:979-81.
 123. Vitacca M, Clini E, Pagani M, Bianchi L, Rossi A, Ambrosino N. Physiologic effects of early administered mask proportional assist ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2000;28:1791-7.
 124. Gay PC, Hess DR, Hill NS. Noninvasive proportional assist ventilation for acute respiratory insufficiency. Comparison with pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1606-11.
 125. Elliott MW, Confalonieri M, Nava S. Where to perform noninvasive ventilation? *Eur Respir J* 2002;19:1159-66.
 126. Confalonieri M, Kodric M, Garuti G. Respiratory intermediate (high dependency) unit care in Europe: models of service provision. *Monaldi Arch Chest Dis* 2001;56:248-53.
 127. Confalonieri M, Gorini M, Ambrosino N, Mollica C, Corrado A, Scientific Group on Respiratory Intensive Care of the Italian Association of Hospital Pneumologists. Respiratory intensive care units in Italy: a national census and prospective cohort study. *Thorax* 2001;56:373-8.
 128. Muir JF, Mayaud C, Derenne JP. Respiratory high dependency care units (RHDCU) in France. *Monaldi Arch Chest Dis* 1999;54:452-5.
 129. Vitacca M. Where and how must we perform noninvasive mechanical ventilation? *Monaldi Arch Chest Dis* 1997;52:80-2.
 130. Rossi A, Ambrosino N. The need for an intermediate cardiorespiratory unit. *Monaldi Arch Chest Dis* 1994;49:463-5.
 131. Corrado A, Roussos C, Ambrosino N, Confalonieri M, Cuvelier A, Elliot M, et al. ERS Task Force: respiratory intermediate care units: a European survey. *Eur Respir J* 2002;20:1343-50.
 132. Torres A. Respiratory intensive care in Spain. *Monaldi Arch Chest Dis* 1999;54:441-3.
 133. Nava S, Evangelisti I, Rampulla C, Campagnoni ML, Fracchia C, Rubini F. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest* 1997;111:1631-8.
 134. Díaz Lobato S. En defensa de la neumología. *Arch Bronconeumol* 1999;35:467-9.
 135. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicenter randomized controlled trial. *Lancet* 2000;355:1931-5.
 136. Torres A, Rodríguez Roisin R. Cuidados intensivos respiratorios. ¿Generales o especializados? *Arch Bronconeumol* 1996;32:263-4.
 137. Lisboa C, Díaz O, Fadic R. Ventilación mecánica no invasiva en pacientes con enfermedades neuromusculares y en pacientes con alteraciones de la caja torácica. *Arch Bronconeumol* 2003;39:314-20.
 138. Hill NS, Eveloff SE, Carlisle CC, Goff SG. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am Rev Respir Dis* 1992;101:516-21.
 139. Escarrabill J, Estopá R, Farrero E, Monasterio C, Manresa F. Long-term mechanical ventilation in amyotrophic lateral sclerosis. *Respir Med* 1998;92:438-41.
 140. González-Lorenzo F, Díaz-Lobato S. Ventilación mecánica en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica. *Rev Neurol* 2000;30:61-4.
 141. Mayoralas Alises S, Gómez Mendieta MA, Díaz Lobato S. Evolución de la esclerosis lateral amiotrófica a través de la función pulmonar. *Arch Bronconeumol* 2003;39:327-8.
 142. Salord N, Miralda RM, Casan P. Evolución de la esclerosis lateral amiotrófica a través de la función pulmonar. *Arch Bronconeumol* 2002;38:452-4.
 143. Butz M, Wollinsky KH, Wiedemuth-Catrinescu U, Sperfeld A, Winter S, Mehrkens HH, et al. Longitudinal effects of noninvasive positive-pressure ventilation in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;32:597-604.
 144. Farrero E, Prats E, Escarrabill J. Toma de decisiones en el manejo clínico de los pacientes con esclerosis lateral amiotrófica. *Arch Bronconeumol* 2003;39:226-32.
 145. Polkey MI, Lyall RA, Craig Davidson A, Nigel Leigh P, Moxham J. Ethical and clinical issues in the use of home non-invasive mechanical ventilation for the palliation of breathlessness in motor neurone disease. *Thorax* 1999;54:367-71.
 146. Ganzini L, Johnston WS, Silveira MJ. The final month of life in patients with ALS. *Neurology* 2002;59:428-31.
 147. Servera E, Sancho J, Zafra MJ, Marín J. Secretion management must be considered when reporting success or failure of noninvasive ventilation. *Chest* 2003;123:1773.
 148. Hill NS. Complications of noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:432-42.
 149. García Jiménez JD, Sánchez Segovia J, Herrera Carranza M, Maldonado Pérez JA, Castillo Quintero M, Ayerbe García R. Parámetros de adaptación en ventilación mecánica no invasiva. Estudio comparativo experimental. *Arch Bronconeumol* 2001;37:7-13.
 150. Mayoralas Alises S, Gómez Mendieta MA, Díaz Lobato S. Aerofagia por ventilación mecánica no invasiva: primera manifestación de un carcinoma gástrico silente. *Arch Bronconeumol* 2003;39:321-3.
 151. González MM, Parreira VF, Rodenstein DO. Non-invasive ventilation and sleep. *Sleep Med Rev* 2002;6:29-44.
 152. De Miguel Díez J, De Lucas Ramos P, Pérez Parra JJ, Buendía García MJ, Cubillo Marcos JM, González-Moro JMR. Análisis de la retirada de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes con síndrome de hipoventilación-obesidad. Resultados a medio plazo. *Arch Bronconeumol* 2003;39:292-7.
 153. Masa JF, Sánchez de Cos J, Disdier C, Hernández M, Fuentes F. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Analysis of its withdrawal. *Chest* 1995;107:382-8.
 154. Karakurt S, Fanfulla F, Nava S. Is it safe for patients with chronic hypercapnic respiratory failure undergoing home noninvasive ventilation to discontinue ventilation briefly? *Chest* 2001;119:1379-86.
 155. Tzeng AC, Bach JR. Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease. *Chest* 2000;118:1390-6.
 156. Gabrielli A, Caruso LJ, Layon AJ, Antonelli M. Yet another look at noninvasive positive-pressure ventilation. *Chest* 2003;124:428-31.
 157. Rodenstein DO. ¿Qué deberemos aprender los neumólogos en los próximos años? *Arch Bronconeumol* 2002;38:189-90.
 158. Solsona JF, Miró G, Ferrer M, Cabré L, Torres A. Los criterios de ingreso en la UCI del paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Documento de consenso SEMICYUC-SEPAR. *Arch Bronconeumol* 2001;37:335-9.
 159. Bach JR. Successful pregnancies for ventilator users. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;32:226-9.
 160. Díaz Lobato S, Mayoralas Alises S, Gómez Mendieta MA, Sanz Baena S, Martín Sánchez R, Díaz-Agero P. Análisis de los aspectos logísticos y organizativos de un crucero para pacientes con insuficiencia respiratoria crónica. La Expedición RESPIRA y el Crucero de la EPOC. *Arch Bronconeumol* 2003;39:266-73.