

## Capítulo 21

# **Sistemas de ventilación mecánica domiciliaria**

---

Emilia Barrot Cortés

*Neumología*

Hospital Universitario Virgen del Rocío

Sevilla

Susana Rodríguez Domínguez

*Medicina Familiar y Comunitaria*

Centro de Salud de Bollullos de la Mitación

Bollullos de la Mitación (Sevilla)

José Luis López-Campos Bodineau

*Neumología*

Hospital Universitario Puerta del Mar

Cádiz

## TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS Y SITUACIONES ESPECIALES

### CONCEPTO

La ventilación mecánica domiciliaria (VMD) es una técnica de soporte ventilatorio no invasiva (VNI) ó a través de traqueostomía, usado para el tratamiento de los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica que, en situación estable, pueden ser correctamente controlados fuera del ámbito hospitalario.

### TIPOS DE RESPIRADORES

#### RESPIRADORES DE PRESIÓN (BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure)<sup>a</sup>

Estos aparatos generan dos niveles de presión, uno inspiratorio y otro espiratorio; la diferencia entre los dos representa la presión inspiratoria efectiva o presión de soporte. Su mecanismo se basa en una turbina que genera un flujo alto de aire, con lo que la presión en la vía aérea alcanza rápidamente el nivel que hemos prefijado (presión inspiratoria). Además, el mecanismo que tiene para captar la inspiración del paciente (*trigger*) es muy sensible, por lo que se adapta al patrón respiratorio del enfermo. Por su mecanismo de acción, requiere que el paciente mantenga el impulso respiratorio. Están, por tanto, **contraindicados en los pacientes cuya vida depende del respirador.**

##### • Ventajas

- Mayor confortabilidad y adaptación del paciente al ventilador
- Menor tamaño y peso.
- Compensan en parte las fugas de aire que se producen en los pacientes con VNI
- Son más económicos.
- Rápida presurización de la vía aérea con libertad de flujo<sup>b</sup>.
- La presión espiratoria actúa como una PEEP<sup>c</sup> como parte de su mecanismo de acción.

##### • Inconvenientes

- Por lo general, no poseen alarmas ni baterías internas.
- No poseen mezclador de gases. Podemos añadir una entrada de oxígeno al circuito pero no conocemos la  $FiO_2$  del gas inspirado (salvo algunos modelos avanzados).
- No conocemos el volumen real de gas que se aporta al enfermo.
- Posibilidad de *rebreathing*<sup>d</sup>.

#### RESPIRADORES DE VOLUMEN

Su mecanismo se basa en un pistón que, al desplazarse, introduce el volumen de aire programado en la tubuladura y vía aérea. El parámetro principal es, por tanto, el volumen de gas que queremos aportar al paciente. Este volumen se mide en ml.

## Sistemas de ventilación mecánica domiciliaria

### • Ventajas

- Aseguran el volumen de gas que se aporta al paciente (en caso de circuito cerrado, como en los pacientes traqueostomizados).
- Poseen alarma y batería interna (de una a tres horas según el modelo), por lo que aseguran su funcionamiento en ausencia de electricidad.
- Algunos modelos poseen mezclador de gases.

### • Inconvenientes

- Siempre aportan un volumen fijo de gas por lo que no pueden compensar fugas en el caso de VNI<sup>e</sup>.
- Ninguno proporciona un flujo variable según las necesidades del paciente.
- No pueden proporcionar presión espiratoria. En los pacientes que la precisan hay que añadir una válvula externa (válvula PEEP), lo que aumenta la resistencia del circuito y no garantiza el correcto funcionamiento en los respiradores portátiles.
- Mayor tamaño y peso. Menos portables.
- Más complejos de programar para la familia.
- Más caros.

### Comentarios:

<sup>a</sup> El término BiPAP, escrito de ese modo, con la "i" minúscula, está registrado por la firma Respi-ronics que desarrolló uno de los primeros sistemas de este tipo.

<sup>b</sup> Esto permite que el paciente tenga un flujo de aire variable según sus necesidades.

<sup>c</sup> PEEP: *Positive End-Expiratory Pressure* o Presión Positiva al final de la espiración (ver a continuación).

<sup>d</sup> *Rebreathing* o reinhalación se produce cuando el paciente inspira el mismo aire espirado con alto contenido en CO<sub>2</sub>.

<sup>e</sup> Algunos presentan limitación por presión, con lo que se no se garantiza el volumen prefijado.

## PACIENTES Y SISTEMAS DE VENTILACIÓN

Básicamente, distinguimos dos tipos de pacientes con características distintas en sus necesidades, dependencia del respirador y sistemas de ventilación, que vamos a aplicar:

- Pacientes que requieren soporte ventilatorio fundamentalmente nocturno, cuya enfermedad subyacente es estable o muy lentamente progresiva: toracógenos, hipoventilación-obesidad, EPOC estables y algunas enfermedades neuromusculares en fases precoces. La mayoría de estos enfermos se tratan con dispositivos de soporte de presión (BiPAP ST) por métodos no invasivos (mascarilla nasal).
- Pacientes con gran dependencia del respirador (tiempo libre inferior a seis horas), portadores de enfermedades neuromusculares rápidamente progresivas (ELA) o procedentes de cuidados intensivos en los que no ha sido posible la desconexión del ventilador. Estos casos deben tratarse con respiradores volumétricos, que disponen

## TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS Y SITUACIONES ESPECIALES

de alarmas, batería interna y aseguran un volumen de corriente prefijado. La ventilación se realiza de forma casi continua por lo que es aconsejable a través de traqueostomía.

### PARÁMETROS

#### RESPIRADORES DE VOLUMEN

- **Volumen corriente.** Es el principal parámetro. Se debe ajustar al peso y suele oscilar inicialmente entre 10 y 15 mL/Kg, que tendrá que ser ajustado según la tolerancia del paciente, las fugas, la respuesta gasométrica y las características clínicas del enfermo<sup>a</sup>.
- **Frecuencia respiratoria.** Dependiendo del modo ventilatorio usado, seleccionaremos una frecuencia mínima para asegurar un volumen minuto o bien estableceremos la frecuencia más elevada en pacientes ventilador-dependientes. Suele oscilar entre 15 y 20 rpm.
- **Relación tiempo inspiratorio / tiempo espiratorio o relación I:E.** Define cuánto tiempo del ciclo respiratorio (inspiración y espiración) se va a dedicar a cada fase. En el pulmón normal, la espiración suele ser el doble de la inspiración en tiempo (1:2). En pacientes obstructivos interesa dejar más tiempo para la espiración (1:2 ó 3), mientras que los restrictivos necesitan mucho menos, al tener la elasticidad muy aumentada (1:1). Igualmente, un tiempo inspiratorio corto, hace que el mismo volumen de aire entre en menos tiempo, con lo que aumentamos el flujo y la presión que se genera, lo que puede producir peor adaptación del paciente y la aparición de complicaciones como fugas o aerofagia.
- **Sensibilidad o trigger.** Es el mecanismo por el que el ventilador capta la inspiración del paciente y le proporciona una respiración. Es importante que sea sensible (para evitar el esfuerzo del paciente) pero no en exceso, en cuyo caso el aparato iniciaría una respiración por un simple movimiento de la tubuladura (autociclado). En la BiPAP, generalmente es fijo (no lo podemos modificar) y capta cambios en el flujo aéreo dentro del circuito. En los volumétricos, capta cambios de presión (la P negativa generada por el paciente) y es aconsejable situarlo entre  $-0,5$  y  $-1$  cm de H<sub>2</sub>O.
- **Alarmas.** Suelen tener alarma de alta presión que detecta si el aparato tiene que vencer una resistencia elevada para insuflar la vía aérea (acodamiento de la tubuladura, tapones mucosos, etc), suele prefijarse unos 15 cm de H<sub>2</sub>O por encima de la presión que se alcanza en la vía aérea en una respiración normal y alarma de baja presión, muy importante, porque detecta la existencia de fugas aéreas o la desconexión del circuito.

## RESPIRADORES DE PRESIÓN

- **Presión inspiratoria o presión de soporte o IPAP.** Se suele establecer entre 10 y 20 cm de H<sub>2</sub>O. Presiones superiores favorecen la mala adaptación del paciente y la aparición de efectos secundarios como aerofagia (ver más adelante).
- **Presión espiratoria o EPAP.** En los pacientes toracógenos o neuromusculares se sitúa aproximadamente en 4 cm de H<sub>2</sub>O (nivel mínimo para evitar el *rebreathing*), en los pacientes con EPOC o muy obesos es conveniente ponerla entre 5 y 7.
- **La relación I:E** en estos dispositivos se expresa como porcentaje (p.ej. un I:E de 1:1 equivale a un porcentaje de inspiración del 50%) ó como tiempo inspiratorio (Ti) expresado en segundos. Nunca debe ser inferior a 1,5 ni superior a 3 segundos.
- **Rampa o risetime.** Es el tiempo que tarda en alcanzar la presión inspiratoria. Sólo existe en algunos modelos de última generación.
- **Sensibilidad o trigger.** Su función es la misma que la descrita para los ventiladores de volumen, solo que suelen detectar cambios en el flujo.

### Comentario

<sup>a</sup> Debido a las fugas, en general, el volumen aportado es superior en pacientes ventilados con máscara que con traqueostomía, donde todo el volumen aportado es efectivo.

## MODOS VENTILATORIOS

En un paciente que requiere soporte ventilatorio, podemos usar básicamente tres modos de ventilación, tanto si usamos BiPAP o respirador volumétrico. Aunque las siglas que se usan en cada uno son diferentes, el concepto es el mismo. Según el modo que usemos se prefijarán unos u otros parámetros:

- Modo asistido (A en volumétricos; S, o *Spontaneous*, en la BiPAP). El paciente mantiene el control del patrón respiratorio. El respirador sólo se accionará en respuesta al *trigger* (disparo). Indicado sólo en enfermos con buen impulso ventilatorio (algunos EPOC o en el síndrome de HVA-Obesidad). Programamos:
  - BiPAP: Presión Inspiratoria y Presión Espiratoria.
  - Volumétrico: volumen corriente, ajustamos *trigger*, alarma de presión alta y baja, flujo inspiratorio.
- Modo asistido-controlado (AC en volumétricos; ST, o *Spontaneous-Timed*, en la BiPAP). El paciente controla el patrón ventilatorio mientras mantenga una frecuencia respiratoria mínima. Si no la alcanza, el respirador le proporcionará, al menos, las respiraciones que hemos prefijado. De elección en pacientes toracógenos. Pro-

## TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS Y SITUACIONES ESPECIALES

gramamos, además de lo anterior, la frecuencia respiratoria mínima que queremos proporcionar en los dos tipos de respiradores.

- Modo controlado (C en volumétrico; T, o *Timed*, en BiPAP). Programamos todo el patrón respiratorio del paciente. Indicado en los que carecen prácticamente de impulso ventilatorio (p. ej. neuromusculares). Programamos, además:
  - BiPAP: tiempo inspiratorio, en segundos o en forma de porcentaje (%Ti).
  - Volumétrico: relación I:E

### Comentario

<sup>a</sup> El modo asistido se usa raramente en los respiradores volumétricos.

## CIRCUITO DEL RESPIRADOR

El circuito completo del respirador consta de:

- **El propio respirador:** ya descrito anteriormente.
- **Tubuladura:** tubo flexible que conecta el respirador al paciente; debe tener la longitud adecuada para permitir el movimiento del paciente sin aumentar en exceso el espacio muerto.
- **Válvula espiratoria:** esencial para que el aire espirado no re-entre en el circuito. En la BiPAP se trata de un cilindro con unas ranuras –en algunos modelos es un orificio en la propia mascarilla– para la salida del aire al exterior, además de permitir el correcto funcionamiento del aparato (lo que se denomina “fuga controlada”): **nunca debe taparse.**

En los volumétricos es una válvula unidireccional (se abre en la inspiración y se cierra en la espiración con lo que todo el aire espirado sale al exterior).

- **Interfase:** la parte del circuito en contacto directo con el paciente. En los pacientes con traqueostomía se intercala siempre, entre la cánula y la válvula espiratoria, una nariz artificial que sirve para humidificar el aire inspirado.
- **Conjunto de sujeción:** sirve para fijar la mascarilla. Puede ser tipo arnés o gorro. El sujetamentón disminuye las fugas por boca y evita que ésta se abra durante el sueño.

## INTERFASE: ¿QUÉ ES? ¿CÓMO DEBE SER?

La interfase es la parte del circuito que está en contacto con la cara del paciente. La elección de la interfase adecuada en la VNI es crucial para el éxito del tratamiento a largo plazo. La interfase que se usa con mayor frecuencia es la mascarilla nasal. En su elección es fundamental tener en cuenta los siguientes puntos:

## Sistemas de ventilación mecánica domiciliaria

- Debe ser lo más **hermética** posible, para evitar las fugas aéreas y asegurar una ventilación adecuada.
- **Confortable y estable**, su uso durante 8 ó 9 horas seguidas no debe provocar molestias o efectos secundarios.
- Lo más **pequeña** posible, para minimizar el espacio muerto y optimizar la ventilación.
- **Fácil de colocar y retirar**, para que el paciente pueda manejarla sin ayuda. Fácil de limpiar.
- **Ligera y transparente**, para evitar la sensación de claustrofobia (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tipos de interfases. Ventajas e inconvenientes.

Mascarilla	Ventajas	Inconvenientes
Nasal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite hablar, comer, expectorar.</li> <li>• Menor claustrofobia.</li> <li>• Menor espacio muerto.</li> <li>• Fácil de colocar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas aéreas por boca.</li> <li>• Mayor resistencia al aire.</li> <li>• Presión dorso nariz.</li> <li>• Rinorrea y obstrucción nasal.</li> </ul>
Oronasal <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de fugas por boca.</li> <li>• Más efectiva en el paciente agudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el espacio muerto.</li> <li>• Claustrofobia.</li> <li>• Imposibilidad para comer ó expectorar.</li> <li>• Riesgo de aspiración.</li> </ul>
Olivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evita la presión en dorso nariz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco confortables a largo plazo.</li> </ul>
Pieza bucal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Útiles para variar el acceso a la vía aérea en pacientes con &gt;16 horas de VNI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producen hipersalivación.</li> <li>• Fugas por nariz.</li> <li>• Deformidades dentales a largo plazo.</li> </ul>
Traqueostomía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura la ventilación en pacientes dependientes.</li> <li>• Permite aspirar secreciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentan las secreciones y las infecciones.</li> <li>• Pérdida de la voz<sup>b</sup>.</li> <li>• Alteración estética.</li> <li>• Siempre intercalar nariz artificial</li> </ul>

### Comentario

<sup>a</sup> Las máscaras oronasales llevan incorporada una válvula anti-asfixia (para que el paciente respire aire ambiente en caso de fallo del respirador) que, en ningún caso, sustituye a la válvula espiratoria.

<sup>b</sup> En los pacientes traqueostomizados se debe intentar conservar la voz manteniendo una fuga aérea controlada hacia vía superior, desinflando algo el globo y aumentando el volumen corriente.

## ACCESORIOS

- Oxígeno. Puede añadirse mediante una conexión a la salida del respirador o a uno de los salientes que tienen algunas mascarillas. En términos generales, hay que calcular que la  $FiO_2$  aumenta entre un 2-3% por cada litro que fijamos.
- Humidificador. Puede consistir en una simple bandeja de agua que se coloca debajo del respirador o un calentador-humidificador que se intercala en el circuito.

## ACCESORIOS EN PACIENTES TRAQUEOSTOMIZADOS O CON ALTA DEPENDENCIA DEL RESPIRADOR

- Silla de ruedas con plataforma adaptada para el ventilador.
- Un segundo respirador de recambio.
- Ambu ó resucitador manual.
- Batería externa portátil: suelen tener 6-8 h de autonomía y puede llevarse en la silla.
- Aspirador de secreciones fijo y uno portátil en la silla de ruedas.
- In-Exuflador (*cough assist*): son aparatos mecánicos que favorecen la tos y la eliminación de secreciones mediante la aplicación de una presión positiva prolongada seguida de una presión negativa brusca en la vía aérea (entre +60 y -60 cm de  $H_2O$ ).
- Accesorios desechables: cánulas de repuesto, líquido desinfectante, apósitos y nariz artificial.

## PROBLEMAS Y SOLUCIONES

### RELACIONADOS CON LA MÁSCARA

- **Incomodidad o *discomfort***. Frecuencia: 30-50%. Solución: ajustar mejor la mascarilla, ajustar los arneses o buscar otros modelos.
- **Eritema facial**. Frecuencia: 20-34%. Solución: aflojar los arneses ligeramente, teniendo cuidado de no producir fugas.
- **Claustrofobia**. Frecuencia: 5-10%. Solución: usar mascarillas más pequeñas o emplear algún tipo de sedación suave<sup>a</sup>.
- **Rash acneiforme**. Frecuencia: 5-10%. Solución: emplear soluciones tópicas con esteroides o antibióticos.
- **Escara nasal**. Frecuencia: 5-10%. Soluciones:
  - Prevención. Las medidas de prevención se basan en medios mecánicos como buscar la mascarilla apropiada, evitar la presión excesiva del arnés o usar separadores frontales. Además, se pueden usar soluciones protectoras como Corpitol<sup>®</sup> antes de aplicar la máscara.

## Sistemas de ventilación mecánica domiciliaria

- Tratamiento. Usar apósitos hidrocoloides (como Varihesive®). En caso de exudado purulento o fiebre, sacar cultivo de la herida y emplear antibioterapia empírica cubriendo gérmenes gram positivos, como Amoxicilina/Clavulánico<sup>b</sup>.

### RELACIONADOS CON LA PRESIÓN O EL FLUJO

- **Fugas.** Frecuencia: 80-100%. Soluciones: ajustar bien la máscara y los arneses, incentivar el cierre de la boca con sujeta-mentón. Si es preciso, usar máscaras orofaciales, reducir la presión inspiratoria ligeramente.
- **Congestión y obstrucción nasal.** Frecuencia: 20-50%. Soluciones: tratamiento tópico con suero salino y/o corticoides tópicos.
- **Sequedad de mucosas:** boca y nariz. Frecuencia: 10-20%. Soluciones: evitar fugas bucales con sujeta-mentón, evitar presiones inspiratorias > 20 cm de H<sub>2</sub>O, acoplar un humidificador / calentador.
- **Irritación ocular.** Frecuencia: 10-20%. Producidas por fuga de aire hacia los ojos. Soluciones: comprobar el ajuste de la máscara y ajustar bien los arneses. Si no es suficiente, reducir la presión.
- **Dolor de nariz u oído.** Frecuencia: 10-30%. Solución: disminuir la presión inspiratoria.
- **Aerofagia.** Frecuencia: 5-10%. Soluciones: evitar presiones inspiratorias muy altas (>20 cm de H<sub>2</sub>O) y mejorar adaptación al respirador. Se pueden usar fármacos como la simeticona (Flatoril®: 1 caps. cada 8 horas).

### COMPLICACIONES MAYORES

Son poco frecuentes y como tal deben considerarse.

- **Neumonía por aspiración.** Frecuencia < 5%. Soluciones: seleccionar adecuadamente a los pacientes para evitar su aparición. Si ocurre, habrá que tratarla como tal, considerando la posibilidad de derivar al paciente a un servicio de urgencias o a atención especializada para valoración.
- **Hipotensión.** Frecuencia < 5%. Soluciones: reducir presión inspiratoria.
- **Neumotórax.** Frecuencia < 5%. Soluciones: derivar a servicio de urgencias.

#### Comentarios

<sup>a</sup> Cuidado con el uso de sedación en estos pacientes.

<sup>b</sup> Si en 48 – 72 horas la fiebre no ha cedido o la infección no se está controlando, remitir a servicio de urgencias o atención especializada sin demora.

## **RELACIÓN ATENCIÓN PRIMARIA / ASISTENCIA ESPECIALIZADA**

---

Todo paciente en programa de VMD debe disponer de un informe en el que consten, además del diagnóstico y situación clínica, los siguientes puntos:

- Tipo de respirador y horas aproximadas de tratamiento que requiere.
- Modo ventilatorio y parámetros que se han fijado así como especificar la posibilidad de que se modifique alguno previa consulta.
- Tipo de interfase que utiliza y consejos para evitar los efectos secundarios.
- Nombre del médico de AE responsable del paciente y un teléfono de consulta.
- Nombre y teléfono de la empresa suministradora.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

1. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 540-577.
2. Make BJ, Hill NS, Goldberg AI, Bach JR, Criner GJ, Dunne PE, Gilmartin ME, Heffner JE, Kacmarek R, Keens TG, McInturff S, O'Donohue WJ Jr, Oppenheimer EA, Robert D. Mechanical ventilation beyond the intensive care unit. Report of a consensus conference of the American College of Chest Physicians. *Chest* 1998; 113 (suppl 5): 289S-344S.
3. 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: 521-534.
4. NS Hill. *Noninvasive positive pressure ventilation: Principles and applications*. Futura Publishing company, New York 2001.