

# Recomendaciones sobre ventiloterapia convencional neonatal

Grupo Respiratorio Neonatal de la Sociedad Española de Neonatología

(An Esp Pediatr 2001; 55: 244-250)

**La patología respiratoria es un problema frecuente en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales cuyo manejo ha mejorado de forma importante en los últimos años. La ventilación mecánica convencional es una técnica de soporte vital altamente especializada, para así mantener el intercambio gaseoso pulmonar mientras se soluciona el problema que ha ocasionado el fallo respiratorio.**

**El objetivo de este documento es presentar una guía de orientación a todos los profesionales que trabajan con recién nacidos que presentan patología respiratoria.**

**Palabras clave:**

*Ventilación mecánica convencional neonatal. Recién nacido.*

**NEONATAL CONVENTIONAL VENTILATION GUIDELINES**

**Respiratory pathology is a frequent problem in Neonatal Intensive Care Units; the last few years, our knowledge about its management has improved enormously.**

**Conventional Ventilatory support is a high-specialized technique that maintains a correct alveolar gas exchange while the primary aetiology is to present some clinical guidelines for every professional working with newborns who have respiratory failure improves.**

**The aim of this document is to present some clinical guidelines for every professional working with newborns who have respiratory pathology.**

**Key words:**

*Neonatal conventional ventilatory support. Newborn.*

**INTRODUCCIÓN**

La ventilación mecánica convencional (VMC) es una técnica de soporte vital altamente especializada cuyo objetivo es mantener el intercambio gaseoso pulmonar. Existen diferentes estrategias para su aplicación que deben ser utilizadas por profesionales expertos y adaptadas a la situación fisiopatológica y clínica de cada paciente. En los últimos años ha existido un gran avance tanto en el conocimiento de la patología pulmonar neonatal como

en su manejo y así se refleja en numerosos trabajos (1-13). El objetivo de este documento es presentar una guía de orientación de los profesionales que asisten a recién nacidos con patología respiratoria.

**CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA PULMONAR**

1. *Volumen corriente (V<sub>T</sub>):* volumen de gas movilizado en cada ciclo respiratorio. Normalmente es de 4-7 ml/kg.

2. *Volumen del espacio muerto (V<sub>D</sub>):* volumen de gas movilizado en cada ciclo, pero que no realiza intercambio gaseoso, debido a que no tiene contacto alveolar. Suele ser la tercera parte del V<sub>T</sub>. Aproximadamente de 1,5-2 ml/kg.

3. *Volumen minuto (V<sub>m</sub>):* es el producto del V<sub>T</sub> menos el volumen del espacio muerto (V<sub>D</sub>) por la frecuencia respiratoria (FR). En respiradores que miden este valor, el cálculo se realiza por el producto V<sub>T</sub> × FR, debido a que V<sub>D</sub> no es conocido.

4. *Compliancia o distensibilidad (C<sub>L</sub>):* elasticidad o adaptabilidad del tejido pulmonar, expresada como cambios de volumen producidos por los cambios de presión determinados.

$$\frac{\text{Incremento de volumen (ml)}}{\text{Incremento de presión (cmH}_2\text{O)}} = \text{ml/cmH}_2\text{O}$$

Con una C<sub>L</sub> normal, se necesitan sólo pequeños cambios de presión para movilizar grandes volúmenes. La C<sub>L</sub> normal del recién nacido a término es de uno 3-6 ml/cmH<sub>2</sub>O de presión. Con una C<sub>L</sub> baja se necesitan grandes cambios de presión para movilizar pequeños volúmenes. En un prematuro con síndrome de distrés respiratorio (SDR) la C<sub>L</sub> disminuye hasta 0,5-1 ml/cmH<sub>2</sub>O.

5. *Resistencia del sistema respiratorio (R):* se refiere a la dificultad que encuentra el gas al pasar por la vía respiratoria. Es el roce o incremento de presión que se origina ante el paso de un volumen determinado de gas en un tiempo determinado. La R se debe a las paredes de la propia vía respiratoria (R de las vías respiratorias) más las resistencias

**Correspondencia:** Dr. J. Moreno Hernando.  
Correo electrónico: jmoreno@hsjdbcn.org

Recibido en mayo de 2001.  
Aceptado para su publicación en junio de 2001.

viscosas del tejido pulmonar circundante a ellas (R tisular). Se expresa como incrementos de presión producidos por incrementos de flujo de gas por unidad de tiempo.

$$\frac{\text{Incrementos de presión (cmH}_2\text{O)}}{\text{Incrementos de flujo (l/seg)}} = \text{cmH}_2\text{O/l/seg}$$

En recién nacidos normales, así como en las fases iniciales del SDR, la R es de 20-40 cmH<sub>2</sub>O/l/seg. En la aspiración meconial o displasia broncopulmonar puede llegar a ser de 50-400 cmH<sub>2</sub>O/l/seg. En todo niño intubado, sólo por este hecho, aumentan las R de la vía respiratoria hasta 50-80 cmH<sub>2</sub>O/l/seg, según el calibre del tubo, aunque su pulmón sea normal.

6. *Constante de tiempo (K<sub>t</sub>):* es el tiempo necesario para que la presión alveolar alcance el 63% del cambio en la presión de las vías respiratorias. Existe un equilibrio entre las presiones del sistema al cabo de 3 a 5 K<sub>t</sub>. Eso quiere decir que tanto la fase inspiratoria como la espiratoria del ciclo respiratorio se habrán completado (igualdad de presiones y ausencia de flujo) cuando hayan transcurrido 5 K<sub>t</sub> para cada una de las fases.

$$K_t \text{ (seg)} = C_L \text{ (l/cmH}_2\text{O)} \times R \text{ (cmH}_2\text{O/l/seg)}$$

Este concepto es muy importante en ventilación mecánica neonatal. Cuando se utiliza un número de ciclos elevado en el respirador, el tiempo espiratorio puede ser insuficiente para permitir un vaciado alveolar completo, lo que produce sobredistensión y escape aéreo.

### ÍNDICES DE OXIGENACIÓN Y VENTILACIÓN

Estos índices son de utilidad para valorar la gravedad de la enfermedad respiratoria y la intensidad de la ventilación mecánica en el transcurso de la enfermedad pulmonar (tabla 1).

### INDICACIONES GENÉRICAS DE LA (VMC)

1. Hipoxemia y/o hipercapnia (véase objetivos gasométricos) que persisten tras administración de oxígeno y desobstrucción de la vía respiratoria.
2. Situaciones clínicas de origen pulmonar o extrapulmonar en las que existe trabajo respiratorio muy aumentado, con riesgo de fatiga y apnea.
3. Intercambio gaseoso comprometido por falta de estímulo central o capacidad muscular disminuida.

### REGLAS DE ORO

1. *Intentar que las medidas sean lo menos agresivas posible.*
2. *Mantenerlas el mínimo tiempo necesario.*

No existe una pauta de ventilación concreta ideal. Distintas técnicas y métodos pueden ser aplicables a un mismo niño, persiguiendo todas el mismo fin: conseguir una oxigenación y ventilación adecuadas con los mínimos

efectos secundarios. La mayoría de recomendaciones razonadas pueden usarse como guía, pero nunca deben seguirse a ciegas.

### OBJETIVOS GASOMÉTRICOS

1. Recién nacido pretérmino:
  - a) PaO<sub>2</sub> 50-60 mmHg.
  - b) SaO<sub>2</sub> 86-92%.
  - c) PaCO<sub>2</sub> 50-55 mmHg. Considerar "hipercapnia permisiva" (valores más elevados de PaCO<sub>2</sub> con pH > 7,25) en fase crónica de la enfermedad pulmonar.
2. Recién nacido a término:
  - a) PaO<sub>2</sub> 50-70 mmHg.
  - b) SaO<sub>2</sub> 92-95%.
  - c) PaCO<sub>2</sub> 45-55 mmHg. Considerar también "hipercapnia permisiva".

### MÉTODOS DE VENTILACIÓN

#### Presión positiva continua (PPC o CPAP)

Se emplea con respiración espontánea, aplicando en el circuito conectado al niño una presión positiva y un flujo de gas constantes, manteniéndolos a lo largo de todo el ciclo respiratorio. Aumenta la capacidad residual funcional evitando el colapso alveolar (atelectasias) y mejora el cociente ventilación/perfusión y oxigenación, disminuyendo el trabajo respiratorio. Estimula además los reflejos pulmonares que activan el centro respiratorio.

#### Indicaciones

1. SDR con a/ADO<sub>2</sub> > 0,15 (en fase temprana de la evolución para evitar intubación, o tras extubación, después de la administrar surfactante).
2. Tras extubación en < 1.000-1.250 g, y/o intubación prolongada, más de 7 días.
3. Apneas recurrentes que no responden al tratamiento farmacológico.

TABLA 1. Índices de oxigenación y ventilación

<b>Índices de oxigenación:</b>		
Diferencia alveoloarterial de oxígeno: A-aDO <sub>2</sub> = [(713* × FiO <sub>2</sub> ) - (PaCO <sub>2</sub> /0,8)] - PaO <sub>2</sub>		
Cociente arterial/alveolar de oxígeno: a/ADO <sub>2</sub> = PaO <sub>2</sub> / (713* × FiO <sub>2</sub> ) - (PaCO <sub>2</sub> /0,8)		
<b>Índices ventilatorios:</b>		
Índice ventilatorio (IV): MAP × FR		
Índice de oxigenación (IO): MAP × FiO <sub>2</sub> × 100/PaO <sub>2</sub>		
Índices	IO	a/ADO <sub>2</sub>
SDR leve	< 10	> 0,22
SDR moderado	> 10 < 25	> 0,1 < 0,22
SDR grave	> 25	≤ 0,1

\*Presión barométrica-presión vapor de agua = 760-47 mmHg a nivel del mar.

4. Traqueomalacia y/o broncomalacia u otras obstrucciones de la vía respiratoria.
5. Edema pulmonar leve y moderado.
6. Eventración diafragmática o parálisis frénica.
7. Se ha señalado su utilidad, aplicada de modo profiláctico desde la sala de partos, en los primeros minutos de vida en < 1.500-1.250 g, para evitar el colapso alveolar y la necesidad posterior de VMC.

### Formas de aplicación

*Piezas binasales cortas o largas, sonda mononasal o tubo nasofaríngeo:* las sondas o cánulas serán del mayor calibre posible, para minimizar el aumento de resistencia y trabajo respiratorio que ocasionan estos sistemas. Dependiendo del calibre, y debido a su menor longitud, pueden tener menos resistencia que el tubo endotraqueal, que no debe ser empleado para aplicarla. Todos ellos deben conectarse a sistemas basados en el aparato de Gregory, respirador en modo CPAP o a sistemas exclusivos de PPC (Infant Flow, Benveniste-Ventil o Hudson-Columbia) para conseguir presiones constantes durante todo el ciclo respiratorio.

#### Características de uso

1. *Flujo:* variable según sistema de aplicación. En general 5-10 l/min (menor flujo a menor peso). Como mínimo debe ser superior al doble del  $V_m$  del niño.
2. *Presión:* 4-10 cmH<sub>2</sub>O (según PaO<sub>2</sub>, retracción esternal, número e intensidad de pausas de apnea).
3. *FiO<sub>2</sub>:* Según necesidades, siempre con gas húmedo y caliente.
4. Si aparece retención de CO<sub>2</sub> con oxigenación adecuada, debe disminuirse la presión. Puede ensayarse su aplicación con el respirador en VMC (FR 5-20) para tratar de evitar la intubación traqueal.

El descenso y retirada de PPC debe hacerse de forma gradual. Según la indicación de utilización, la retirada se puede ensayar con presión de 3-4 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> < 0,3-0,4. El objetivo es mantener una ventilación espontánea regular con valores gasométricos adecuados. Al suprimir la PPC, continuar la vigilancia y evaluar la necesidad de ligeros incrementos de FiO<sub>2</sub>.

Debe valorarse su fracaso y la necesidad de intubación y aplicación de surfactante, si en la fase precoz del SDR, la FiO<sub>2</sub> es > 0,35-0,40 en < 1.500 g, y de 0,60-0,65 en niños > 2.000 g. Otros indicadores de fracaso son la presencia de hipercapnia con pH = 7,25 o apnea grave (> 3 episodios/hora, aumento FiO<sub>2</sub> o necesidad de estimulación o mascarilla).

#### Complicaciones

1. Obstrucción de sondas, piezas o tubos por secreciones.

2. Distensión gástrica y aspiración por reflujo (minimizan con una sonda orogástrica abierta, por lo menos intermitentemente).

3. Lesión de la mucosa nasal o nasofaríngea.

4. Retención de CO<sub>2</sub>, que suele ser discreta a presiones < 10 cmH<sub>2</sub>O. La causa más probable es la sobredistensión pulmonar, que reduce la distensibilidad, el retorno venoso y el gasto cardíaco y aumenta las resistencias vasculares pulmonares.

### Ventilación con presión positiva intermitente

Durante su aplicación se generan picos de presión positiva que constituyen la fase inspiratoria del respirador. Los respiradores más utilizados para VMC neonatal son generadores de flujo continuo, ciclados por el tiempo y limitados por la presión. Pueden presentar diferentes opciones, como controlada, asistida/controlada, sincronización, volumen garantizado, presión de soporte o ventilación proporcional asistida. Pueden también monitorizar volumen y flujo y calcular en tiempo real la mecánica respiratoria. La intubación endotraqueal es mandatoria, si bien se ha comunicado buenos resultados por vía nasal o nasofaríngea, la experiencia es aún escasa.

#### Indicaciones

1. Véanse indicaciones de ventiloterapia.
2. Siempre que existan criterios de fracaso de PPC.

### Modalidades de VMC

*Controlada (PPI o IMV).* Es la forma básica de VMC. El ritmo es automático y continuo, marcado por el respirador e independiente del niño. Suele requerir sedación, al menos en fases iniciales, para evitar desacoplamientos respirador/niño.

*Asistida o sincronizada/controlada (A/C).* El respirador garantiza un ritmo mínimo programado por el operador, para impedir que la falta de estímulo o esfuerzo del niño produzcan apnea. El inicio de la inspiración del niño es detectado por sensores de flujo o presión, poniendo en marcha cada ciclo del respirador. Cuando la frecuencia espontánea es superior a la programada, y la sensibilidad del respirador está bien acoplada a su esfuerzo, el respirador asiste todas y cada una de las inspiraciones del niño.

El niño puede activar el respirador en cualquier momento del ciclo, pasados los 0,20-0,25 seg mínimos de T<sub>e</sub>, y siempre que su inspiración supere la sensibilidad programada. Si la FR espontánea del niño es muy elevada, debe ajustarse el T<sub>i</sub> de acuerdo con la frecuencia real del niño, y no a la frecuencia mínima programada en el respirador. Ello evita la PEEP inadvertida, por un T<sub>e</sub> insuficiente para eliminar todo el volumen introducido en la inspiración (véase constante de tiempo). Para minimizar

este riesgo, el  $T_c$  debe ser más largo que el  $T_i$  (relación I/E de 1/1,3 o con valores más altos en el denominador). La presencia de agua en las asas del respirador, fugas alrededor del tubo traqueal o ajustes de sensibilidad muy elevados pueden desencadenar autociclado del respirador con riesgo de barotrauma o volutrauma con aire extraalveolar y/o mayor compromiso circulatorio.

Suele emplearse en las fases iniciales de la VMC, para acoplar el respirador al niño, ajustar la intensidad de la asistencia a sus necesidades y disminuir la necesidad de sedación intensa, que a su vez suele requerir más asistencia respiratoria al abolir el esfuerzo del niño. Su aplicación durante todo el curso de VMC no reporta ventajas respecto al empleo de SIMV.

### Ventilación intermitente mandatoria asistida o sincronizada (SIMV)

El respirador asiste de forma sincronizada al paciente con un número de ciclos por minuto fijo seleccionado por el operador. Si la frecuencia respiratoria espontánea del paciente es superior a la marcada en el respirador, se intercalarán respiraciones espontáneas con volumen inspirado y espirado generado por el propio paciente a partir del flujo continuo del respirador, y respiraciones "asistidas" en que al detectar el respirador el inicio de la inspiración del paciente genera un ciclo con las características programadas en el aparato. Es el método actualmente más utilizado desde el comienzo de la ventilación mecánica o tras una fase inicial de asistida/controlada para ir realizando un descenso gradual y progresivo de la asistencia respiratoria hasta alcanzar valores bajos de frecuencia (20-10 ciclos/minuto) que permitan la retirada de la VM y del tubo traqueal.

### Ventilación con volumen garantizado (VG)

En esta modalidad se selecciona un  $V_T$ , habitualmente 3-6 ml/kg y un límite máximo de presión inspiratoria. Cada ciclo mantiene fijo el volumen asignado, generándose la presión necesaria, que puede variar según la  $C_L$  y R de cada momento. Si no se consigue el volumen seleccionado o son necesarias presiones superiores al límite máximo señalado, se produce una alarma para revisar la situación. Existe todavía poca experiencia con este tipo de ventilación. Según algunos autores podría acortar la duración de VMC y disminuir la incidencia de DBP, al minimizar el riesgo de volutrauma. Puede aplicarse en cualquier modalidad de VMC.

### Ventilación con soporte de presión (PSV)

En esta modalidad, el niño es ayudado en sus respiraciones con un soporte de presión predeterminado. Se diferencia de la modalidad A/C en que el niño controla el inicio y el final de la inspiración (el *trigger* espiratorio se desencadena cuando el flujo inspiratorio desciende a un porcentaje asignado respecto el pico máximo de flujo), re-

gulándose así el  $T_i$  en cada ciclo. Existe muy poca experiencia clínica y sólo publicaciones con casos aislados. En general, se obtienen  $T_i$  más cortos y MAP más bajas. Actualmente, tanto la PSV como otras modalidades de VMC (proporcional asistida o controlada por ordenador) deben ser consideradas en fase de estudio y pendientes de definir sus indicaciones, métodos de aplicación, ventajas y riesgos.

### Parámetros ventilatorios

#### Iniciales (orientativos)

1. *Pulmón normal*. Cuando no existe alteración pulmonar importante, como en el caso de apnea sin enfermedad pulmonar crónica, o procedimientos diagnósticos o terapéuticos que requieran sedación/analgesia/anestesia y ventilación mecánica.

- Modalidad: SIMV. Ondas: sinusoidales.
- $FiO_2$ : necesaria para mantener  $SaO_2$  adecuada.
- PIP: 10-15  $cmH_2O$ .
- PEEP: 2-3  $cmH_2O$ .
- FR: 10-40 cpm.
- $T_i$ : 0,3-0,4 seg.
- I/E:  $1/2 \geq 1/5$ .

2. *Procesos con alteración predominante de la  $C_L$* . Cuando la  $C_L$  baja y la R normal, como en el SDR, puede utilizarse "ondas cuadradas" para obtener mayor MAP presión con menos PIP y probablemente mejor distribución de la ventilación.

- Modalidad: asistida/controlada o SIMV. Pueden elegirse FR altas.
- $FiO_2$ : ajustar según  $PaO_2/SaO_2/PtcO_2$  y estado clínico. Aumentar el 10% de  $FiO_2$  previa.
- PIP: 15-20  $cmH_2O$ , según movimientos torácicos y auscultación. Valorar  $V_T$ .
- PEEP: 3-5  $cmH_2O$ .
- FR: 50-60 cpm.
- $T_i$ :  $\leq 0,3$  seg.
- I/E: 1/1,3 o menor.
- Flujo: 6 l/min en  $< 1$  kg, y 8 l/min en  $> 1$  kg.

3. *Procesos con predominio de alteración de la R*. Como en algunas neumonías y síndrome de aspiración meconial (otras veces y, sobre todo, los casos más graves pueden cursar inicialmente con  $C_L$  disminuida).

- Modalidad: SIMV. Pueden usarse "ondas cuadradas" y FR bajas.
- $FiO_2$ : aumentar el 10% respecto a valor previo a intubación y ajustar para mantener la oxigenación.
- PIP: 20-25  $cmH_2O$ , según movimientos torácicos y auscultación. Valorar  $V_T$ .
- PEEP: 2-4  $cmH_2O$ .
- FR: 30-50 cpm.
- $T_i$ : 0,4-0,5 seg.
- I/E: 1/1,5 o menor.

**Regulación ventilatoria.** Para una correcta interpretación de los gases arteriales, se tendrá en cuenta que la oxigenación depende tanto de la función respiratoria como de la cardiocirculatoria. Los cambios del respirador repercutirán sobre las alteraciones gasométricas debidas a alteraciones pulmonares. Sin embargo, debido a la estrecha correlación pulmonar y circulatoria, la posible modificación del retorno venoso por cambios de MAP, o el efecto de los cambios de PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> sobre las resistencias vasculares pulmonares debe ser siempre tenida en cuenta.

Valores de PaO<sub>2</sub>/SaO<sub>2</sub> adecuados, junto a una presión arterial normal y ausencia de acidosis metabólica son datos clínicos indicativos de adecuado transporte de oxígeno a los tejidos. El mejor signo clínico de correcta ventilación es una buena expansión torácica bilateral, con elevación de 1-2 cm de la caja torácica en cada insuflación. El parámetro gasométrico más útil para valorar la ventilación es la PaCO<sub>2</sub>.

Las variaciones de PaO<sub>2</sub> dependen sobre todo de la presión media de las vías aéreas (MAP) definida aproximadamente por la fórmula:  $(PIP \times T_i + PEEP \times T_e) / (T_i + T_e)$ .

El aumento de PIP, T<sub>i</sub> y PEEP elevan la PaO<sub>2</sub>, sin haber variado la FR. Una MAP excesiva comporta un riesgo elevado de escape aéreo, así como sobredistensión de los alveolos bien ventilados y la consiguiente distribución del flujo sanguíneo hacia áreas escasamente ventiladas, lo cual aumenta la derivación derecha-izquierda intrapulmonar.

Las variaciones de la PaCO<sub>2</sub> dependen sobre todo del V<sub>m</sub>. Los aumentos de PIP y FR disminuyen la PaCO<sub>2</sub>, al elevar el V<sub>T</sub> y el V<sub>m</sub>, respectivamente. FR muy elevadas (> 80 cpm) resultan menos eficaces para disminuir PaCO<sub>2</sub>, por un posible aumento del cociente V<sub>D</sub>/V<sub>T</sub> y/o PEEP inadvertida.

Algunas recomendaciones generales se señalan en la tabla 2.

El control radiográfico de tórax ayuda a localizar la punta del tubo traqueal, a valorar la enfermedad pulmonar subyacente, presencia de aire extraalveolar, estimación del volumen pulmonar (altura del diafragma), vascularización pulmonar, silueta cardíaca, etc. Además, puede

proporcionar información útil en algunas situaciones, poco definidas o con varias alternativas terapéuticas, para decidir las modificaciones de parámetros más beneficiosas en cada niño.

**Retirada del respirador**

1. Manteniendo los gases en rango terapéutico, disminuir la PIP hasta valores inferiores a 20 cmH<sub>2</sub>O, o hasta que V<sub>T</sub> sea 4-5 ml/kg si ello no supone mayor necesidad de FiO<sub>2</sub>.

2. Manteniendo una MAP suficiente para lograr un buen volumen pulmonar (diafragma a nivel de octavo espacio intercostal), ir disminuyendo la FiO<sub>2</sub> (0,05) hasta valores de 0,4.

3. Descender la FR hasta alcanzar criterios de extubación.

**Criterios de extubación.** Son muy variables. Para disminuir el riesgo de DBP, la tendencia es extubar precozmente, desde parámetros cada vez más elevados. A modo de orientación:

- FiO<sub>2</sub>: < 0,35.
- PIP: < 15 cmH<sub>2</sub>O.
- FR: ≤ 20 cpm.
- En RNMBP, valorar la administración de metilxantinas 12-24 h antes de la extubación.
- En recién nacidos de: a) peso < 1.250-1.000 g; b) duración de VM prolongada, y c) situación clínica con aumento de trabajo respiratorio previo a extubación, puede ser de utilidad interrumpir la VMC directamente a PPC nasal. En algunos niños, sobre todo si coexisten los tres factores mencionados, puede ser útil un ciclo corto de corticosteroides (3 dosis) previo a extubación.

**COMPLICACIONES DE LA VENTILOTERAPIA**

1. **Enclavamiento del tubo traqueal en el bronquio principal derecho.** Existirá hipoventilación del hemitórax izquierdo, con tendencia a la atelectasia masiva, si no se soluciona pronto. Retirar la cánula hasta que se compruebe una similar ventilación en ambos hemitórax.

2. **Obstrucción de la cánula ET por mocos o sangre.** Practicar aspiración endotraqueal. Puede ser necesaria la introducción previa de suero fisiológico. En casos extremos, que no se solucionen con maniobras de aspiración, será necesario el recambio de la cánula traqueal.

3. **Escape aéreo (enfisema intersticial, neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo).** Para prevenir su aparición es imprescindible comprobar que la situación de la cánula endotraqueal sea correcta y evitar que el niño "luche" contra el respirador, empleando la sincronización y con una sedación necesaria. Si ya ha aparecido, se tratará con las medidas terapéuticas habituales (tratamiento postural, alta frecuencia, toracocentesis con aspiración, etc.).

TABLA 2. **Modificaciones de los parámetros ventilatorios según los gases**

Alteración gasométrica		Modificaciones precisas			
PaO <sub>2</sub>	PaCO <sub>2</sub>	FiO <sub>2</sub>	PEEP	PIP	FR
↓↓	↓↓	↑↑	↑↑	Disminuir	Ídem
↓↓	↑↑	↑↑*	-	↑↑**	↑↑*
↑↑	↑↑	↓↓	↓↓*	-	↑↑**
↑↑	↓↓	↓↓*	-	↓↓*	↓↓**

\*Primera medida realizada; \*\*segunda medida.

4. *Bronconeumonía*. Su prevención no se basa en la profilaxis antibiótica, sino en procurar la máxima asepsia en el tratamiento de estos niños (aspiración endotraqueal cuidadosa, cambio de tubuladuras y humidificador) y en un seguimiento clínico, radiológico y analítico (pauta de "riesgo de infección" y *cultivo de aspirado endotraqueal periódico*) que permita un diagnóstico lo más precoz posible. La sospecha de infección bacteriana obliga a la cobertura antibiótica de gérmenes gramnegativos, según la epidemiología y características de cada unidad. No debe olvidarse descartar la presencia de *Candida* sp. como agente causal del cuadro infeccioso, sobre todo en pacientes crónicos con antecedentes de antibioterapia.

5. *Enfermedad pulmonar crónica (EPC/DBP)*. Enfermedad relacionada con la inmadurez pulmonar y otros factores (oxigenoterapia, barotrauma-volutrauma, infección, persistencia del conducto arterioso, etc.) desencadenantes de una respuesta pulmonar inflamatoria anómala. Su profilaxis estriba en líneas generales en acortar al máximo posible la duración de la VMC y prevenir o tratar de manera precoz los factores desencadenantes anteriormente señalados.

## CUIDADOS DE ENFERMERÍA DEL NIÑO VENTILADO

1. *Aspiración endotraqueal*. No se recomiendan las aspiraciones rutinarias. La frecuencia estará indicada, al menos inicialmente, por la auscultación de roncus, desacomplamiento con el respirador o empeoramiento de los gases, que no puedan ser relacionados con otras causas. Debe realizarse antes de administrar surfactante y evitarse en las 2 h siguientes. Antes de la maniobra, se utilizan sistemas abiertos, aumentar la  $FiO_2$  el 10%. El diámetro de la sonda de aspiración no superará la mitad y como máximo las dos terceras partes del diámetro interno del tubo endotraqueal. Con técnica estéril, se introduce sin aspirar hasta 0,5-1 cm por debajo del extremo distal del tubo traqueal, sin llegar a la carina. La sonda se retira aspirando con una presión negativa de 60-100 mmHg. La duración total de la aspiración no debe superar los 10 seg. Si las secreciones son espesas, se aconseja la introducción previa de suero salino fisiológico (0,25-0,5 ml) a través del tubo traqueal, conectando de nuevo el respirador para proporcionar ciclos (durante 1 min) antes de realizar la aspiración. La aspiración del tubo traqueal debe ser realizada por personal entrenado. En niños muy inestables puede ser recomendable utilizar sistemas cerrados para evitar pérdida de presión durante la aspiración. Debe mantenerse la monitorización continua e interrumpir la maniobra para recuperar al paciente, si la  $SaO_2$  es  $< 80\%$ .

2. *Fisioterapia respiratoria*. Su aplicación sistemática se ha relacionado con una mayor incidencia de secuelas neurológicas en recién nacidos pretérmino; por lo tanto, su indicación debe ser valorada de modo individual. Puede ser útil, junto con cambios posturales, para facilitar la

movilización de secreciones y el drenaje bronquial, previa a la aspiración de secreciones en niños con atelectasias persistentes y/o secreciones espesas, cuando se prolonga la duración de la VMC. Mientras se realiza la fisioterapia, debe continuar la monitorización y deben modificarse, si es preciso, los parámetros del respirador para evitar el deterioro del niño.

3. *Humidificación*. Los gases inspiratorios deben ser siempre humidificados y calientes (37 °C). Hay diferentes tipos de humidificadores (generadores de temperatura o filtros impermeables a la humedad y el calor del gas espirado). El déficit de humedad y temperatura facilita la aparición de taponos de moco, atelectasia y traqueobronquitis necrosante.

4. *Analgesia/sedación*. La necesidad de una sedación sistemática es cuestionable. Sin embargo, debe evitarse la "lucha" del niño con el respirador. El acoplamiento puede intentarse mediante ventilación sincronizada o usando FR adecuadas a cada niño (a más inmadurez más FR). Si no se consigue la adaptación, pueden ser útiles fármacos como el fentanilo en bolo (1-2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) o perfusión continua (1-2  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ ), o el midazolam en bolo (0,2 mg/kg) o perfusión continua (0,06 a 0,1 mg/kg/h), solos o asociados. Sólo de forma excepcional puede ser necesaria la curarización, con vecuronio o pancuronio en perfusión continua (0,05-0,2 mg/kg/h) o 0,1 mg/kg/dosis cada 1-3 h.

## CUIDADOS POSTEXTUBACIÓN

Es práctica habitual mantener un período mínimo de 4-6 h de dieta absoluta tras retirar el tubo traqueal, para minimizar el riesgo de aspiración. La monitorización y la vigilancia clínica deben continuar en las horas siguientes observando el patrón respiratorio. La valoración de estos datos indicará la necesidad y el intervalo de tiempo más adecuado para realizar una gasometría y/o una radiografía de tórax después de la extubación. La fisioterapia respiratoria puede estar indicada en casos de DBP, atelectasias o taponos de moco, pero siempre de modo individualizado.

## Abreviaturas

- a/ADO<sub>2</sub>: cociente arterial/alveolar de oxígeno.
- A-aDO<sub>2</sub>: diferencia alveoloarterial de oxígeno.
- A/C: ventilación asistida/controlada.
- CT/TK: constante de tiempo.
- FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno.
- FR: frecuencia respiratoria.
- I:E: relación inspiración espiración.
- IO: índice de oxigenación.
- IV: índice de ventilación.
- PaCO<sub>2</sub>: presión arterial de anhídrido carbónico.
- PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno.
- PER/PEEP: presión espiratoria residual.
- PIP/PIM: pico inspiratorio de presión o presión inspiratoria máxima.
- PMVA/MAP: presión media en vía aérea.
- PPC/CPAP: presión positiva continua en vía aérea.

PPI/IPPV: presión positiva intermitente.  
PPIA/SIMV: presión positiva intermitente asistida o sincronizada.  
SaO<sub>2</sub>: saturación de oxígeno de la hemoglobina.  
SDR: síndrome de distrés respiratorio.  
SET: sonda endotraqueal.  
T<sub>e</sub>: tiempo espiratorio.  
T<sub>i</sub>: tiempo inspiratorio.  
VAF/HFV: ventilación de alta frecuencia.  
VD: volumen del espacio muerto.  
V<sub>m</sub>/MV: volumen minuto.  
VMI/IMV: ventilación mandatoria intermitente.  
VMIA/SIMV: ventilación mandatoria intermitente asistida o sincronizada.  
V<sub>T</sub>/TV, VC: volumen corriente.

**Grupo Respiratorio Neonatal de la Sociedad Española de Neonatología**

J. Moreno, C. Barrio, F. Castillo, E. Doménech,  
D. Elorza, J. Figueras, A. García Alix, A. Gutiérrez,  
I. López de Heredia, F. Morcillo, J. Quero,  
M. Sánchez Luna, C. Tejera y A. Valls i Soler  
*Coordinador:* J. Pérez Rodríguez  
*Colaboradores:* J.M. Rodríguez-Miguélez y M.D. Salvia

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Ambalavanan N, Carlo WA. Analgesia for ventilated neonates. Were do we stand? *J Pediatr* 1999; 135: 403-405.
2. Carlo WA, Martin RJ. Principles of neonatal assisted ventilation. *Pediatr Clin North Am* 1986; 33: 221-237.
3. Greenough A, Milner AD. Synchronized mechanical ventilation for respiratory support in newborn infants. *Dimitriou G Cochrane Database Syst Rev* 2000; (2): CD000456.
4. Gutiérrez A, Macián Izquierdo I, Sáenz González P, Morcillo Sopena F. Ventilación mecánica en el recién nacido de muy bajo peso. En: Valls i Soler A, Morcillo Sopena F, Salcedo Albizana S, eds. Algoritmos diagnóstico-terapéuticos en el recién nacido de muy bajo peso. Madrid: Serono, 2000; 57-65.
5. Hird MF, Greenough A. Patient triggered ventilation using a flow triggered system. *Arch Dis Child* 1991; 66: 1140-1142.
6. Jiménez R, Figueras J, Botet F. Ventiloterapia. Procedimientos diagnósticos y terapéuticos en Neonatología, 2ª ed. Barcelona: Expans, 1995: 456-463.
7. Krauel J, Moreno J. Manejo de la CPAP en recién nacidos de muy bajo peso. En: Valls i Soler A, Morcillo Sopena F, Salcedo Albizana S, eds. Algoritmos diagnóstico-terapéuticos en el recién nacido de muy bajo peso. Madrid: Serono, 2000; 51-55.
8. Mancebo J. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Resp J* 1996; 9: 1923-1931.
9. Natal A. Ventilación convencional a finales de los 90. En: Raspall F, Demestre X, eds. Barcelona: EASO, 1999; 111-127.
10. Quero J. Ventilación del distrés respiratorio neonatal. Libro de Ponencias de la XIII Reunión Nacional de Medicina Perinatal. Tenerife, 1991; 159-176.
11. Raspall F, Demestre X. Ventilación convencional a finales de los 90 y Estudio de la función pulmonar en el recién nacido. Tópicos en Neonatología, 1ª ed. Barcelona: EASO, 1999; 111-128 y 197-225.
12. Sánchez M, Franco ML, Serrano ML. Pauta de extubación precoz en el recién nacido de muy bajo peso. En: Valls i Soler A, Morcillo Sopena F, Salcedo Albizana S, eds. Algoritmos diagnóstico-terapéuticos en el recién nacido de muy bajo peso. Madrid: Serono, 2000; 67-71.
13. Valls i Soler A. Asistencia respiratoria neonatal. En: Natal Pujol A, Prats Viñas J, eds. Manual de Neonatología. Madrid: Mosby/Doyma, 1996; 105-114.