

# Ventilación mecánica durante el transporte pediátrico

J.A. Medina Villanueva, J.A. Concha Torre, C. Rey Galán y S. Menéndez Cuervo

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Central de Asturias. Oviedo. España.

## Resumen

La mayor parte de las enfermedades graves que afectan al niño ocurren lejos de un centro asistencial adecuadamente dotado para la atención de pacientes pediátricos críticos. Una buena estabilización inicial y la existencia de un mecanismo de transporte pediátrico apropiado disminuyen de manera significativa la morbilidad y la mortalidad de estos pacientes.

El desarrollo tecnológico de los últimos años ha permitido mejorar la calidad del transporte medicalizado. Esto ha afectado, entre otras muchas cosas, a la VM, con respiradores y sistemas de monitorización portátiles, que ofrecen, cada vez más, prestaciones similares a los habitualmente utilizados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP).

Para evitar la aparición de complicaciones durante el traslado, es importante una adecuada planificación consistente en: *a)* estabilización previa del enfermo; *b)* valoración de peligros potenciales y de las necesidades individuales; *c)* monitorización; *d)* preparación del transporte, y *e)* mantenimiento de la vigilancia clínica y del tratamiento instaurado.

Los respiradores portátiles están diseñados para ser utilizados durante cortos períodos de tiempo y en situaciones extremas (cambios de temperatura, altitud, lluvia, golpes, etc.). Estas premisas hacen que deban tener unas características generales comunes: manejabilidad, resistencia, operatividad, bajo consumo eléctrico y de gas, seguridad y sencillez de montaje. Por otra parte, su programación no difiere, en líneas generales, de la de un respirador convencional y debe basarse en las características fisiológicas de los niños de acuerdo con su edad y su enfermedad de base.

## Palabras clave:

*Transporte pediátrico medicalizado. Transporte pediátrico interhospitalario. Transporte pediátrico intrahospitalario. Respiradores de transporte. Monitorización.*

## MECHANICAL VENTILATION DURING PEDIATRIC TRANSPORT

Most severe pediatric injuries occur far from regional centres specialized in the definitive care of the critically-ill child. Adequate initial stabilization and an appropriate transport system significantly decrease morbidity and mortality in these patients.

In the last few years, technological developments have improved the quality of medical transportation. Mechanical ventilation is one of the elements that has been affected by these advances with portable ventilators and monitoring systems that are increasingly similar to those used in pediatric intensive care units.

To prevent complications from developing during transportation, adequate preparation is required consisting of (i) prior stabilization of the patient, (ii) assessment of potential risks and specific needs, (iii) monitoring, (iv) transport preparation, and (v) assessment of vital signs and patient management.

Portable ventilators are designed to be used for short periods under difficult conditions (temperature changes, altitude, rain, knocks, etc.). Consequently they should have specific common characteristics: portability, resistance, ease of handling, low electricity and gas consumption, and safety. They should also be easy to set up. Their programming is generally similar to that of conventional ventilators and should be based on the physiologic characteristics of the child according to age and underlying process.

## Key words:

*Advanced pediatric transport. Interhospital pediatric transportation. Pediatric intrahospital transport. Transport ventilators. Monitoring.*

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades y lesiones que producen una situación de gravedad en un niño ocurren en el 80% de los

**Correspondencia:** Dr. J.A. Medina Villanueva.  
Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Central de Asturias.  
Celestino Villamil, s/n. 33006 Oviedo. España.

Recibido en abril de 2003.  
Aceptado para su publicación en abril de 2003.

casos lejos de un centro asistencial o en el entorno de centros que carecen de medios adecuados para atender a los pacientes críticos<sup>1</sup>. Una buena estabilización inicial del niño gravemente enfermo y la existencia de un mecanismo de transporte pediátrico apropiado disminuyen de manera significativa la morbilidad y mortalidad de estos pacientes<sup>1</sup>.

La primera referencia histórica del transporte terrestre neonatal data de 1948, y 10 años más tarde fue realizado el primer transporte aéreo de un prematuro<sup>2</sup>. Desde entonces, el transporte pediátrico ha ido evolucionando, en la mayor parte de los casos, a partir del transporte neonatal<sup>3</sup>.

El desarrollo tecnológico de los últimos años ha mejorado la calidad del transporte medicalizado desde el punto de vista organizativo, de personal y de aparataje. El personal encargado de realizar el transporte pediátrico debe poder ser capaz de proporcionar un nivel adecuado de cuidados clínicos y anticiparse a las necesidades del paciente, de modo similar a lo que sucede en las UCI hospitalarias. La VM durante el transporte de los niños críticamente enfermos, ha mejorado sustancialmente en los últimos años, sobre todo con la evolución de los respiradores de transporte y los sistemas de monitorización, que ofrecen, cada vez más, prestaciones similares a las de los habitualmente utilizados en las UCI.

## FISIOLOGÍA DURANTE EL TRANSPORTE

El transporte, ya sea en medio terrestre o aéreo, produce en el paciente crítico una serie de cambios fisiológicos que deben tenerse en cuenta antes de llevar a cabo el desplazamiento y durante el mismo. Estos cambios fisiológicos tienen relación con el medio ambiente del transporte y con las características físicas, como alteraciones gravitacionales, vibraciones, ruidos, temperatura, humedad y cinetosis.

Algunas medidas asistenciales requieren una especial atención en el transporte aéreo de pacientes en cabinas no presurizadas, debido a las variaciones físicas determinadas por los cambios de altitud. Entre ellas destacan las siguientes:

1. Los balones de neumotaponamiento de los tubos endotraqueales (TET) aumentan su volumen con la altura, al disminuir la presión atmosférica, y es preciso prestar una especial atención para evitar que se salgan, desplacen, obstruyan la vía aérea, lesionen las cuerdas vocales o se rompan.

2. El volumen de los neumotórax y neumomediastinos tiende a aumentar con la altura. Es imprescindible drenar los neumotórax antes de iniciar el traslado y que los drenajes permanezcan abiertos y conectados a una válvula de Heimlich o a un sistema de sello de agua (si es necesario con aspiración de baja presión, evitando los sistemas de tipo Pleur-evac®) durante el vuelo, para evitar el colapso pulmonar por aumento del volumen de un neumotórax.

3. El volumen corriente aumenta, por lo que debe prestarse especial atención a la programación del respirador para disminuir el riesgo de barotrauma<sup>4</sup>.

4. La FiO<sub>2</sub> disminuye al descender la presión barométrica. Esto exige efectuar correcciones en las concentraciones de oxígeno (O<sub>2</sub>) aportadas a los pacientes en VM y en los que necesiten oxigenoterapia mediante mascarilla. Debe evitarse el empleo de gafas nasales en cabinas no presurizadas, ya que proporcionan concentraciones respiratorias de O<sub>2</sub> impredecibles. La intolerancia a la altura es particularmente importante en pacientes con enfermedades respiratorias e hipoxia crónica, en los cuales la presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>) se encuentra al límite de la tolerancia clínica, incluso en condiciones basales y a nivel del mar. Durante el vuelo debe vigilarse estrechamente la saturación transcutánea de O<sub>2</sub> y en pacientes de riesgo debe realizarse el transporte a baja altura. Durante el transporte aéreo no presurizado la FiO<sub>2</sub> necesaria puede ser calculada por la fórmula: (FiO<sub>2</sub> actual × 760 mm Hg) / Presión barométrica a la altitud de crucero (la relación entre la presión barométrica y la altura no es lineal). De forma orientativa, a 1.000 m la presión barométrica es 675 mmHg; a 2.000 m = 600 mmHg; a 3.000 m = 525 mmHg y a 4.000 m = 460 mmHg.

5. A mayor altitud se produce una disminución de la humedad del aire por lo que se debe prestar especial atención al riesgo de obstrucción del tubo endotraqueal.

6. Distintos trabajos<sup>5</sup> han demostrado que durante el transporte aéreo existe un aumento del volumen minuto realizado por el respirador, aunque el programado no cambie, ya que aumenta el volumen corriente, una disminución de la PaO<sub>2</sub> y una disminución de la PaCO<sub>2</sub>. Estos cambios hacen que el uso de respiradores de transporte en los traslados aéreos requiera una importante vigilancia para evitar el volu-barotrauma, hipoxemia y una hiperventilación excesiva (en particular en los pacientes con traumatismo craneoencefálico).

## FASES DEL TRANSPORTE

El transporte medicalizado puede clasificarse en primario (desde el lugar en que se ha producido la emergencia hasta un centro asistencial) o secundario (desde un centro asistencial emisor hasta un centro asistencial receptor) dentro del que se incluye el transporte intrahospitalario. Desde el punto de vista de la VM la organización y los cuidados durante el traslado deben ser similares en ambos casos. Sin embargo, se deben tener en cuenta ciertas particularidades del transporte intrahospitalario como la ventilación en la resonancia magnética (RM), ya que la mayor parte de los respiradores de transporte son incompatibles con ésta.

En la atención a un paciente sometido a VM deben tenerse en cuenta las complicaciones más frecuentes, como la obstrucción de la vía respiratoria, la extubación accidental, la migración del TET, la intubación difícil, los fa-

llos de la unidad de VM o en el débito de gases medicinales y la desadaptación al respirador, que pueden generar complicaciones secundarias como neumotórax o broncospasmo<sup>1</sup>.

Para evitar estas complicaciones durante el traslado, es importante una adecuada planificación consistente en: *a)* estabilización previa del enfermo; *b)* valoración de peligros potenciales y de las necesidades individuales; *c)* monitorización; *d)* preparación del transporte, y *e)* mantenimiento de la vigilancia clínica y del tratamiento instaurado.

### Estabilización

El personal que realiza el traslado debe revisar personalmente el grado de compromiso fisiológico del paciente para considerarlo "estabilizado", realizando todos los procedimientos necesarios antes del transporte. El "transporte ideal" es aquel en el que las actuaciones son mínimas o nulas.

### Preparación del transporte

Una vez que el paciente está estabilizado se debe proceder a su preparación para el traslado. Desde el punto de vista de la ventilación debe tenerse en cuenta:

1. Intubación. Antes del traslado se debe asegurar que la vía aérea se encuentra permeable. En caso de duda siempre se debe intubar al paciente. La intubación se realizará por boca de forma electiva cuando sea urgente o ante la sospecha de fractura de base de cráneo.

2. Posición del TET. Debe comprobarse la posición antes del transporte auscultando al paciente y, si es posible, realizando una radiografía de tórax.

3. Fijación del TET. Debe fijarse adecuadamente antes del traslado. Una de las complicaciones más frecuentes durante el traslado es la extubación o migración del TET por fijación inadecuada o sedación defectuosa.

4. Sonda oro-nasogástrica. A todo paciente sometido a VM debe colocarse una sonda oronasogástrica (en función de las circunstancias) para vaciar el estómago de aire (lo que facilita la VM) y para evitar la posible broncoaspiración secundaria a vómitos.

5. Humidificación. Se debe proporcionar una adecuada humidificación (normalmente utilizando "narices" intercambiadoras de calor-humedad).

6. Aspiración de secreciones. Antes de iniciar el traslado deben aspirárselas en condiciones de esterilidad.

7. Programación del respirador. Debe comprobarse la idoneidad de los parámetros programados inicialmente, si es posible mediante una gasometría previa al transporte.

8. Comprobación del material de transporte. Debe comprobarse todo el material que eventualmente pueda necesitarse durante el traslado. En la tabla 1 se refleja el material ideal, desde el punto de vista respiratorio, para realizar un traslado de un paciente sometido a VM.

9. Preparación de la medicación básica. Además de la medicación de reanimación cardiopulmonar, durante el

TABLA 1. **Material respiratorio para el transporte pediátrico**

Respirador pediátrico
Monitor multiparamétrico: electrocardiograma, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión arterial invasivas/no invasiva, pulsioximetría
Capnografía (deseable)
Analizador portátil de gases e iones (deseable)
Aspirador eléctrico y manual
Sondas de aspiración de tamaño 6 a 14 G
Cánulas de Guedel números 00 a 5
Mascarillas faciales transparentes para neonatos, lactante y niños
Bolsas autoinflables pediátricas (500 ml) y adulto (1.500 ml), con bolsa reservorio
Pinzas de Magill tamaño lactante y adulto
Laringoscopio con palas rectas (números 0 y 1) y palas curvas (números 1 a 4) con pilas y bombilla de repuesto para el laringoscopio
Tubos endotraqueales con y sin balón, números 2,5 a 7,5
Fiadores y lubricante para los tubos endotraqueales
Mascarillas y gafas nasales de distintos tamaños
Mascarillas laríngeas tamaños 1 a 3
Equipo de cricotirotomía pediátrico y adulto
Balas de oxígeno y aire
Humidificadores de nariz
Tubuladuras para conexión a fuente de oxígeno
Catéteres de drenaje pleural tamaño 8 a 16 G
Válvulas unidireccionales de Heimlich
Fonendoscopio

traslado de todo paciente intubado debe estar preparada la medicación sedante, analgésica y relajante muscular ajustada al peso del paciente, necesaria para realizar una intubación y para adaptar al niño a la VM.

### Cuidados durante el transporte

El nivel de vigilancia y cuidados de un paciente intubado durante el transporte será, al menos, igual al que tendría en una UCI. La monitorización debe ser lo más completa posible, lo cual facilita la vigilancia del paciente.

1. La ansiedad, el miedo, el dolor y la agitación pueden ser causa de desadaptación al respirador. Se deben utilizar fármacos hipnóticos, analgésicos y, eventualmente, relajantes musculares para adaptar al paciente a la VM, en particular cuando se utilicen respiradores que sólo permitan ventilación controlada. Los fármacos elegidos dependerán de las circunstancias del paciente, de la situación y de la experiencia del equipo médico.

2. Los momentos más delicados del transporte son aquellos en los que se debe movilizar al paciente, sobre todo si está intubado. Para evitar riesgos, la movilización del paciente se hará de forma cuidadosa, ocupándose una persona específicamente de sujetar el TET y, si fuese

necesario, se deberá administrar previamente medicación sedante, analgésica y, eventualmente relajante.

3. Debe vigilarse con frecuencia la fijación y la permeabilidad del TET. Si es posible, una de las personas sujetará el tubo endotraqueal a la entrada de la nariz o boca, para evitar los desplazamientos durante el traslado.

4. Debe vigilarse el buen funcionamiento del respirador de transporte y el nivel de las balas de oxígeno y aire.

5. Ante cualquier eventualidad que afecte al sistema respiratorio (obstrucción del TET, broncospasmo, extubación, neumotórax, fallo del respirador, etc.) debe realizarse ventilación con bolsa y mascarilla hasta resolverla.

## RESPIRADORES DE TRANSPORTE

### Características generales

En épocas pasadas distintos autores han propuesto el uso de sistemas de ventilación alternativos a los respiradores portátiles durante el transporte, como son la bolsa reservorio y mascarilla<sup>6,7</sup> o los respiradores convencionales<sup>8</sup>, debido que los respiradores de transporte no estaban plenamente desarrollados. Sin embargo, en la actualidad es preferible el uso de un respirador de transporte, ya que son tecnológicamente fiables, más fácilmente transportables que los convencionales y se ha demostrado que existe una menor fluctuación de los parámetros ventilatorios que con la ventilación manual<sup>9,10</sup>.

Los respiradores de transporte están diseñados para ser utilizados durante cortos períodos de tiempo y en situaciones extremas (cambios de temperatura, altitud, lluvia, golpes, etc.). Estas premisas hacen que deban tener unas características generales comunes:

1. *Manejabilidad.* Deben tener un tamaño y peso adecuados (< 5 kg). Los controles y mandos deben situarse en el mismo plano y ser sólidos para prevenir movimientos inadvertidos.

2. *Resistencia.* Deben ser compactos, capaces de soportar su utilización bajo condiciones extremas y seguir funcionando a pesar de sufrir impactos.

3. *Operatividad.* Deben tener capacidad de funcionar en ventilación controlada (IPPV) y es deseable que dispongan de ventilación mandatoria intermitente (IMV) y de modalidades asistidas (SIPPV y SIMV y presión de soporte). Estarán dotados de controles independientes de frecuencia respiratoria, volumen minuto (aunque esto puede variar en función del modelo de respirador) y al menos dos posibilidades de fracción inspiratoria de oxígeno. Debe poder aplicarse presión positiva al final de la espiración (PEEP), bien como dispositivo integrado o mediante válvula independiente incorporada en el circuito. Son "indispensables", para evitar barotrauma y avisar de una desconexión accidental, las alarmas de baja y alta presión.

4. *Fuente de energía.* La fuente de energía puede ser neumática o electrónica. Tradicionalmente los respirado-

res de transporte utilizaban exclusivamente energía neumática, aunque la evolución de los mismos (con la incorporación de alarmas y datos de mecánica ventilatoria) ha hecho que sea necesario la incorporación de fuentes de alimentación eléctrica. Estos respiradores son más precisos ya que se afectan menos por las fluctuaciones de presión de la fuente de gas, aunque pueden sufrir fallos de batería. En el caso de que el respirador esté equipado con batería eléctrica debe disponer de una alarma de "baja batería" que avise cuando sólo quede energía para una hora.

5. *Consumo de gas.* Es el gas utilizado por el respirador para su control neumático, siendo aceptable un consumo inferior a 5 l/min. A este consumo se debe sumar el total o parte del volumen minuto del paciente en función de la FiO<sub>2</sub> utilizada, a fin de estimar las previsiones de consumo de gas durante el traslado.

6. *Seguridad.* Deben poseer una válvula de sobrepresión que corte el flujo cuando la presión pico sobrepase un límite prefijado y una válvula antiasfixia que permita al paciente respirar aire ambiente si falla la fuente de energía.

7. *Circuitos.* El circuito del respirador debe ser sencillo de montar y esterilizar, ofrecer la mínima resistencia al flujo aéreo y permitir el acoplamiento de válvulas de PEEP y humidificadores de nariz.

### Modelos de respiradores de transporte

Existe una amplia gama de modelos de respiradores de transporte comercializados en la actualidad en nuestro país, que va desde los modelos más sencillos como el Ambu Matic® (adecuado para primeros auxilios aunque poco útil para pacientes pediátricos) hasta respiradores tan completos como el Oxylog 3000®, que incorpora modos de ventilación similares a los respiradores estacionarios (IPPV, SIPPV, SIMV, CPAP, BiPAP, presión de soporte, ventilación en apnea y ventilación no invasiva) y una completa monitorización que incluye curvas de presión y flujo. Todas las personas relacionadas con el transporte pediátrico deben conocer las características del respirador de transporte con el que trabajan habitualmente y estar familiarizadas con su uso.

Los respiradores de transporte más utilizados en nuestro país se reflejan en la tabla 2. Otros respiradores como el Medumat Standard®, Medumat Standard A®, AXR 1.a®, ATV®, AID BA2001 MA-EL®, Crossvent 4®, o LTV 900/1000 Pulmonetics System/Breas®, etc., son menos utilizados en el momento actual. De los modelos que se presentan en la tabla 2 los más usados son el Oxylog 1000® y Oxylog 2000®. Este último dispone, como particularidad, de un sensor de flujo situado en la conexión con el TET, que siempre debe conectarse a una pieza angular (suministrada por el fabricante), ya que en caso contrario las mediciones son incorrectas. También existen dos respiradores portátiles de flujo continuo (Babylog 2000® y BabyPAC 100®) adaptados para el transporte neonatal (tabla 2).

## Programación del respirador de transporte

Para programar adecuadamente el respirador de transporte se deben considerar tanto las características fisiológicas de los niños de acuerdo con su edad como su enfermedad de base. En líneas generales, la programación de un respirador de transporte no difiere de la de uno convencional. La mayoría de los respiradores de transporte pueden ser programados inicialmente con los datos reflejados en la tabla 3, ya que si los controles no se programan directamente con estos parámetros pueden ser deducidos fácilmente. Esta programación básica inicial deberá ser ajustada posteriormente a las características particulares de cada paciente. Si el niño está recibiendo ventilación mecánica con un respirador convencional inicialmente deben colocarse los mismos parámetros en el respirador de transporte, pero hay que comprobar que la ventilación y la oxigenación conseguida con el nuevo respirador es similar a la anterior.

Es interesante destacar que la mayoría de los respiradores de transporte disponen de un código de colores en los mandos que facilita la programación de los parámetros, y dicho código de colores se adapta, aproximadamente, a las distintas edades (lactante, preescolar, escolar-adulto) al hacer coincidir el mismo el color en los mandos programables.

## MONITORIZACIÓN RESPIRATORIA DURANTE EL TRANSPORTE

### Parámetros clínicos

Deben realizarse evaluaciones periódicas de la situación clínica del paciente siguiendo una sistemática. Desde el punto de vista de la ventilación, deben vigilarse el color, el grado de dificultad respiratoria, los movimientos respiratorios y la auscultación pulmonar. Además, debe prestarse especial atención al grado de adaptación del paciente al respirador, especialmente cuando se utilicen respiradores que no disponen de mando de sensibilidad y que por tanto no son capaces de realizar respiraciones sincronizadas.

### Saturación transcutánea de oxígeno

Se ha convertido en un elemento imprescindible durante el traslado de pacientes críticos, sobre todo cuando éstos requieren ventilación asistida, alertando al personal sanitario de los cambios en la ventilación del paciente de forma precoz, aun antes de que aparezcan manifestaciones clínicas e indicando la eficacia de la administración de oxígeno. Aunque los actuales monitores de transporte suelen incorporar pulsioxímetros, éstos pueden ser utilizados individualmente por el equipo de traslado. Las características que deben cumplir son similares a las de otros materiales de transporte: tamaño y peso reducidos, batería propia y relativamente insensibles a los movimientos.

### Capnografía

Es un método de monitorización que tiene gran utilidad durante el transporte de pacientes críticamente enfermos, no sólo como método continuo de verificación de la posición del TET en la vía aérea<sup>10</sup>, sino también para optimizar de la ventilación durante el transporte<sup>11-15</sup>. Distintos estudios han demostrado que durante el transporte ocurren alteraciones significativas en la ventilación de los pacientes<sup>12,13,16</sup>. Por tanto, la monitorización del CO<sub>2</sub> espirado es una herramienta particularmente útil en el transporte de niños críticos, ofreciendo un conocimiento más detallado y continuo del estado ventilatorio del paciente<sup>14</sup>.

### Monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub>

La monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub> puede ofrecer la oportunidad de disminuir los riesgos durante el transporte neonatal, ya que se ha demostrado que con este tipo de monitorización los recién nacidos son trasladados con menores picos de presión<sup>18</sup>. Además, se debe tener en cuenta que en niños muy pequeños y neonatos con insuficiencia respiratoria la monitorización transcutánea de CO<sub>2</sub> ofrece una mejor estimación de la PaCO<sub>2</sub> que el CO<sub>2</sub> espirado<sup>19</sup>.

### Gasometría

En la actualidad existen analizadores portátiles de gases sanguíneos que permiten mejorar la ventilación, corroborar los datos obtenidos con el resto de parámetros monitorizados y reconocer de forma precoz problemas en el intercambio de gases en el paciente<sup>20</sup>.

### Mecánica ventilatoria

Como hemos referido en el apartado sobre los distintos modelos de respiradores de transporte, muchos de ellos ofrecen datos de monitorización de la función ventilatoria. En el caso de no disponer de esta información es recomendable controlar de forma sistemática los volúmenes realizados por el paciente mediante espirómetros adaptables a los respiradores de transporte.

### PUNTOS A RECORDAR

1. En el transporte medicalizado, "ventilar" al paciente no significa trasladar al paciente a otro hospital lo antes posible. En ningún caso está justificado precipitar el viaje en un paciente inestable.
2. El peor hospital es mejor que la ambulancia más moderna.
3. Si es posible que el niño empeore durante el transporte probablemente empeorará.
4. Durante los traslados, en general, las grandes dificultades se derivan de pequeños problemas no previstos inicialmente. Es necesario, ante todo, prever y anticipar.
5. El "transporte ideal" es aquel en el que las actuaciones son mínimas o nulas.

TABLA 2. Características de los respiradores de transporte de uso más frecuente en España

	Oxylog 1000	Oxylog 2000	Oxylog 3000	Babylog 2000	LTV1000	VentiPAC V200
Pacientes	> 10 kg	> 8 kg	> 5 kg	Recién nacidos y hasta 10 kg	5 kg-adultos	> 5 kg
Peso (kg)	3,3	4,3	4,9	10,5	5,8	2,7
Flujo	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Continuo a 8,5 l/min	Intermitente	Intermitente
Modos	IPPV	IPPV, SIPPV, SIMV, CPAP	IPPV, SIPPV, SIMV, CPAP, BiPAP, PS, Apnea VNI	IPPV, IMV, CPAP	Ventilación por presión y volumen IPPV, SIMV, SIMV, PS, VNI	IPPV
Controles	VM, FR, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>	Modo, VC, T <sub>i</sub> , PEEP, PIP <sub>máx</sub> , I:E, FiO <sub>2</sub>	Modo, VC, PEEP, PIP, PIP <sub>máx</sub> , I:E, FiO <sub>2</sub> , T <sub>meseta</sub> , Sensibilidad, T <sub>i</sub> , PS, rampa, T. apnea	T <sub>i</sub> , T <sub>e</sub> , PEEP, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>	Modo, VC, PIP <sub>máx</sub> , T <sub>i</sub> , PS, sensibilidad, tiempo de ascenso del flujo, porcentaje del flujo máximo para finalización del soporte, FiO <sub>2</sub>	T <sub>i</sub> , T <sub>e</sub> , flujo, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>
FR (resp./min)	4-54	5-40	2-60	2-100	1-80	7-60
VM (lat./min)	3-20	1-25	-	-	-	2-20
VC (ml)	-	100-1.500	50-2.000	-	50-2.000	50-3.000
I:E	Fija: 1:1,5	Ajustable: 1:3 a 2:1	Ajustable: según T <sub>i</sub> y T <sub>e</sub>	Ajustable: según T <sub>i</sub> y T <sub>e</sub>	Ajustable: hasta 1:1	Ajustable: 1:12 a 6:1
PIP (cmH <sub>2</sub> O)	25 a 55	20 a 60	0 a 60	0 a 60	5 a 100 PS: 1-60	20 a 80
FiO <sub>2</sub> (%)	60 o 100	60 o 100	40 a 100	21 a 100	21 a 100	45 o 100
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	Válvula externa	Ajustable: 0-15	Ajustable: 0-20	Ajustable: 0-12	Válvula externa: Ajustable: 0-20	Válvula externa
Consumo interno	1 l/min	1 l/min	0,1 a 0,5 l/min	5 l/min (IPPV) o 9 l/min (CPAP)	-	20 ml/ciclo
Batería (h)	No	6	4 (litio), 3 (níquel)	10	1 h 37 min	-
Sensibilidad	No	Flujo: fijo $\cong$ 1 cmH <sub>2</sub> O	Flujo: ajustable 3-15 l/min	No	Flujo: 1-9 l/min	No
Monitorización	Manómetro de presión	Manómetro de presión Valores digitales: Flujo, PIP, P.media, PEEP, FR, T <sub>i</sub> , VC espirado, modo ventilatorio, mensajes de alarmas	Pantalla cristal líquido: curvas de presión y flujo, mensajes de alarma, ajustes realizados y valores medidos	Manómetro de presión Valores digitales: Paw, FR	Valores digitales: PIP, FR Relación I:E, PEEP, VC, VM Visualización: PIP	Manómetro de presión mensajes de alarmas
Alarmas	Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas	Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas, fugas, apnea y FR alta	Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas, fugas, apnea, VM alto y bajo, FR alta y baja	Alarmas ajustables (presión alta, presión baja y fallo de ciclado) y alarmas automáticas (interrupción del suministro de gas, fallo en el suministro eléctrico y batería baja)	Acústicas y ópticas: apnea, V <sub>minuto</sub> bajo, presión alta y baja en vías aéreas	Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas, presión positiva constante, batería baja
Manual	No	No	Sí	Sí	Sí	No
RM (< 3 teslas)	No	No	No	No	No	Sí

Pacientes: pacientes en los que se puede utilizar. IPPV: ventilación por presión positiva intermitente; SIPPV: ventilación por presión positiva intermitente sincronizada; en vía aérea a dos niveles; VNI: ventilación no invasiva; FR: frecuencia respiratoria; VC: volumen corriente; VC esp: volumen corriente espirado; VM: volumen minuto; T. apnea: tiempo de apnea; T<sub>i</sub>: tiempo inspiratorio; T<sub>e</sub>: tiempo espiratorio; T<sub>meseta</sub>: tiempo de meseta; I:E: relación inspiración – espiración; FiO<sub>2</sub>: fracción inspiratoria de oxígeno.

VentiPAC V200D	TransPAC T200	TransPAC T200D	BabyPAC 100	Ambu Matic	Osiris 2
> 5 kg	> 5 kg	> 5 kg	Recién nacidos y hasta 20 kg	> 3 años o 15 kg	> 8 kg
3,1	2,7	3,1	3,75	0,9	5
Intermitente	Intermitente	Intermitente	Continuo a 10 lpm (modo PEEP activa) o intermitente	Intermitente	Intermitente
IPPV, SIPPV, SIMV, CPAP	IPPV	IPPV, SIPPV, SIMV, CPAP	IPPV, IMV, CPAP	IPPV	IPPV, SIPPV, PS, VNI
Modo, T <sub>i</sub> , T <sub>e</sub> , flujo, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>	VM, FR, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>	Modo, VM, FR, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>	Modo, T <sub>i</sub> , T <sub>e</sub> , PEEP, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>	Mando único de FR y VM, FiO <sub>2</sub>	VC, I:E, PIP <sub>máx</sub> , FiO <sub>2</sub>
7-60	8-40	8-40	10-120	12-20	6-40
2-20	2-20	2-20	-	4-14	-
50-3.000	-	-	0-330	200-1.200	100-500
Ajustable: 1:12 a 6:1	Fija: 1:1,6	Fija: 1:1,6	Ajustable: según T <sub>i</sub> y T <sub>e</sub>	Fija: 1:1,7	Ajustable: 1:3 a 1:1
20 a 80	20 a 80	20 a 80	12 a 70	-	25 a 55
45 o 100	45 o 100	45 o 100	21 a 100	60 o 100	50 o 100
Válvula externa	Válvula externa	Válvula externa	Ajustable	Válvula externa	Ajustable: 0-15
20 ml/ciclo	20 ml/ciclo	20 ml/ciclo	-	0,5 l/min (máximo)	1 l/min
-	-	-	-	36 (para el monitor con pilas alcalinas)	10
Presión: -2 cmH <sub>2</sub> O	No	Presión: -2 cmH <sub>2</sub> O	No	No	Presión: -0,5 a -4 cmH <sub>2</sub> O
Manómetro de presión mensajes de alarmas	Manómetro de presión mensajes de alarmas	Manómetro de presión mensajes de alarmas	Manómetro de presión mensajes de alarmas	Manómetro de presión	Valores digitales: PIP, FR
Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas, presión positiva constante, batería baja, detector de respiración	Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas, presión positiva constante, batería baja	Acústicas y ópticas: presión de alimentación baja, presión alta y baja en vías aéreas, presión positiva constante, batería baja, detector de respiración	Acústicas y ópticas: presión alta, y baja en vías aéreas, indicador de ciclo, presión positiva constante, batería baja	Acústicas y ópticas: carga baja de baterías, desconexión, fallo de alimentación, Presión alta y baja en vías aéreas	Acústicas y ópticas: desconexión, Vc bajo, Presión alta y baja en vías aéreas
No	No	No	No	Sí	No
Sí	Sí	Sí	Sí	No	No

IMV: ventilación mandatoria intermitente; SIMV: ventilación mandatoria intermitente sincronizada; CPAP: presión positiva continua en vía aérea; BIPAP: presión positiva PIP: presión inspiratoria; PIP<sub>máx</sub>: pico máximo de presión inspiratoria; PEEP: presión positiva al final de la espiración; P. med: presión media; RM: resonancia magnética;

**TABLA 3. Parámetros iniciales para la programación de un respirador de transporte**

Parámetro	Rango
FiO <sub>2</sub>	100%
Tiempo inspiratorio (s)	Recién nacido: 0,3-0,5 Lactante: 0,5-0,8 Preescolar: 0,7-1 Escolar: 0,9-1,4
Frecuencia respiratoria (resp./min)	Recién nacido: 30-50 Lactantes: 25-40 Preescolares: 20-30 Escolares: 15-20
Relación I:E	1:2
PIP (cmH <sub>2</sub> O)	Recién nacido: 10-20 Niños: 20-25
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	2-5
VC	10 ml × kg peso

6. No hay nada que dure eternamente. La disponibilidad de oxígeno, aire y baterías debe ser el doble de las necesidades previstas.

7. Desde el punto de vista respiratorio antes del traslado se debe asegurar una vía aérea permeable. En el caso de que existan dudas, se debe intubar y ventilar mecánicamente al paciente.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Martinón Sánchez JM, Martinón TF, Rodríguez NA, Martínez Soto MI, Rial LC, Jaimovich DG. Visión pediátrica del transporte medicalizado. *An Esp Pediatr* 2001;54:260-6.
- Butterfield LJ. Historical perspectives of neonatal transport. *Pediatr Clin North Am* 1993;40:221-39.
- Jaimovich D. Transporte de pacientes pediátricos críticos: Entrando en una nueva era. *An Esp Pediatr* 2001;54:209-12.
- Thomas G, Brimacombe J. Function of the Drager Oxylog ventilator at high altitude. *Anaesth Intensive Care* 1994;22:276-80.
- Roeggla M, Roeggla G, Wagner A, Eder B, Laggner AN. Emergency mechanical ventilation at moderate altitude. *Wilderness Environ Med* 1995;6:283-7.

- Weg JG, Haas CF. Safe intrahospital transport of critically ill ventilator-dependent patients. *Chest* 1989;96:631-5.
- Gervais HW, Eberle B, Konietzke D, Hennes HJ, Dick W. Comparison of blood gases of ventilated patients during transport. *Crit Care Med* 1987;15:761-3.
- Link J, Krause H, Wagner W, Papadopoulos G. Intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care Med* 1990;18:1427-9.
- Dockery WK, Futterman C, Keller SR, Sheridan MJ, Akl BF. A comparison of manual and mechanical ventilation during pediatric transport. *Crit Care Med* 1999;27:802-6.
- Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 6: advanced cardiovascular life support: section 3: adjuncts for oxygenation, ventilation and airway control. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 2000;102(8 Suppl):195-104.
- Bhende MS. End-tidal carbon dioxide monitoring in pediatrics - clinical applications. *J Postgrad Med* 2001;47:215-8.
- Palmon SC, Liu M, Moore IE, Kirsch JR. Capnography facilitates tight control of ventilation during transport. *Crit Care Med* 1996;24:608-11.
- Tobias JD, Lynch A, Garrett J. Alterations of end-tidal carbon dioxide during the intrahospital transport of children. *Pediatr Emerg Care* 1996;12:249-51.
- Bhende MS, Thompson AE, Cook DR, Saville AL. Validity of a disposable end-tidal CO<sub>2</sub> detector in verifying endotracheal tube placement in infants and children. *Ann Emerg Med* 1992; 21:142-5.
- Bhende MS, Karr VA, Wiltsie DC, Orr RA. Evaluation of a portable infrared end-tidal carbon dioxide monitor during pediatric interhospital transport. *Pediatrics* 1995;95:875-8.
- Davey AL, Macnab AJ, Green G. Changes in pCO<sub>2</sub> during air medical transport of children with closed head injuries. *Air Med J* 2001;20:27-30.
- Jacob J, Rose D, Stilson M, Davis RF, Gilbert D. Transcutaneous carbon dioxide monitoring during neonatal transport. *Crit Care Med* 1986;14:1050-2.
- O'Connor TA, Grueber R. Transcutaneous measurement of carbon dioxide tension during long-distance transport of neonates receiving mechanical ventilation. *J Perinatol* 1998;18:189-92.
- Tobias JD, Meyer DJ. Noninvasive monitoring of carbon dioxide during respiratory failure in toddlers and infants: End-tidal versus transcutaneous carbon dioxide. *Anesth Analg* 1997;85:55-8.
- Kill C, Barwing J, Lennartz H. Blutgasanalyse im Interhospitaltransfer. Eine sinnvolle Ergänzung des respiratorischen Monitorings? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1999; 34:10-6.

**Abreviaturas**

CPAP: presión positiva continua en vía aérea.	PO <sub>2</sub> : presión parcial de oxígeno.
FiO <sub>2</sub> : fracción inspiratoria de oxígeno.	PVC: presión venosa central.
PA: presión arterial.	PvO <sub>2</sub> : presión parcial venosa de oxígeno.
PaCO <sub>2</sub> : presión parcial arterial de anhídrico carbónico.	SatHb: saturación arterial de la hemoglobina.
PACO <sub>2</sub> : presión parcial alveolar de anhídrico carbónico.	SatO <sub>2</sub> : saturación de oxígeno en sangre arterial.
PaO <sub>2</sub> : presión parcial arterial de oxígeno.	SIMV: ventilación mecánica intermitente mandatoria sincronizada.
PAO <sub>2</sub> : presión parcial alveolar de oxígeno.	VC: volumen corriente.
Paw: presión media de la vía aérea.	VM: ventilación mecánica.
PCP: presión capilar pulmonar.	VMC: ventilación mecánica convencional.
PCO <sub>2</sub> : presión parcial de anhídrico carbónico.	VNI: ventilación no invasiva.
PEEP: presión positiva telespiratoria.	VNIP: ventilación no invasiva con presión positiva.
PH <sub>2</sub> O: presión del vapor de agua.	